COMMITTENTE:

RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

ALTA SORVEGLIANZA:

ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

GENERAL CONTRACTOR:

Consorzio Collegamenti Integrati Veloci

LEGGE N. 55 DEL 14/06/2019

TRATTA AV/AC TERZO VALICO DEI GIOVI

COLLEGAMENTO PARCO RUGNA/BETTOLO – BIVIO FEGINO VIA CAMPASSO
TRATTA BIVIO FEGINO – EX BIVIO S. LIMBANIA
PROGETTO DEFINITIVO

Studio acustico

Relazione tecnica

GENERAL CONTRACTOR	ITALFERR S.p.A.	
Consorzio **Cociv** Ing. N. Meistro		

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
N G 1 H	0 2	D	C V	R O	I M 0 0 0 0	0 0 1	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Emissione	AI engineering R.Miraglino	31/07/2020	COSTA MEDICH	31/07/2020	A. Mancarella	31/07/2020	Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R
A01	Revisione a seguito istruttoria Italferr	AI Engineering R. Miraglino	12/10/2020	COSTA MEDICH	12/10/2020	A. Mancarella	12/10/2020	

	n. Elab.:	File: NG1H-02-D-CV-RO-IM00-00-001-A01

CUP: F81H92000000008

INDICE

1. PREMESSA 2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 3
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO 12
3.1. CANTIERIZZAZIONE E UTILIZZO DI AREE 24
4. LIMITI DI RIFERIMENTO 27
5. ANALISI DEL SISTEMA INSEDIATIVO 31
6. STIMA DEL RUMORE INDOTTO IN FASE DI ESERCIZIO 36
6.1. MODELLO PREVISIONALE 36
6.2. DATI DI INPUT DEL MODELLO 37
6.3. LA STIMA DEL RUMORE PRODOTTO IN FASE DI ESERCIZIO 38
7. INTERVENTI DI MITIGAZIONE 38
8. INTERVENTI DIRETTI SUI RICETTORI 42
8.1. ANALISI DEGLI INTERVENTI DIRETTI 43
9. CONCLUSIONI 45

1. PREMESSA

Il presente documento rappresenta la valutazione previsionale di impatto acustico relativo alla rifunzionalizzazione del collegamento ferroviario tra il Porto Storico di Genova e il Terzo Valico dei Giovi, sfruttando le gallerie esistenti Molo Nuovo, galleria Sampierdarena e galleria Campasso. Attraverso l'adeguamento della tratta tra parco Campasso e Bivio Succursale, si consente il collegamento a Bivio Fegino attraverso la galleria Facchini 1.

Lo studio fa riferimento alla seconda tratta tra l'ex Bivio S. Limbania e Bivio Fegino i cui lavori fanno parte del cosiddetto "Progetto Unico" (rif. Legge n.55 del 14/06/2019).

La seconda tratta si può dividere in tre lotti si seguito elencati:

- Lotto 1: da Bivio Fegino alla Radice Nord di parco Campasso;
- Lotto 2: PRG di parco Campasso;
- Lotto 3: Da radice Sud di parco Campasso all'ex Bivio S. Limbania (indicato come sbocco Sud Galleria Sampierdarena);

Lo studio della componente acustica del presente studio è stato suddiviso in due differenti scenari:

1) **Scenario NON MITIGATO**: in cui sono stati valutati i livelli acustici indotti dalla tratta in progetto, confrontandoli con i livelli normativi previsti considerando concorsuali le altre infrastrutture viarie già presenti sul territorio;
2) **Scenario MITIGATO:** in cui sono stati valutati i livelli acustici indotti dalla tratta in progetto, confrontandoli con i livelli normativi previsti considerando concorsuali le altre infrastrutture viarie già presenti sul territorio, a seguito dell'inserimento delle mitigazioni acustiche.

Il presente studio è stato redatto dal Tecnico Competente in acustica ai sensi dalla Legge Quadro sul Rumore n. 447/95 Dott. Ing. Rosamaria Miraglino iscritta all'elenco nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica al n. 4782 (numero di iscrizione all'elenco regionale 13.90.20/TC/344/2018).

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le principali normative nazionali che regolamentano le immissioni di rumore sono elencate nel seguito:

- D.P.C.M. 1° marzo 1991
- L. 447 del 26 Ottobre 1995
- D.P.C.M. 14 Novembre 1997
- Decreto 16 Marzo 1998
- D.P.R. 142/2004
- D.P.R. 459/98
- DM 29/11/2000 “Decreto per la predisposizione degli interventi antirumore da parte dei gestori delle infrastrutture”

DPCM 1° MARZO 1991 – “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".

Il DPCM 1° marzo 1991 si propone di stabilire limiti di accettabilità di livelli di rumore validi su tutto il territorio nazionale, quali misure immediate ed urgenti di salvaguardia della qualità ambientale e della esposizione urbana al rumore”.

La Legge Quadro sull’inquinamento acustico e il successivo DPCM 14.11.1997 hanno di fatto ridefinito i contenuti del DPCM 01.03.1991.

L. 447/95 – “Legge quadro sul rumore”

La Legge del 26/10/1995 n° 447 "Legge Quadro sul Rumore", pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n° 254 del 30/10/1995, è una legge di principi e demanda perciò a successivi strumenti attuativi la puntuale definizione sia dei parametri sia delle norme tecniche.

Un aspetto innovativo della legge Quadro è l'introduzione all'Art. 2, accanto ai valori limite, dei valori di attenzione e dei valori di qualità.

Nell'Art 4 si indica che i Comuni "procedono alla classificazione del proprio territorio nelle zone previste dalle vigenti disposizioni per l'applicazione dei valori di qualità di cui all'Art. 2, comma 1, lettera h"; vale a dire: si procede alla zonizzazione acustica per individuare i livelli di rumore "da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla presente legge", "valori che sono determinati in funzione della tipologia della sorgente, del periodo della giornata e della destinazione d'uso della zona da proteggere (Art. 2, comma 2)”.

La Legge stabilisce inoltre che le Regioni, entro un anno dalla entrata in vigore, devono definire i criteri di zonizzazione acustica del territorio comunale fissando il divieto di contatto diretto di aree, anche appartenenti a comuni confinanti, quando i valori di qualità si discostano in misura superiore a 5 dBA.

L'adozione della zonizzazione acustica è il primo passo concreto con il quale il Comune esprime le proprie scelte in relazione alla qualità acustica da preservare o da raggiungere nelle differenti porzioni del territorio comunale e altresì il momento che presuppone la tempestiva attivazione delle funzioni pianificatorie, di programmazione, di regolamentazione, autorizzatorie, ordinatorie, sanzionatorie e di controllo nel campo del rumore indicate dalla Legge Quadro.

DPCM 14.11.1997 – "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"

Il DPCM 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore» integra le indicazioni normative in tema di disturbo da rumore espresse dal DPCM 1° marzo 1991 e dalla successiva Legge Quadro n° 447 del 26 ottobre 1995 e introduce il concetto dei valori limite di emissione, nello spirito di armonizzare i provvedimenti in materia di limitazione delle emissioni sonore alle indicazioni fornite dall'Unione Europea.

Il decreto determina i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori di attenzione ed i valori di qualità, riferendoli alle classi di destinazione d'uso del territorio, riportate nella Tabella A dello stesso decreto e che corrispondono sostanzialmente alle classi previste dal DPCM 1° marzo 1991.

Valori limite di emissione

I valori limite di emissione (Tabella 1), intesi come valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa, come da art. 2, comma 1, lettera e) della legge 26 ottobre 1995 n° 447, sono riferiti alle sorgenti fisse e alle sorgenti mobili.

Tabella 1 - Valori limite di emissione – Leq in dB(A)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente residenziali	50	40
III aree di tipo misto	55	45
IV aree di intensa attività umana	60	50

V aree prevalentemente industriali	65	55
VI aree esclusivamente industriali	65	65

I valori limite di emissione del rumore delle sorgenti sonore mobili e dei singoli macchinari costituenti le sorgenti sonore fisse, laddove previsto, sono regolamentati dalle norme di omologazione e di certificazione delle stesse.

I valori limite di emissione delle singole sorgenti fisse, riportate nel seguito, si applicano a tutte le aree del territorio ad esse circostanti e sono quelli indicati nella Tabella B dello stesso decreto.

Valori limite di immissione

I valori limite di immissione, riferiti al rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti, sono quelli indicati nella Tabella C dello stesso decreto e corrispondono a quelli individuati nel DPCM 1° marzo 1991 (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Per le infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, aeroportuali e le altre sorgenti sonore di cui all'art. 11, comma 1, legge 26 ottobre 1995 n° 447, i limiti suddetti non si applicano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, individuate dai relativi decreti attuativi. All'esterno di dette fasce, tali sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione.

Tabella 2 - Valori limite di immissione - Leq in dB (A)

Classi di destinazione d'uso del territorio	**Tempi di riferimento**	
	Diurno (06.00-22.00)	**Notturno (22.00-06.00)**
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Valori limite differenziali di immissione

I valori limite differenziali di immissione sono 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno, all'interno degli ambienti abitativi. Tali valori non si applicano nelle aree in Classe VI.

Tali disposizioni non si applicano se il rumore misurato a finestre aperte è inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno se il rumore ambientale misurato a

finestre chiuse è inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno.

Le disposizioni relative ai valori limite differenziali di immissione non si applicano alla rumorosità prodotta dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali, professionali, da servizi ed impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 MARZO 1998 – "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

Il Decreto stabilisce le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento da rumore, in attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera c), della L. 26 ottobre 1995, n. 447.

Vengono inoltre indicate le caratteristiche degli strumenti di misura e delle catene di misura e le esigenze minime di certificazione della conformità degli strumenti alle specifiche tecniche.

D.P.R. 142/2004 "Inquinamento acustico da traffico veicolare"

Il DPR 30 marzo 2004, n. 142 predisposto dall'ufficio studi e legislazione del Ministero dei Lavori Pubblici, contiene le disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447. Il decreto definisce le infrastrutture stradali in armonia all'art. 2 del DL 30 aprile 1992 n. 285 e sue successive modifiche e all'Allegato 1 al decreto stesso, con la seguente classificazione:

- A – Autostrade
- B – Strade extraurbane principali
- C – Strade extraurbane secondarie
- D – Strade urbane di scorrimento
- E – Strade urbane di quartiere
- F - Strade locali

Il decreto si applica alle infrastrutture esistenti e a quelle di nuova realizzazione e ribadisce che alle suddette infrastrutture non si applica il disposto degli Art. 2, 6 e 7 del DPCM 14.11.1997 (valori limite di emissione, valori di attenzione e valori di qualità).

Il DPCM14.11.1997 all'Art. 4 inoltre esclude l'applicazione del valore limite differenziale di immissione alle infrastrutture stradali.

Il decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore e in particolare, fissa i limiti applicabili all'interno e all'esterno della fascia di pertinenza acustica e in ambiente abitativo. I limiti all'esterno devono essere verificati in facciata agli edifici, a 1 m dalla stessa, in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione.

Infrastrutture esistenti

Per le infrastrutture stradali esistenti di tipo A, B e Ca viene proposta una fascia di pertinenza estesa per 250 m dal confine stradale.

Questo ambito territoriale viene suddiviso in una fascia più vicina all'infrastruttura (Fascia A) di ampiezza 100 m e in una fascia più distante di larghezza 150 m (Fascia B). L'impostazione ricalca pertanto il Decreto Attuativo sul rumore ferroviario.

Per strade tipo Cb (tutte le strade extraurbane secondarie con l'esclusione delle strade tipo Ca) viene conservata una Fascia A di 100 m mentre la Fascia B viene ridotta a 50 m. Le strade urbane di scorrimento Da e Db assumono una fascia unica di ampiezza 100 m mentre le strade urbane di quartiere tipo E e le strade locali di tipo F sono associate ad una fascia di pertinenza di 30 m.

I limiti di immissione per infrastrutture stradali esistenti sono riassunti nella successiva Tabella.

Al di fuori della fascia di pertinenza acustica (Art. 6) devono essere verificati i valori stabiliti dalla Tabella C del DPCM 14.11.1997, ossia i valori determinati dalla classificazione acustica del territorio.

Tabella 3 - Infrastrutture stradali esistenti e assimilabili (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti)

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo (*)		Altri ricettori	
			Diurno dBA	Notturno dBA	Diurno dBA	Notturno dBA
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B – extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C – Extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo (*)		Altri ricettori	
			Diurno dBA	Notturno dBA	Diurno dBA	Notturno dBA
D – urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E – urbane di quartiere		30	Definiti dai comuni, nel rispetto dei valori riportati in Tabella C allegata al DPCM del 14.11.1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6 comma 1 lettera a) della Legge n. 447 del 1995			
F - locale		30				
(*) Per le scuole vale il solo limite diurno						

Nuove infrastrutture

Per le strade di nuova realizzazione di tipo A, B e C1 viene proposta una fascia di pertinenza estesa per 250 m dal confine stradale. Anche in questo caso l'impostazione ricalca il Decreto Attuativo sul rumore ferroviario.

Per strade tipo C2 è prevista una Fascia di 150 m mentre per quelle urbane di scorrimento la fascia è di 100 m. Nelle strade urbane di quartiere tipo E e le strade locali di tipo F sono associate ad una fascia di pertinenza di 30 m.

I limiti di immissione per nuove infrastrutture stradali sono riassunti in Tabella 4.

Tabella 4 - Infrastrutture stradali nuova realizzazione

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo (*)		Altri ricettori	
			Diurno dBA	Notturno dBA	Diurno dBA	Notturno dBA
A - autostrada		250	50	40	65	55
B – extraurbana principale		250	50	40	65	55

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo (*)		Altri ricettori	
			Diurno dBA	Notturno dBA	Diurno dBA	Notturno dBA
C – Extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D – urbana di scorrimento	-	100	50	40	65	55
E – urbane di quartiere		30	Definiti dai comuni, nel rispetto dei valori riportati in Tabella C allegata al DPCM del 14.11.1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6 comma 1 lettera a) della Legge n. 447 del 1995			
F - locale		30				
(*) Per le scuole vale il solo limite diurno						

D.P.R. 459/98

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

Il Decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture delle ferrovie e delle linee metropolitane di superficie, con esclusione delle tramvie e delle funicolari.

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

Tale fascia deve a sua volta essere suddivisa in due parti:

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

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

- Per scuole, ospedali, case di cura, e case di riposo il limite è di 50 dB(A) nel periodo diurno e di 40 dB(A) nel periodo notturno. Per le scuole vale solo il limite diurno;

- Per gli altri ricettori posti all'interno della fascia «A» il limite è di 70 dB(A) nel periodo diurno e di 60 dB(A) nel periodo notturno;
- Per gli altri ricettori posti all'interno della fascia «B» il limite è di 65 dB(A) nel periodo diurno e di 55 dB(A) nel periodo notturno;

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

Il rispetto dei limiti massimi di immissione, entro o al di fuori della fascia di pertinenza, devono essere verificati con misure sugli interi periodi di riferimento diurno (6-22) e notturno (22-6), in facciata degli edifici e ad 1 m dalla stessa, in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione.

Inoltre qualora, in base a considerazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale, il raggiungimento dei predetti limiti non sia conseguibile con interventi sull'infrastruttura, si deve procedere con interventi diretti sui ricettori.

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

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

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

Decreto per la predisposizione degli interventi antirumore da parte dei gestori delle infrastrutture (DM 29/11/2000)

In data 6 Dicembre 2000, viene pubblicato il Decreto del Ministero dell'Ambiente n.141 del 29 Novembre 2000 "*Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore*".

Detto strumento normativo, stabilisce i criteri tecnici per la predisposizione degli interventi antirumore, definendo, oltre agli obblighi del gestore, i criteri di priorità degli interventi, riportando inoltre in Allegato (Allegato 2) i criteri di progettazione degli interventi stessi (Allegato 3 – Tabella 1), l'indice dei costi di intervento e i criteri di valutazione delle percentuali dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in uno stesso punto.

In particolare all'art. 4 "Obiettivi dell'attività di risanamento", il Decreto stabilisce che le attività di risanamento debbano conseguire il rispetto dei valori limite del rumore prodotto dalle infrastrutture di trasporto così come stabiliti dai regolamenti di esecuzione di cui all'art. 11 della Legge Quadro.

Nel caso di sovrapposizione di più fasce di pertinenza, il rumore immesso non deve superare complessivamente il maggiore fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture.

Per quanto concerne le priorità di intervento, nell'Allegato 1 viene riportato la seguente relazione per il calcolo dell'indice di priorità P,

$$P = \sum R_i \left(Li - L_i^* \right) \quad \text{(I)}.$$

nella quale:

R_i è il numero di abitanti nella zona i-esima,

$\left(Li - L_i^* \right)$ è la più elevata delle differenze tra i valori di esposizione previsti e i limiti imposti dalla normativa vigente all'interno di una singola zona;

Relativamente alle infrastrutture concorrenti, il Decreto stabilisce che l'attività di risanamento sia effettuata secondo un criterio di valutazione riportato nell'allegato 4 oppure attraverso un accordo fra i medesimi soggetti, le regioni e le province autonome, i comuni e le province territorialmente competenti.

Il criterio indicato dal decreto nell'Allegato 4 viene introduce il concetto di "*Livello di soglia*", espresso mediante la relazione:

$$\mathrm{L_s} = L_{zona} - 10 \cdot \log_{10} N \qquad \textbf{(1)}$$

e definito come "*il livello cui deve pervenire, a seguito di risanamento, ogni singola sorgente, avente rumore egualmente ponderato.*

Nella relazione (1) il termine N rappresenta il numero delle sorgenti interessate al risanamento, e L_{zona} è il limite assoluto di immissione. Se il livello equivalente di rumore immesso da una sorgente è inferiore di 10 dB(A) rispetto al valore della sorgente avente massima immissione ed inferiore al livello di soglia calcolato con il numero di sorgenti diminuito di 1, il contributo della sorgente stessa può essere trascurato.

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il tratto in oggetto è relativo al collegamento ferroviario tra il Porto Storico di Genova e il Terzo Valico dei Giovi, sfruttando le gallerie esistenti Molo Nuovo, galleria Sampierdarena e galleria Campasso. Attraverso l'adeguamento della tratta tra parco Campasso e Bivio Succursale, si consente il collegamento a Bivio Fegino attraverso la galleria Facchini 1.

Tale collegamento si può suddividere in due Tratte:

- Tratta tra Porto di Genova ed ex Bivio S. Limbania, cosiddetto "Ultimo Miglio" la cui gestione è in capo all'Autorità di Sistema Portuale (AdsP) e non è oggetto del presente studio;
- Tratta tra l'ex Bivio S. Limbania e Bivio Fegino i cui lavori fanno parte del cosiddetto "Progetto Unico" (rif. Legge n.55 del 14/06/2019) – oggetto del presente studio.

La seconda tratta si può dividere in tre lotti si seguito elencati:

- Lotto 1: da Bivio Fegino alla Radice Nord di parco Campasso;
- Lotto 2: PRG di parco Campasso;
- Lotto 3: Da radice Sud di parco Campasso all'ex Bivio S. Limbania (indicato come sbocco Sud Galleria Sampierdarena);

I suddetti lotti fanno riferimento a tratti ferroviari attualmente dismessi e la loro rifunzionalizzazione consentirà di poter mettere in servizio il collegamento tra il Porto Storico di Genova e le linee ferroviarie del Nodo di Genova.

LOTTO 1

La tratta all'aperto del lotto 1 ha inizio alla pk 3+283 e si estende in direzione Nord fino alla pk 4+896, nei pressi di bivio Succursale. Nel tratto iniziale la sede ferroviaria si sviluppa in rilevato alto con la quota del piano ferro sostanzialmente a +4 m / +5 m dal p.c. attuale, vista la presenza di numerosi sottovia carrabili. Nel secondo tratto, a Nord del Ponte Polcevera, la differenza di quota tra p.f. e p.c si incrementa fino a +12m / +13m.

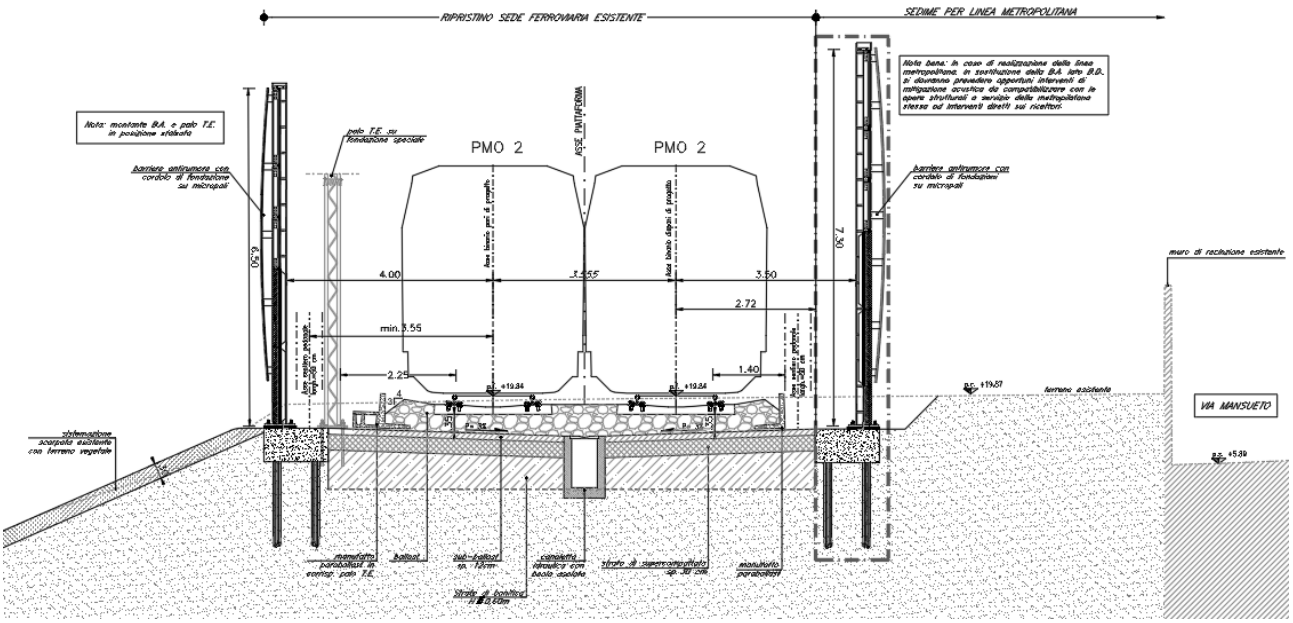


Figura 1 – Sezione tipo in rilevato da inizio intervento al Ponte Polcevera

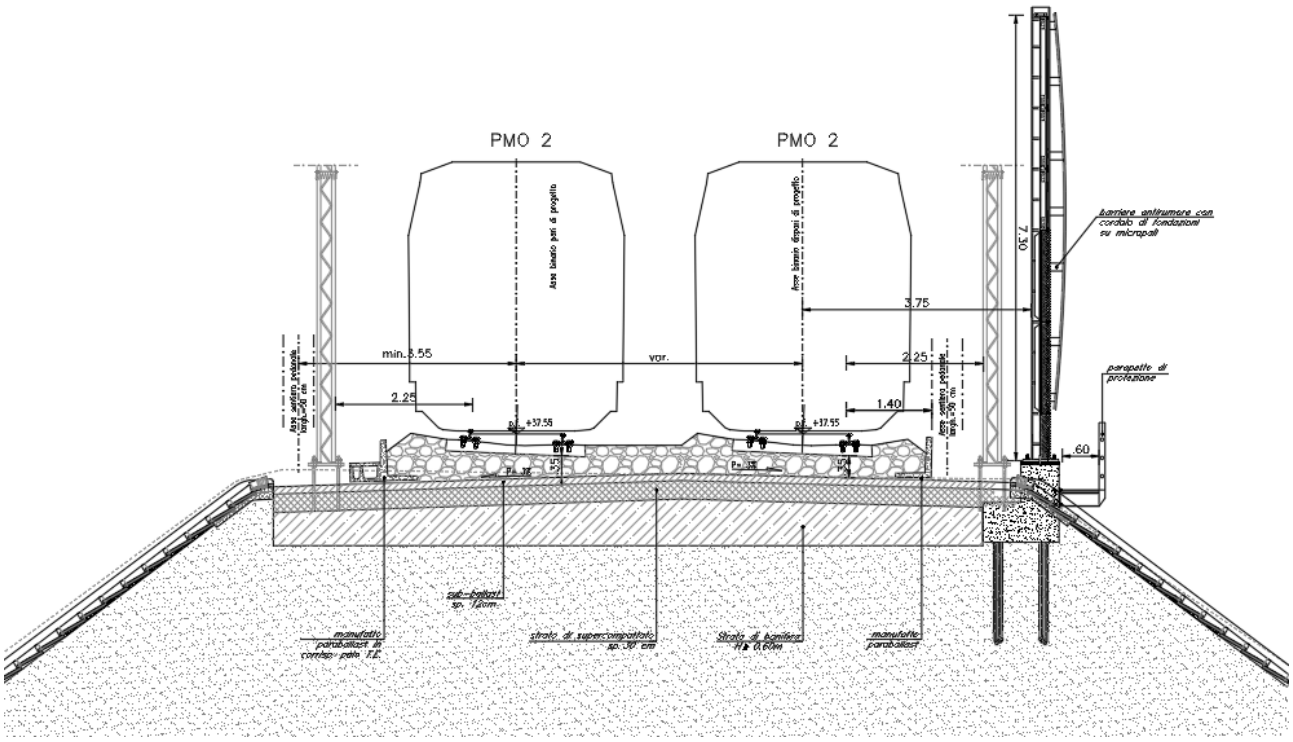


Figura 2 – Sezione tipo in rilevato dal Ponte Polcevera a bivio Succursale

Attualmente la linea esistente risulta fuori esercizio da circa 10 anni; si rileva pertanto la presenza di tratti estesi con vegetazione ed arbusti che hanno compromesso le caratteristiche dell'ultimo strato del corpo del rilevato.

Tale circostanza rende necessario il ripristino della funzionalità della piattaforma mediante la realizzazione di interventi di adeguamento/ripristino del sedime esistente costituiti da:

- formazione del corpo del rilevato;
- formazione del corpo ferroviario supercompattato;
- formazione dello strato di sub-ballast;
- sovrastruttura ferroviaria ed impianti elettroferroviari.

Gli interventi più significativi ricompresi all'interno del Lotto 1 sono rappresentati dalla sostituzione delle travate metalliche del ponte sul Polcevera e dalla costruzione della travata su Via Rossini (attualmente già demolita). Di seguito una foto aerea con la localizzazione degli interventi.

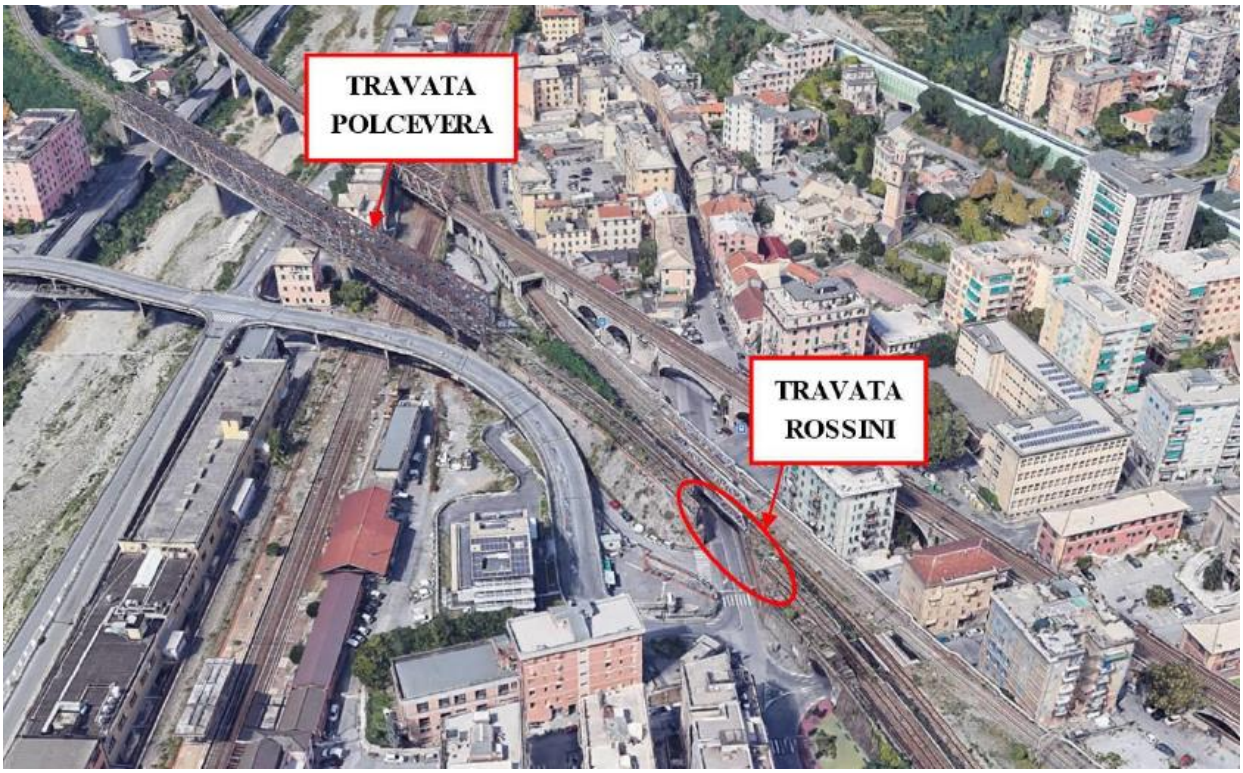


Figura 3 – Inquadramento su foto aerea della travata del ponte Polcevera e della Travata Rossini

L'intervento sul ponte di attraversamento del Polcevera ha inizio dalla pk 4+481.12 B.D. (4+476.67 B.P) e si conclude alla pk 4+234.76 B.D. (4+230.26 B.P.).

In corrispondenza della spalla nord del ponte è prevista la messa in opera di un giunto di dilatazione, allo scopo di evitare deformazioni o disallineamenti dei binari e al fine di garantire la sicurezza della tratta.

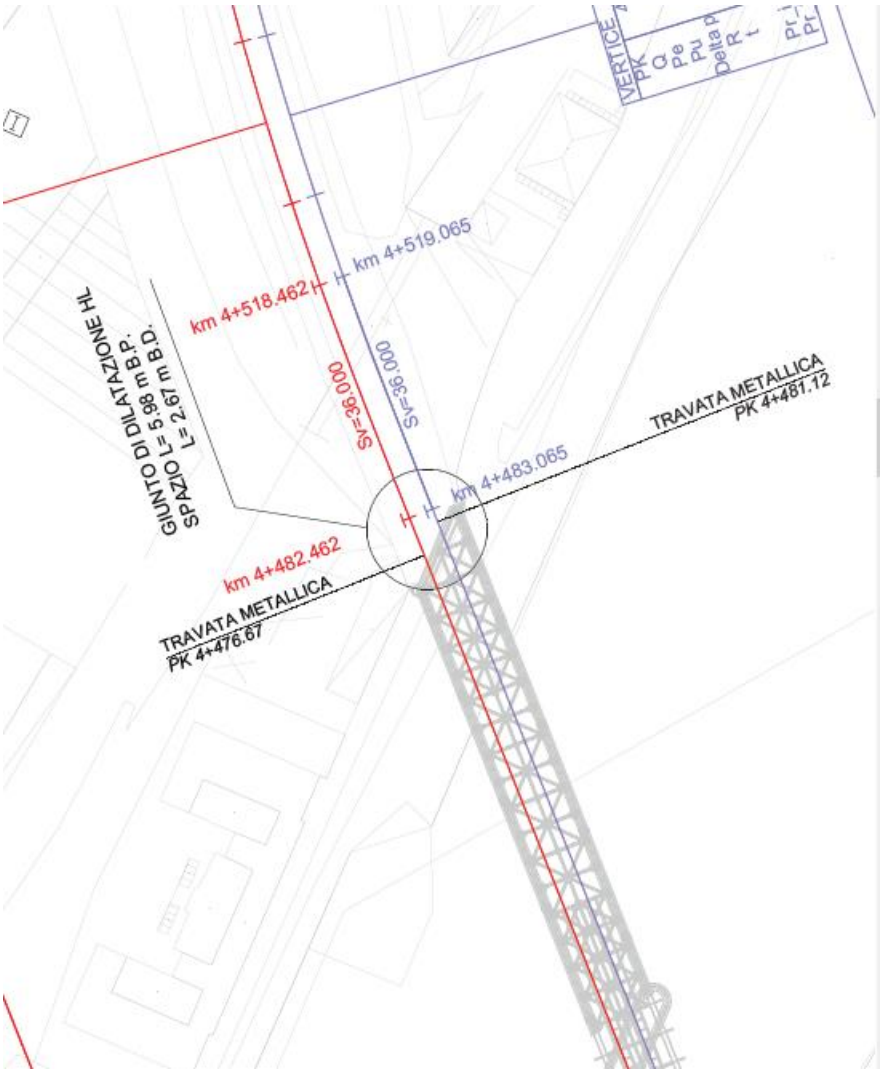


Figura 4 – Ponte sul Polcevera - giunto di dilatazione

L'intervento sul Polcevera si estende per una lunghezza complessiva di circa 243 m, secondo lo schema planimetrico che segue.



Figura 5 – Planimetria dell'intervento travata sul Polcevera

Per il rifacimento della travata Polcevera è stata studiata la demolizione della travata esistente e la realizzazione di una nuova travata reticolare continua su tre luci a maglia triangolare, a via inferiore e a doppio binario.

Nel seguito si riporta prospetto, pianta e sezione trasversale della nuova travata.

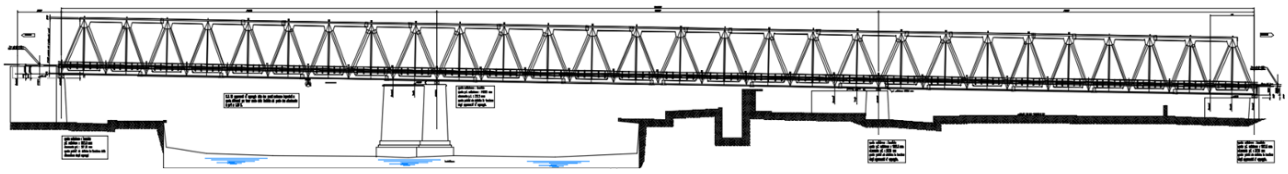


Figura 6 – Prospetto nuova travata sul ponte Polcevera

Sono previsti inoltre interventi di rinforzo sia sulle spalle che sulle pile del viadotto Polcevera per adeguamenti sismici.

L'intervento del nuovo impalcato su via Rossini ha inizio alla pk 4+151.80 B.D. (4+152.17 B.P.) e si conclude alla pk 4+084.23 B.D. (4+084.46 B.P.). Si estende per una lunghezza di circa 68 m, secondo la configurazione planimetrica esposta di seguito.

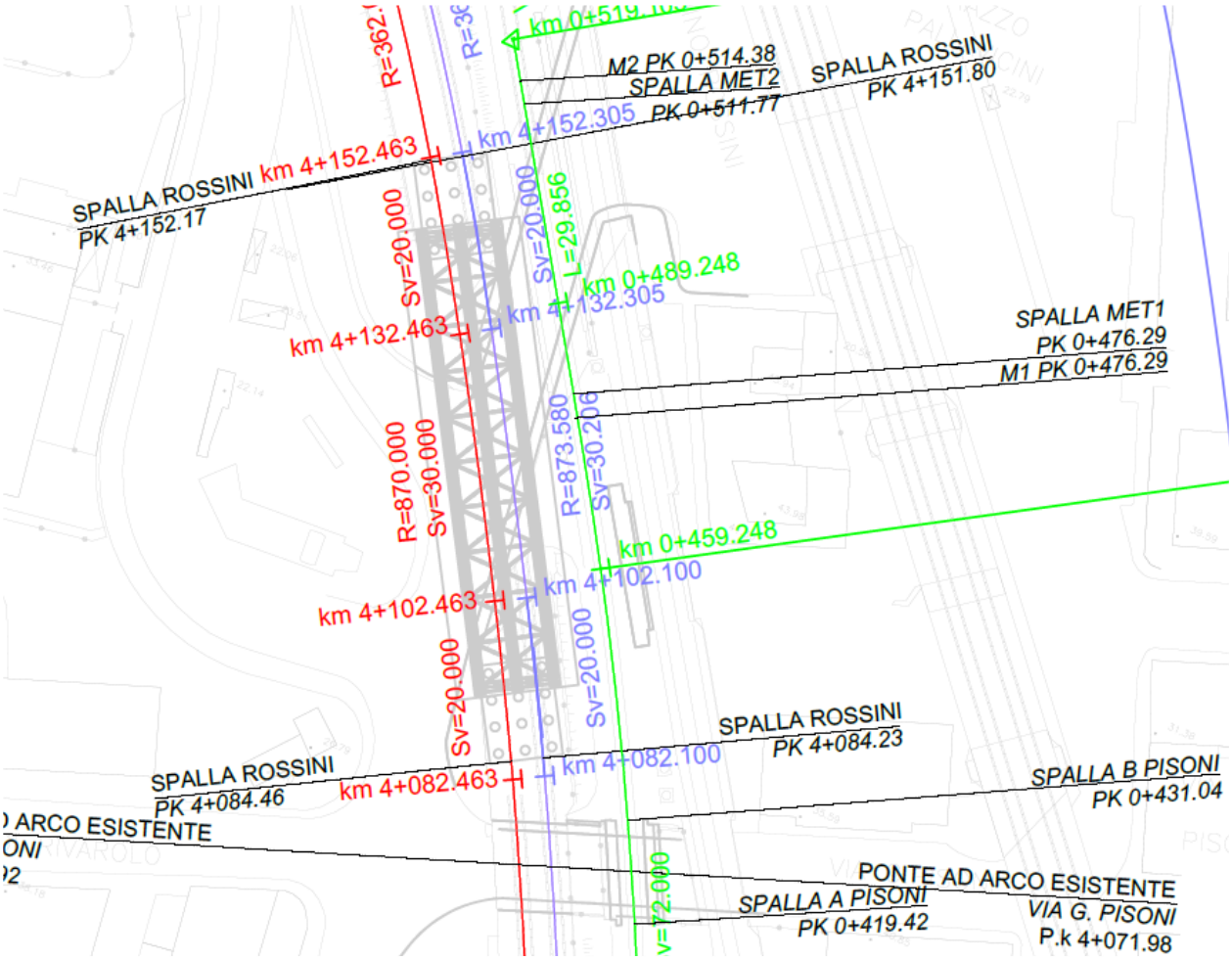


Figura 7 – Planimetria dell'intervento impalcato su via Rossini

Per la realizzazione del nuovo impalcato su via Rossini, è stata studiata una sezione mista a cassone e a doppio binario.

Nel seguito si riporta prospetto, pianta e sezione trasversale della nuova travata.

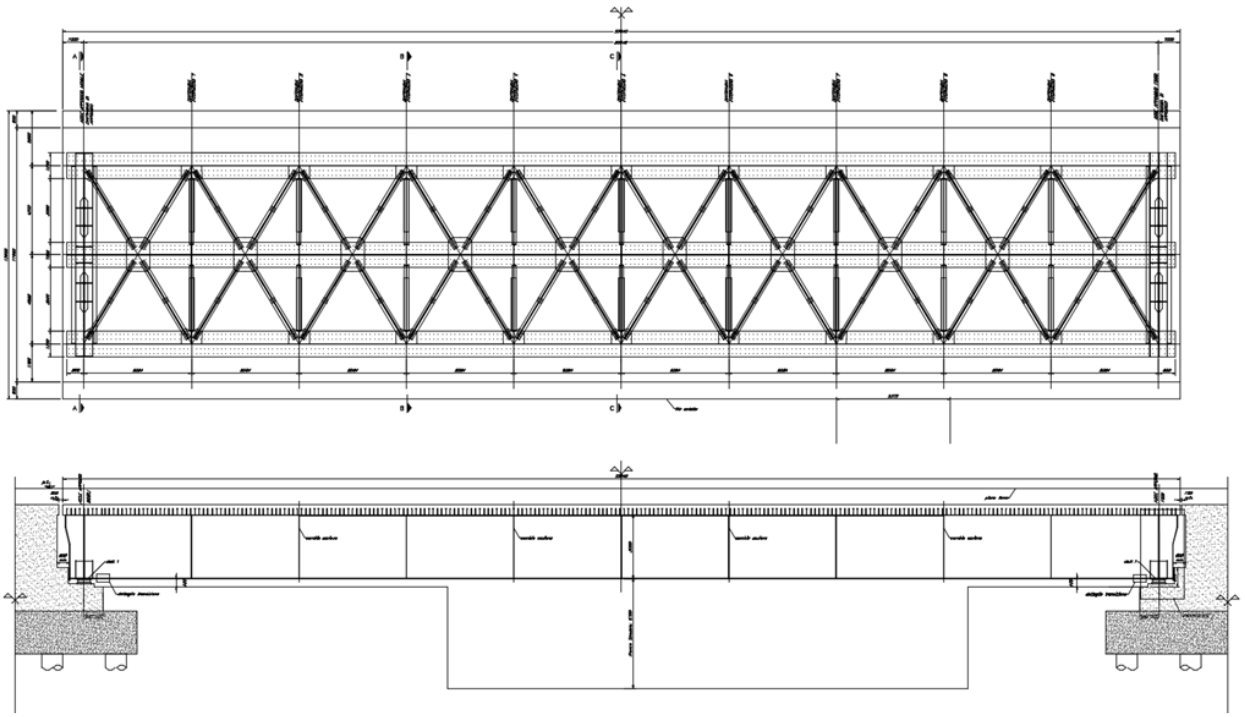


Figura 8 – Prospetto e pianta della travata su Via Rossini

La messa in servizio della linea rende inoltre necessario prevedere gli interventi di adeguamento /miglioramento strutturale delle seguenti opere esistenti sotto binario presenti lungo linea:

1. sottovia Brin
2. sottovia S. Bartolomeo della Certosa
3. sottovia Dandolo
4. sottovia Tasso
5. sottovia Piombelli
6. ponte a tre luci Torbella
7. ponte in muratura Via Pisoni
8. galleria esistente presso Via Greto di Cornigliano
9. ponte in muratura Via Ferri
10. ponte in muratura Via S.Ambrogio di Fegino
11. tombino idraulico Via Ferri

I primi otto interventi sono localizzati in sinistra Polcevera e rappresentano interventi di miglioramento strutturale già programmati da RFI nell'ambito degli interventi manutentivi del patrimonio ferroviario: non sono oggetto dei lavori di cui alla presente relazione.

Dal punto di vista dell'attrezzaggio tecnologico si prevedono i principali seguenti interventi:

- Rifacimento Armamento (doppio binario) da radice Nord di Campasso a Bivio Succursale incluso e ripristino binario Rivarolo.
- Attrezzaggio Tecnologico TE/IS di piazzale/TLC/LFM e realizzazione, in corrispondenza di bivio Succursale, di una nuova cabina TE in container;

LOTTO 2 – PRG parco Campasso

Il Lotto 2 ha inizio alla pk 2+067.87 e si estende in direzione Nord fino alla pk 3+253.212 B.D. (3+274.545 B.P.), nei pressi del sottovia esistente di via Benedetto. Anche in questo tratto la sede ferroviaria si sviluppa in rilevato, ad una altezza di circa 6 m dal p.c. L'ambito è attualmente interessato trasversalmente dalla realizzazione del nuovo ponte sul Polcevera.



Figura 9 – Inquadramento fotografica dell'area del PRG Campasso

In tale ambito sono previsti tutti gli Interventi necessari per l'accessibilità e la funzionalità dello scalo ferroviario:

- Interventi di allungamento sottopassi a Parco Campasso conseguenti la realizzazione del nuovo Ponte Autostradale sul fiume Polcevera;
- Realizzazione della piattaforma ferroviaria e le relative opere idrauliche di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma;

- Realizzazione di scalo merci di tipo raccordato, con la possibilità di movimentare anche merci pericolose, ad 8 binari (Parco Campasso);
- Realizzazione di 2 sottopassi pedonali per gli addetti ai lavori lungo tutta l'estensione del fascio;
- Attrezzaggio Tecnologico di piazzale;
- Finiture, impianti e attrezzaggio Tecnologico fabbricato ACC a Parco Campasso, IS di cabina, ecc.

L'intervento di realizzazione della piattaforma ferroviaria interessa una lunghezza di 1,2 km circa, la cui configurazione planimetrica si espone di seguito.

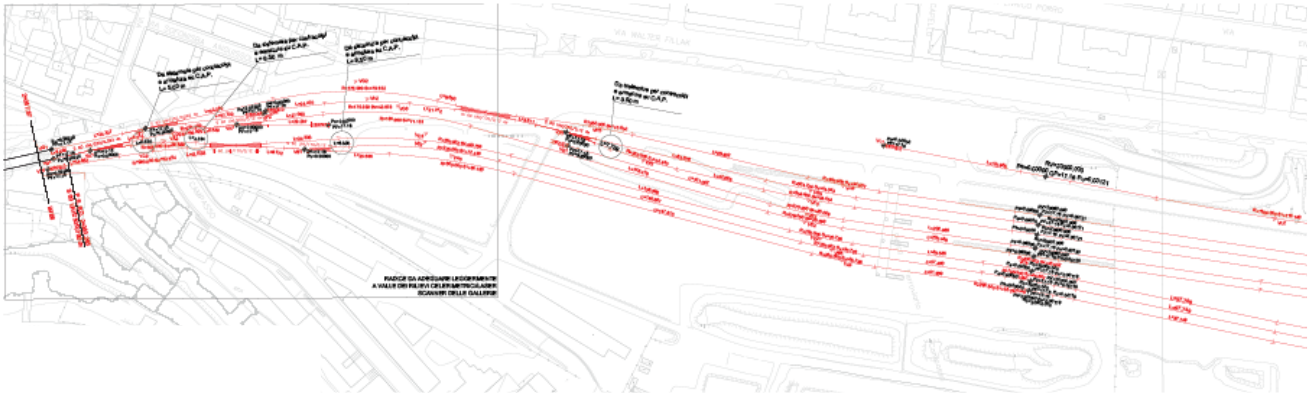


Figura 10 – PRG Parco Campasso. Planimetria lato Sud

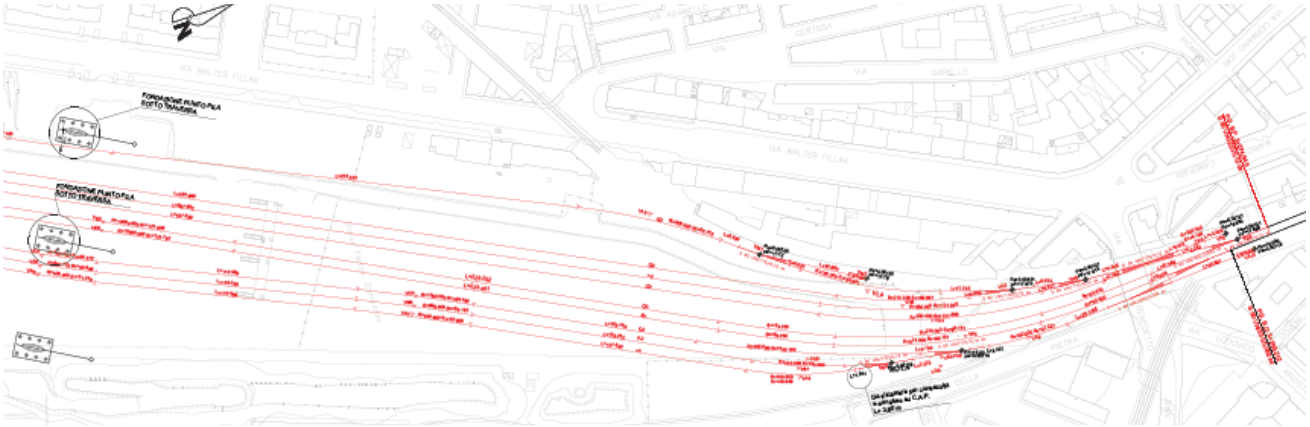
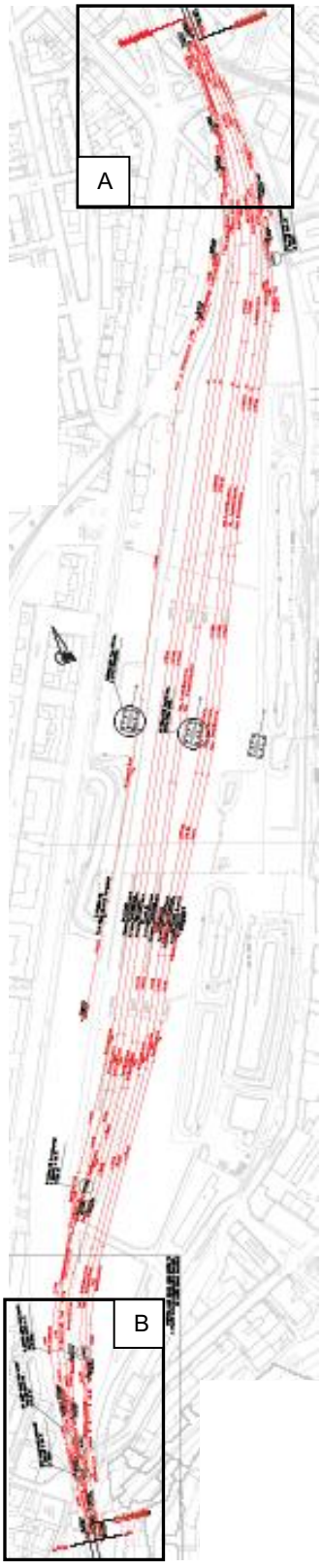
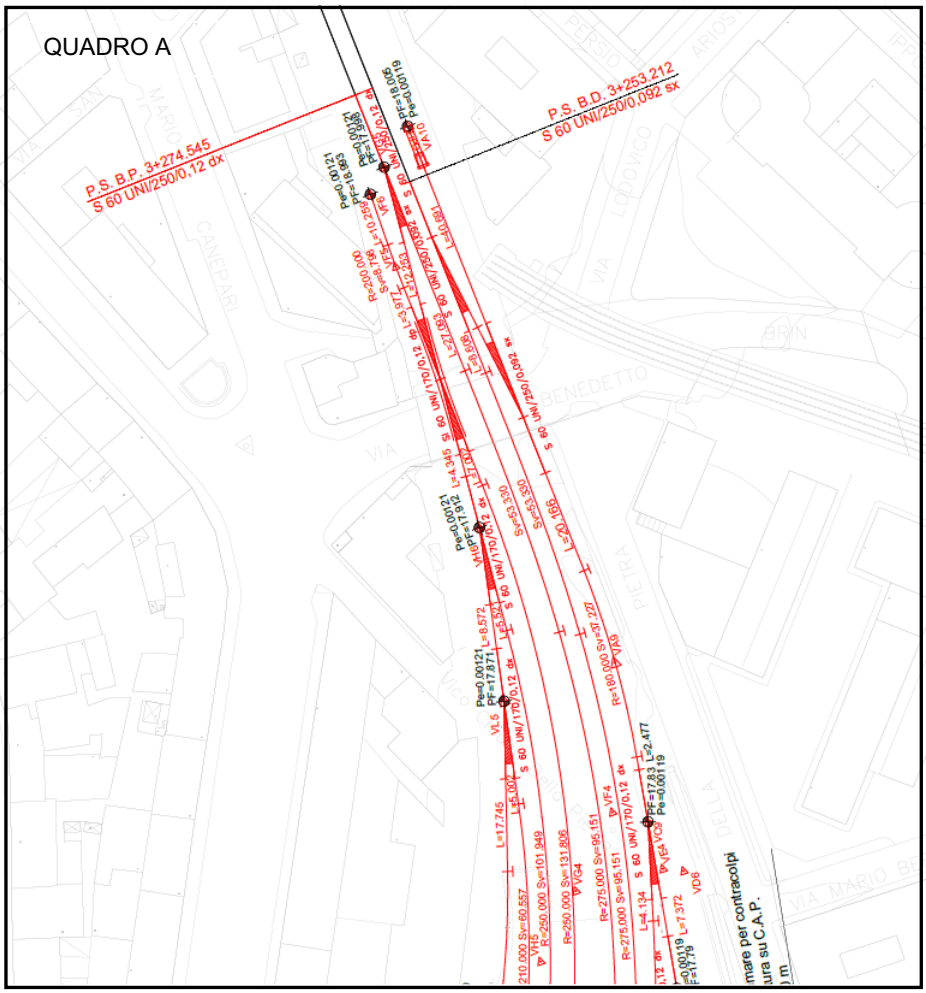


Figura 11 – PRG Parco Campasso. Planimetria lato Nord





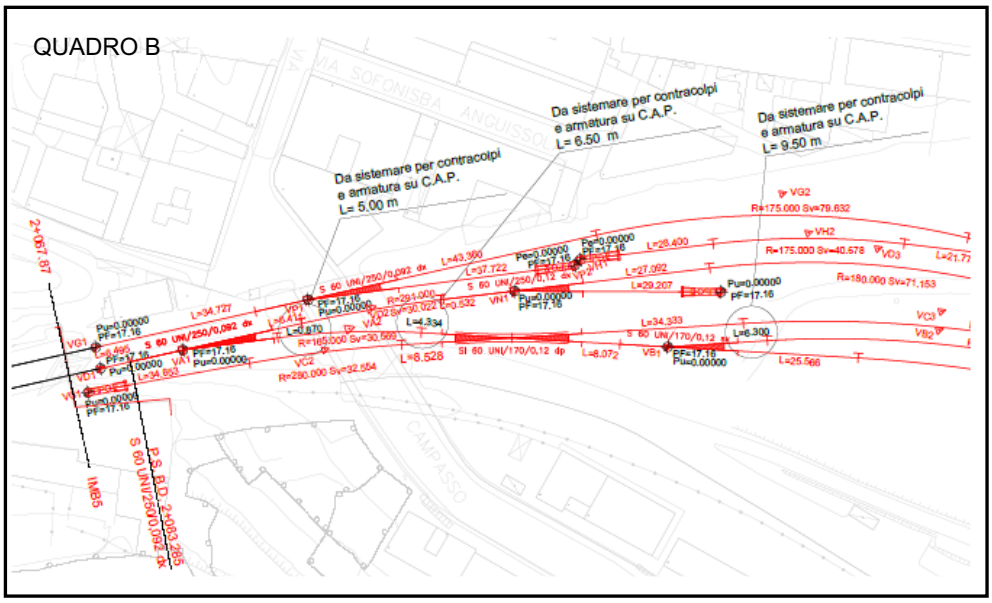


Figura 12 – Planimetria PRG Parco Campasso - quadro d'unione e dettagli

LOTTO 3 - Da radice Sud di parco Campasso all'imbocco sud galleria Sampierdarena

Il Lotto 3 ha inizio in corrispondenza della radice Sud di Campasso, alla pk 2+067.87 B.D. e si estende in direzione Sud fino alla pk 0+591.78, nei pressi dell'ex Bivio S. Limbania (indicato come sbocco Sud Galleria Sampierdarena).

Nel tratto in esame la linea ferroviaria è in galleria per gran parte della sua estensione. Procedendo da Nord verso Sud si distinguono infatti le due gallerie di Campasso e di Sampierdarena.

In particolare in corrispondenza della radice Sud di Campasso si localizza lo sbocco della Galleria Campasso, il cui imbocco è invece localizzato alla pk 1+797.65. In tale tratta l'intervento ha la configurazione planimetrica mostrata di seguito.

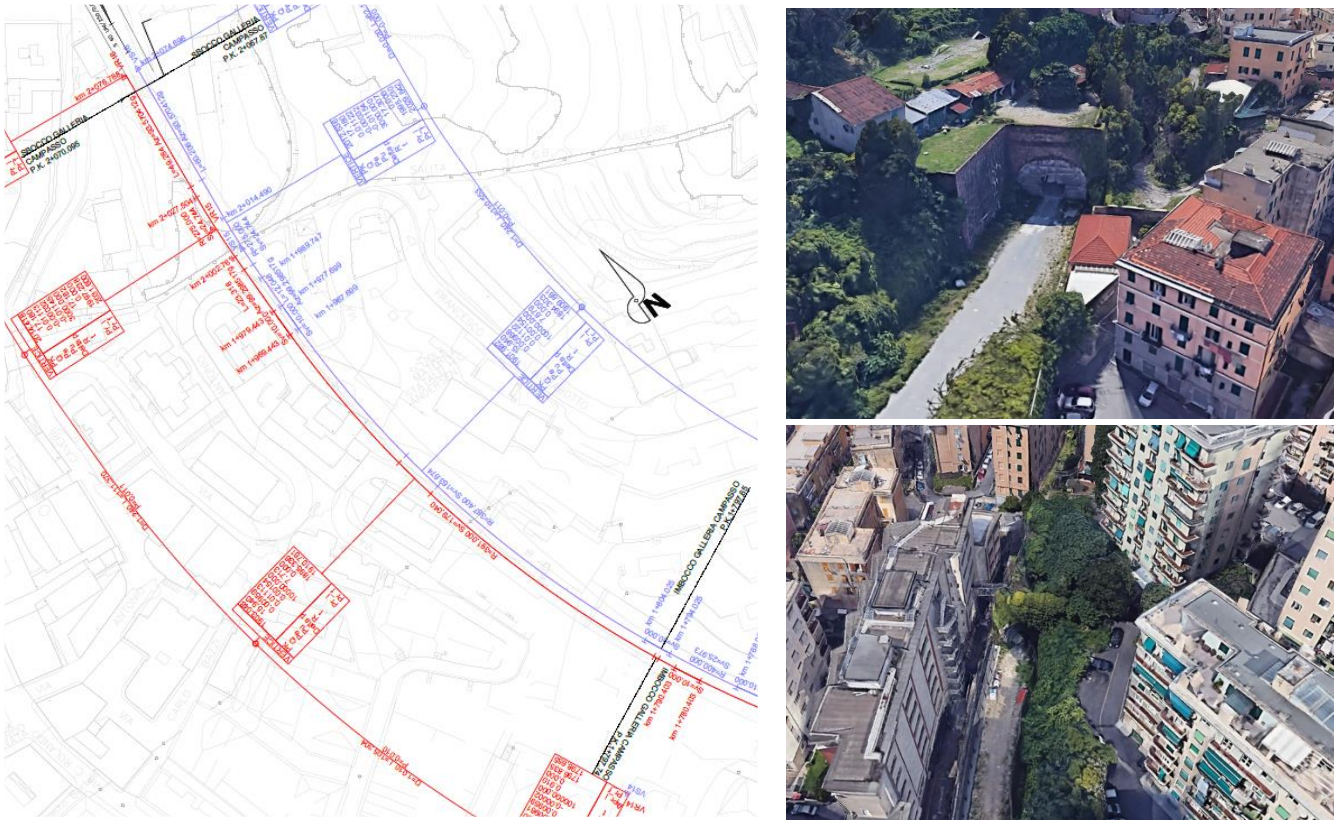


Figura 13 – A sinistra la planimetria dell'intervento in corrispondenza della Galleria Campasso, a destra l'inquadramento su foto aerea dello sbocco (in alto) e dell'imbocco (in basso)

Lo sbocco della Galleria di Sampierdarena si localizza in corrispondenza della pk 1+539.84, l'imbocco è invece localizzato alla pk 0+591.78.

In tale tratta l'intervento ha un andamento rettilineo, con configurazione planimetrica mostrata di seguito.

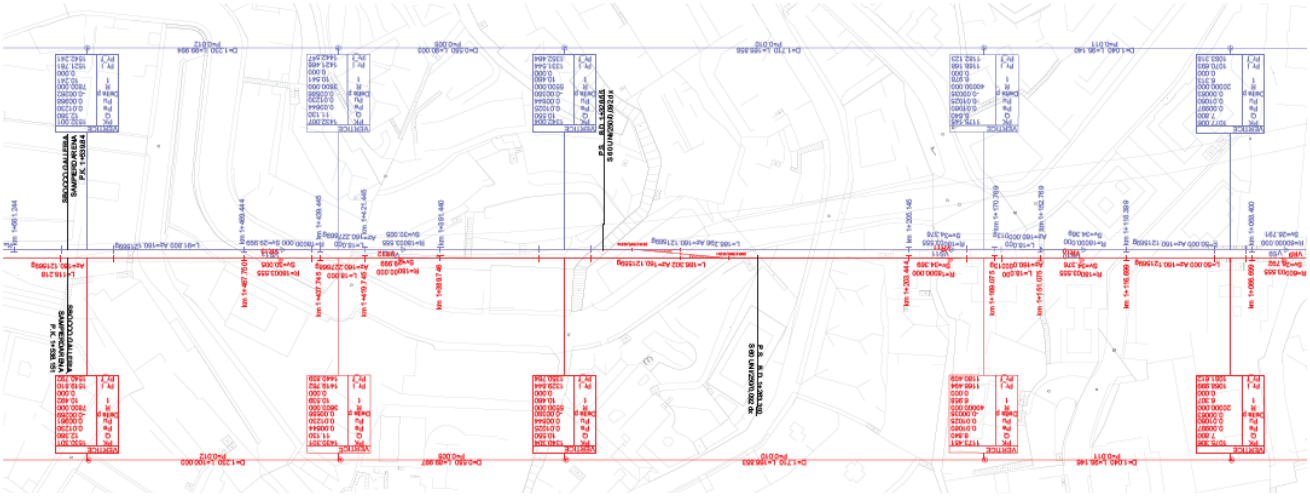


Figura 14 – Galleria Sampierdarena - planimetria lato Nord-Ovest.

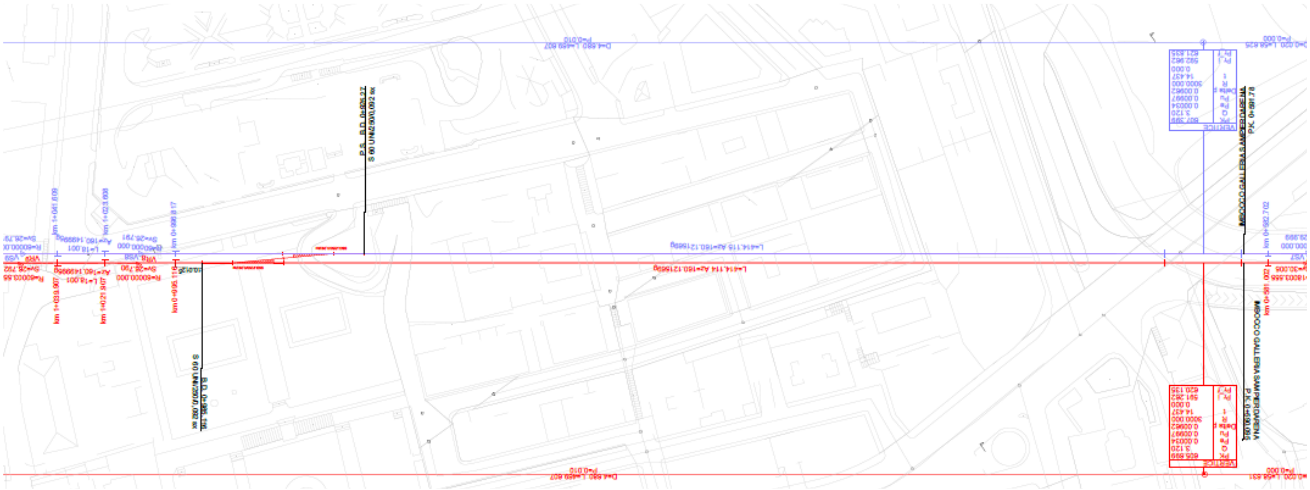


Figura 15 – Galleria Sampierdarena - planimetria lato Sud-Est.

In tale ambito sono previsti tutti gli interventi necessari per l'accessibilità e la funzionalità dello scalo ferroviario:

- interventi residui di adeguamento sagoma (circa 60 m) nella galleria Sampierdarena;
- intervento di consolidamento di un tratto di muratura esistente tra la galleria Campasso e Sampierdarena a seguito dell'abbassamento del piano di piattaforma e della realizzazione della cunetta idraulica laterale;
- eventuale completamento degli interventi di mitigazioni acustiche già realizzate;
- eventuali interventi alle opere civili che si rendessero necessari all'interno del limite d'intervento costituito dall'imbocco sud della galleria Sampierdarena;
- posa armamento (doppio Binario) da radice sud di Campasso a imbocco sud galleria Sampierdarena; all'interno delle gallerie Campasso e Sampierdarena, eventualmente attrezzato con la posa di tappetino antivibrante.
- attrezzaggio tecnologico.

La messa in servizio della linea rende inoltre necessario prevedere l'intervento di adeguamento dell'opera di attraversamento pedonale localizzata tra le pk 1+658.23 e 1+652.88.



Figura 16 – Inquadramento su foto aerea dell'imbocco della Galleria Sampierdarena (freccia gialla) e dell'attraversamento pedonale (freccia rossa).

3.1. Cantierizzazione e utilizzo di aree

In relazione alle opere previste, che insistono su un sedime ferroviario esistente, è possibile contenere le aree di cantiere entro le proprietà ferroviarie limitando in questo senso i disagi dovuto a occupazioni temporanee di altre aree non ferroviarie.

Rispetto alle opere più significative, quali il ponte sul Polcevera e l'attraversamento di Via Rossini, sono ipotizzate soluzioni progettuali volte a contenere la necessità di aree sul sedime ferroviario o nelle strette pertinenze di questo.

Il varo della travata del ponte sul Polcevera avverrà da nord sfruttando il rilevato ferroviario esistente attualmente dismesso (cfr figura seguente) che dovrà essere opportunamente adeguato per consentire le operazioni di costruzione e varo della nuova travata metallica.

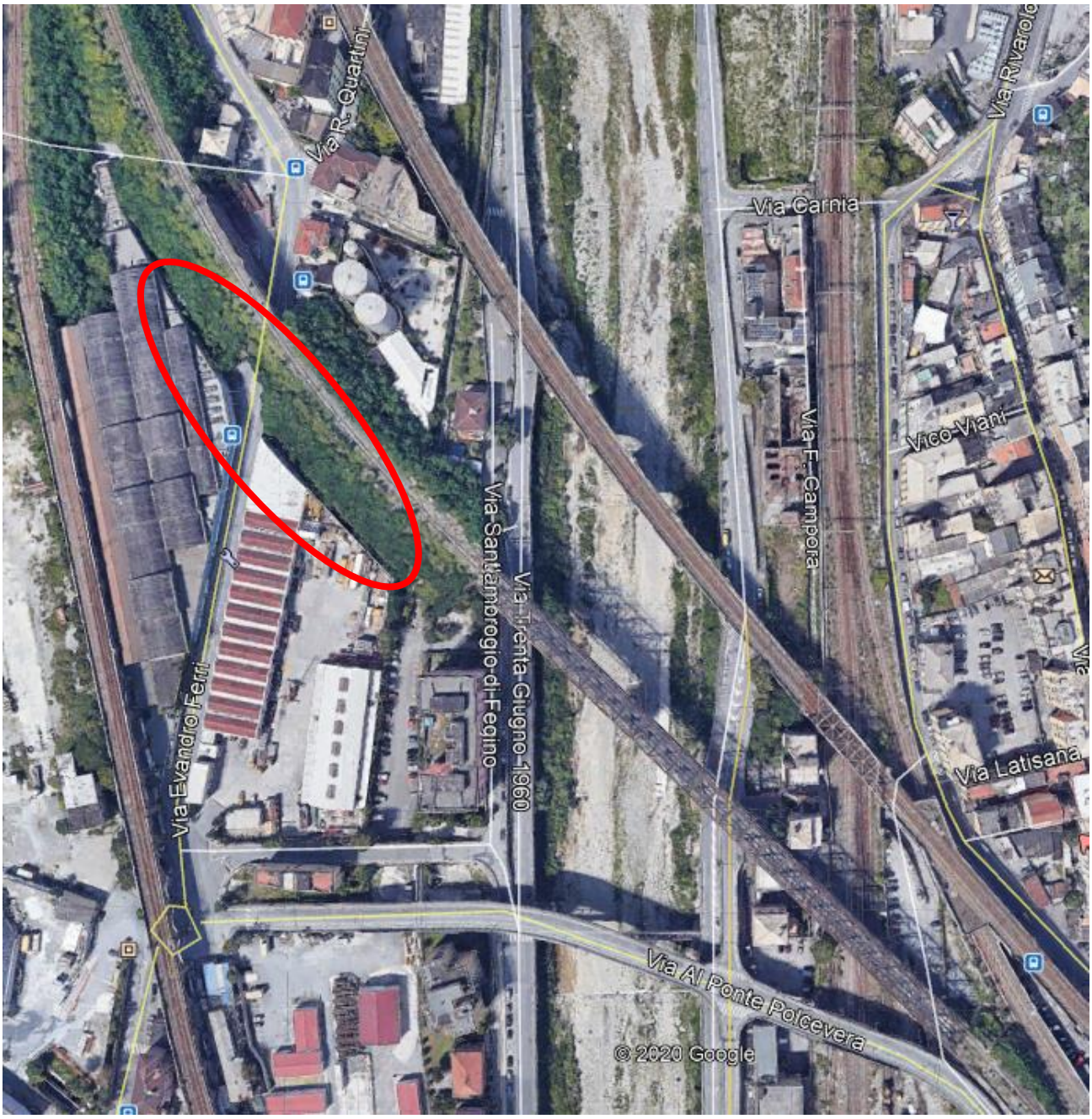


Figura 17 – Varo del ponte sul Polcevera. In rosso il rilevato ferroviario che sarà sfruttato per le operazioni di varo

Anche per quanto attiene l'attraversamento di Via Rossini (cfr figura seguente) l'accesso al rilevato ferroviario sarà garantita attraverso un'area compresa tra i due tratti di ferrovia accessibile dalla pubblica viabilità.

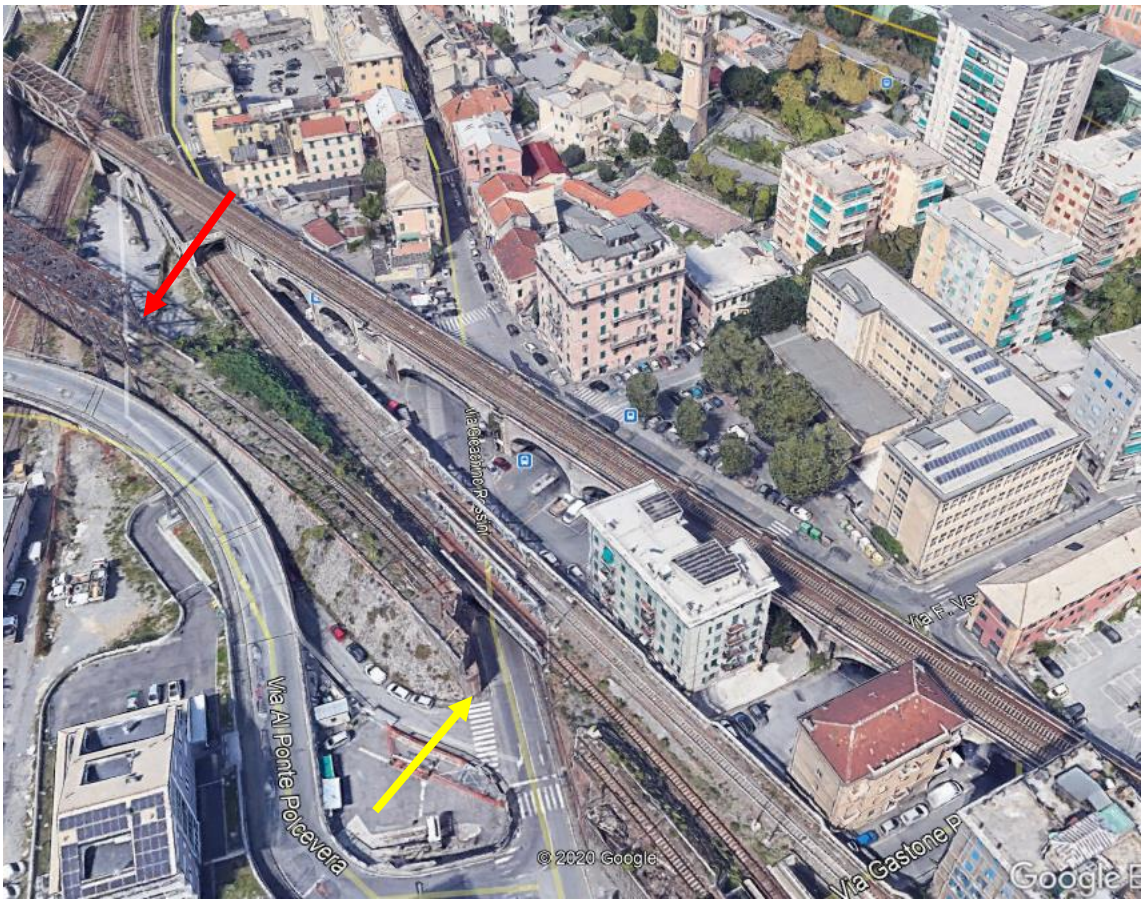


Figura 18 – La freccia gialla indica l'attraversamento di via Rossini. Quella rossa l'area attraverso la quale sarà garantito l'accesso sul rilevato ferroviario

4. LIMITI DI RIFERIMENTO

La verifica di concorsualità, come indicata dall'Allegato 4 del DM 29/11/2000 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto", richiede in primo luogo l'identificazione degli ambiti interessati dalle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale e dalle infrastrutture secondarie presenti sul territorio. La verifica è di tipo geometrico e viene svolta considerando le fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie potenzialmente concorsuali.

Se il ricettore è compreso all'interno di un'area di concorsualità è in primo luogo necessario verificare la significatività della sorgente concorsuale.

La sorgente concorsuale non è significativa, e può essere pertanto trascurata, se sussistono le seguenti due condizioni:

a) i valori della rumorosità causata dalla sorgente secondaria sono inferiori al limite di soglia, LS, dato dalla relazione LS = Lzona – 10 log10(n-1), dove n è il numero totale di sorgenti presenti ed Lzona è il massimo dei limiti previsti per ognuna delle singole sorgenti concorsuali;

b) la differenza fra il livello di rumore causato dalla sorgente principale e quello causato dalla sorgente secondaria è superiore a 10 dB(A).

Se la sorgente concorsuale è significativa, sia la sorgente principale sia quella concorsuale devono essere mitigate nell'ambito delle rispettive attività di risanamento che andrebbero coordinate tra i soggetti coinvolti. I limiti di zona nella fascia di pertinenza non sono sufficienti a controllare la sovrapposizione degli effetti e devono essere definiti dei livelli di soglia.

In questo modo si vincolano le sorgenti sonore a rispettare limiti inferiori a quelli consentiti qualora le stesse fossero considerate separatamente, imponendo che la somma dei livelli sonori non superi il limite massimo previsto per ogni singolo ricettore.

Nell'area di progetto le sorgenti infrastrutturali che possono essere ritenute concorsuali sono le seguenti:

- Autostrada A7 – infrastruttura stradale di tipo A
- Metropolitana Brin Canepari in progetto – infrastruttura di tipo ferroviario ricadente nell'ambito di applicazione del DPR 459 del 1998
- Linea AC-01 Sampierdarena - Brignole
- Linea LS-01 Sampiedarena – Campasso

Le fasce di pertinenza delle infrastrutture considerate ai fini della concorsualità delle sorgenti sono riportate nella Tavola **NG1H-02-D-CV-C4-IM00-00-001-A01** di cui di seguito si riporta uno stralcio.

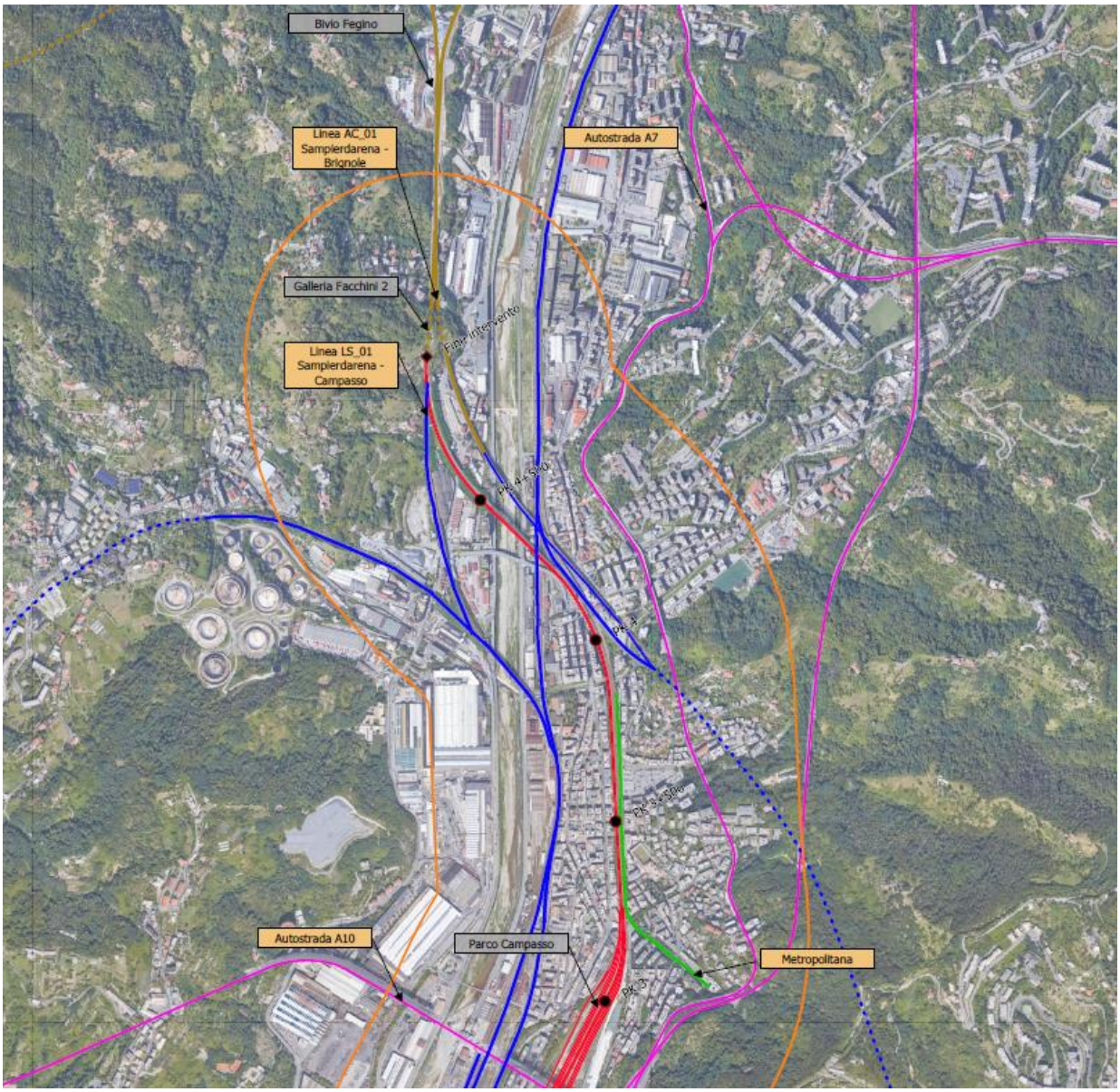


Figura 19 – Fasce di pertinenza delle infrastrutture concorsuali

Di seguito si riportano i limiti derivanti dall'analisi delle sorgenti concorsuali.

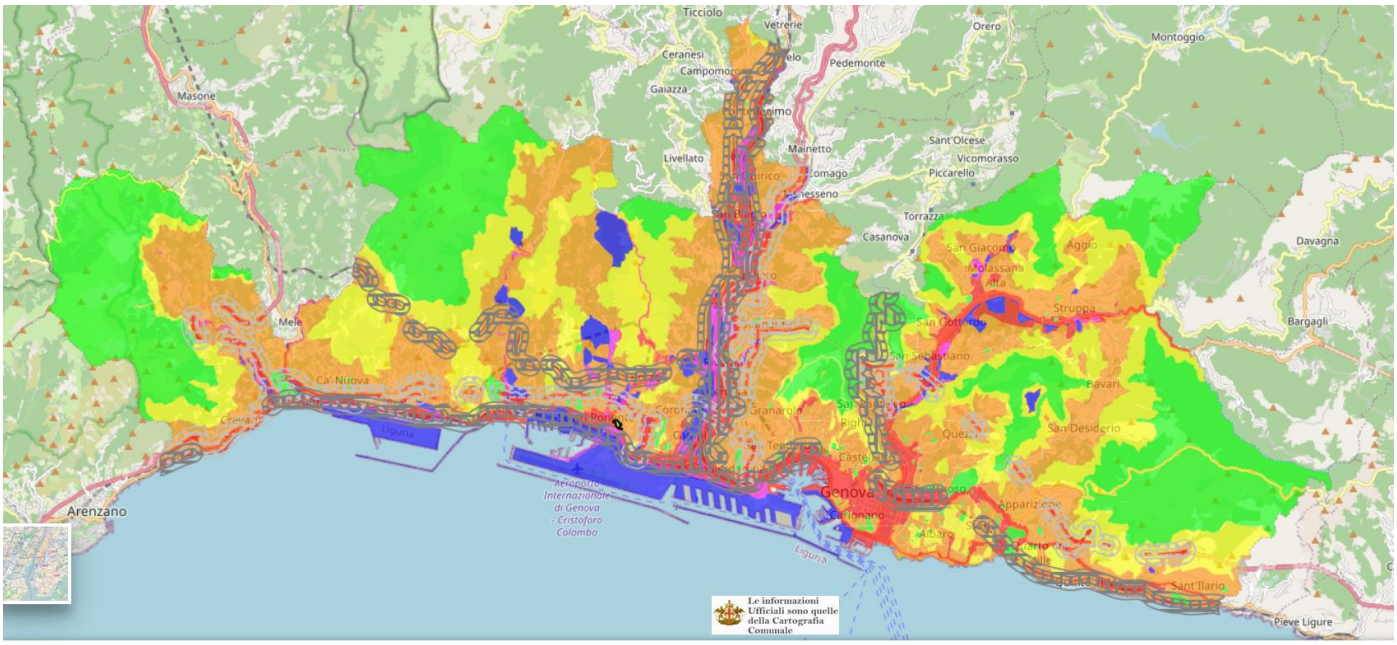
Tabella 5 – Limiti concorsuali

Sorgenti					
Opera in progetto	Sorgente concorsuale 1	Sorgente concorsuale 2	Sorgente concorsuale 3	Periodo diurno dB(A)	Periodo notturno dB(A)
A	A	-		67,0	57,0
A	B			68,8	58,8
B	B			62,0	52,0
B	A			63,8	53,8
A	A	A		65,2	55,2
A	A	B		66,4	56,4
A	B	A		66,4	56,4
A	B	B		67,9	57,9
B	A	A		61,4	51,4
B	A	B		62,9	52,9
B	B	A		62,9	52,9
B	B	B		60,2	50,2
A	A	A	B	64,8	54,8
A	A	B	B	65,8	55,8
A	B	B	B	67,1	57,1
B	A	A	A	59,8	49,8
B	A	A	B	60,8	50,8
B	A	B	B	62,1	52,1
B	B	B	B	59,0	49,0
A	A	A	A	64,0	54,0

I limiti riportati in tabella si riferiscono a edifici residenziali; in caso di edifici adibiti ad attività commerciali o uffici sono stati considerati unicamente i valori diurni, in quanto relativi al periodo di riferimento in cui è prevista la permanenza di persone.

Al di fuori delle fasce di pertinenza valgono i limiti del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Genova.

Il Comune di Genova ha approvato con Deliberazione n° 234 del 24 aprile 2002 la Classificazione Acustica del territorio comunale che suddivide il Territorio in 6 classi omogenee all'interno delle quali sono definiti i valori limite assoluti e differenziali delle sorgenti sonore presenti.



CLASSI ZONIZZAZIONE ACUSTICA

- CLASSE 1
  aree particolarmente protette
- CLASSE 2
  aree ad uso prevalentemente residenziale
- CLASSE 3
  aree di tipo misto
- CLASSE 4
  aree di intensa attivita umana
- CLASSE 5
  aree prevalentemente industriali
- CLASSE 6
  aree esclusivamente industriali

FASCIA FERROVIARIA

- FASCIA DI RISPETTO FERROVIARIA A
- FASCIA DI RISPETTO FERROVIARIA B

FASCIA AUTOSTRADALE

- FASCIA DI RISPETTO AUTOSTRADALE A
- FASCIA DI RISPETTO AUTOSTRADALE B

Figura 20 – Piano di Classificazione Acustica (fonte Geoportale)

5. ANALISI DEL SISTEMA INSEDIATIVO

Il progetto attraversa un contesto urbanizzato, attraversato da una fitta rete di infrastrutture viarie e ferroviarie, si alternano aree residenziali, industriali, commerciali e terziarie, risalenti a diversi periodi storici, in un tessuto antropico pressoché diffuso nel fondovalle.

Oltre al fondovalle, dove a tratti dominano le aree industriali, in parte dismesse e riconvertite, anche i versanti sono stati oggetto di progressiva urbanizzazione, soprattutto di tipo residenziale, che diminuisce salendo in quota e lascia man mano spazio alle aree agricole di collina dominate dagli uliveti e alle aree boscate.

L'area di intervento è attraversata dal torrente Polcevera, che in questo tratto terminale, prima di sfociare nel Mar Ligure all'interno dell'area portuale di Genova, attraversa i quartieri di Rivarolo, Cornigliano e Sampierdarena, con un alveo artificiale costretto tra argini costruiti intorno alla metà dell'Ottocento.

In particolare è stata indagata l'area nei 300 metri dall'infrastruttura per tutti i ricettori ampliando l'indagine a 500 metri dall'infrastruttura per i soli ricettori sensibili (asili, scuole, ospedali, Università e case di riposo).

Le destinazioni d'uso individuate sono state le seguenti:

- Asili, scuole e Università
- Commerciali e servizi
- Industriale ed artigianale
- Monumenti religiosi
- Ospedali e case di cura
- Pertinenze FS
- Residenziali
- Ruderi, box e depositi

Le planimetrie di censimento dei ricettori sono contenute nelle tavole **NG1H-02-D-CV-PZ-IM00-00-001-A01, NG1H-02-D-CV-PZ-IM00-00-002-A01, NG1H-02-D-CV-PZ-IM00-00-003-A01, NG1H-02-D-CV-PZ-IM00-00-A01** di cui di seguito si riporta un estratto.

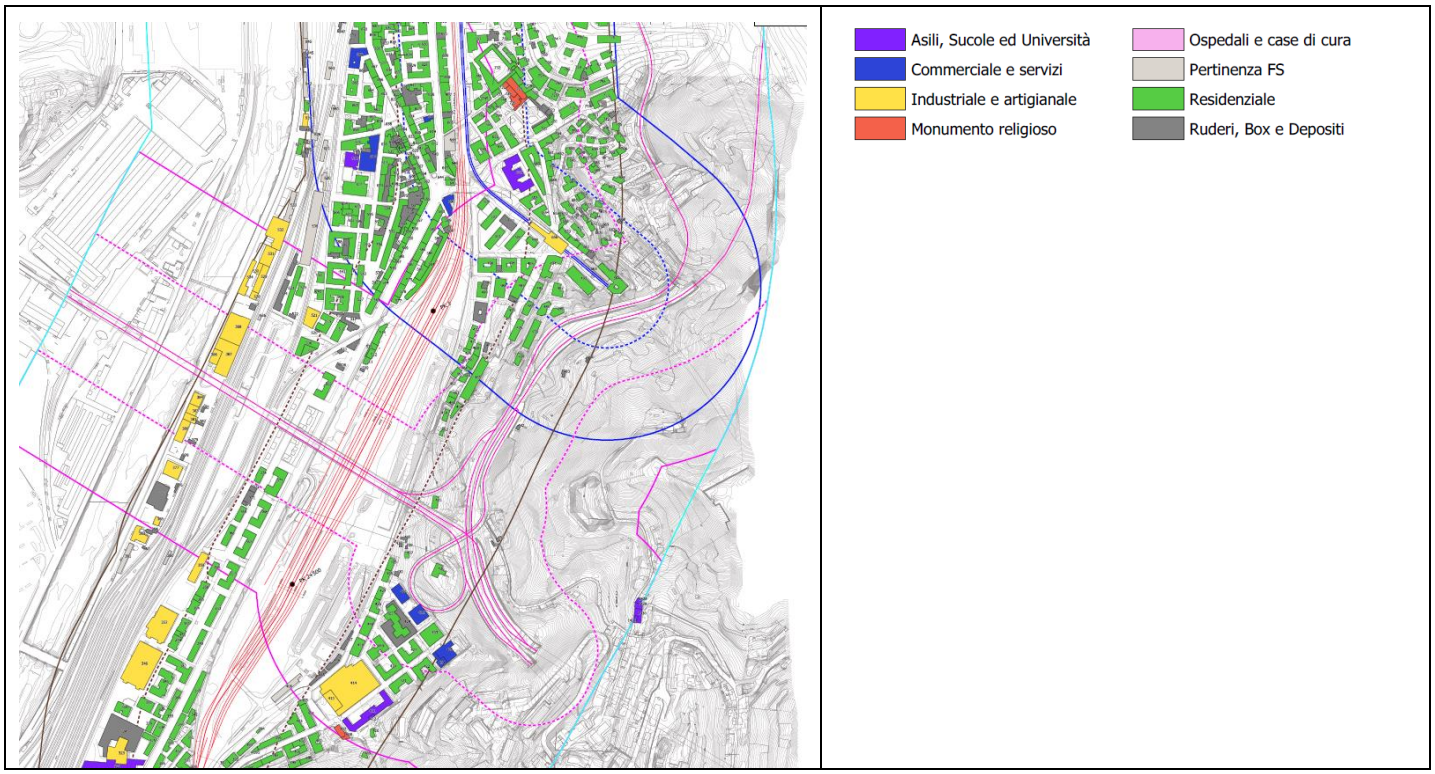


Figura 21 – Estratto Planimetria di censimento

In totale sono stati individuati 1607 edifici ricettori nell'area di 500 metri individuata; di questi 1408 nelle fasce A e B dell'opera in progetto con le destinazioni d'uso individuate in figura seguente; i restanti 199 edifici sono compresi tra i 250 e i 500 metri.

Questi dati sono riportati in forma tabellare e grafica nella figura seguente.

Asili, Scuole ed Università	**30**
A	16
B	14
(vuoto)	
Commerciale	**1**
B	1
Commerciale e servizi	**23**
A	11
B	12
Industriale e artigianale	**65**
A	14
B	51
Monumento religioso	**28**
A	9
B	19
Ospedali e case di cura	**4**
B	4
(vuoto)	
Pertinenza FS	**45**
A	9
B	36
Residenziale	**900**
A	435
B	465
Ruderi, Box e Depositi	**312**
A	124
B	188
(vuoto)	
(vuoto)	
Totale complessivo	**1408**

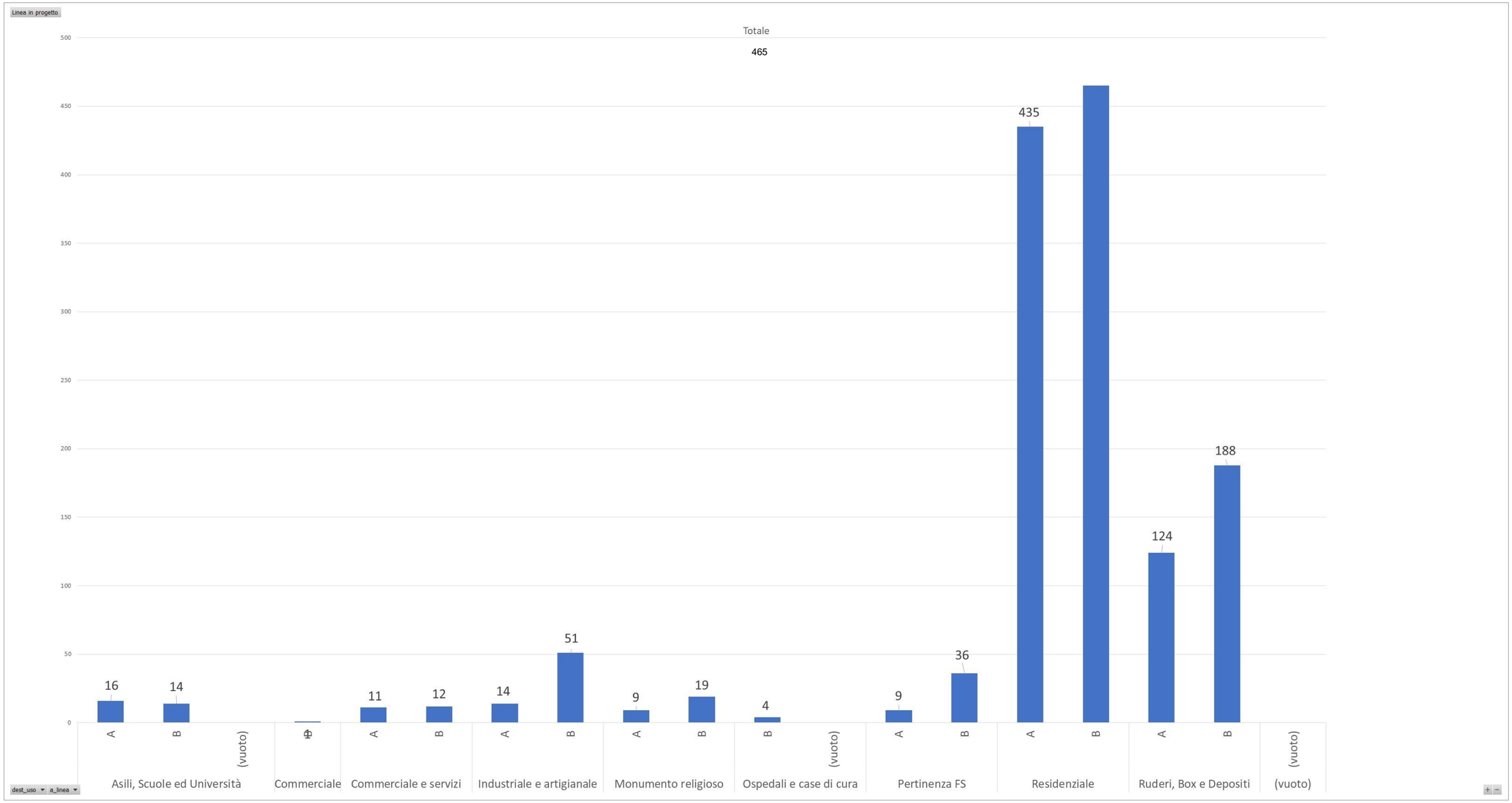


Figura 22 – Destinazioni d'uso dei ricettori individuati nei 250 metri dell'opera in progetto

Per ogni ricettore è stata compilata una scheda riportante le seguenti informazioni:

- Localizzazione dell'edificio rispetto all'opera in progetto;
- Dati caratteristici dell'edificio esaminato
- Caratterizzazione degli infissi
- Concorsualità delle sorgenti

Di seguito si riporta un esempio di scheda ricettore contenute nell'elaborato **NG1H-02-D-CV-SH-IM00-00-001-A01.**

CODICE RICETTORE	1430

LOCALIZZAZIONE EDIFICIO

Comune	Genova
Progressiva	2+700
Distanza da linea (m)	492
Tipo linea	Rilevato
Classe acustica (PCA)	3
Lato linea	B.D.

Note:

INQUADRAMENTO PLANIMETRICO



DATI CARATTERISTICI DELL'EDIFICIO ESAMINATO

Destinazione d'uso
Asili, Scuole ed Università
Numero di piani
3
Orientamento
obliquo
Stato di conservazione
medio

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



CARATTERIZZAZIONE DEGLI INFISSI

Numero infissi fronte parallelo all'infrastruttura	0
Numero infissi fronte perpendicolare/obliquo lato progressive crescenti	10
Numero infissi fronte perpendicolare/obliquo lato progressive decrescenti	8

CONCORSUALITA' DELLE SORGENTI

Fascia di pertinenza rispetto alla linea	-
Altre infrastrutture ferroviarie concorsuali	-
Autostrada	B
Linea metropolitana	-

Figura 23 – Estratto scheda ricettori

6. STIMA DEL RUMORE INDOTTO IN FASE DI ESERCIZIO

6.1. Modello previsionale

Il modello di calcolo previsionale utilizzato è il software SoundPLAN versione 8.2, concepito per la modellazione acustica in ambiente esterno in ambito stradale, ferroviario ed industriale.

Tale modello è sviluppato dalla Braunstein & Berndt GmbH sulla base di norme e standard definiti dalle ISO da altri standards utilizzati localmente come le Shall 03 e DIN 18005 emanate della Germania Federale, le ÖAL 30 Austriache e le Nordic Kilde 130, le RMR 2002 e CNOSSOS EU 2015.

SoundPLAN 8.2 è costituito da diversi moduli tra cui quello di base permette di importare/inserire e gestire dati geografici e dati acustici e precisamente:

Dati geografici:

- caratterizzazione orografica dell'ambiente oggetto di studio ovvero introduzione della morfologia del terreno tramite opportune curve di isolivello e creazione del DGM - Digital Ground Model (Modello digitale del terreno) indispensabile per le fasi successive;
- definizione delle caratteristiche di assorbimento acustico del terreno in funzione della tipologia (terra, erba, asfalto, ecc);
- localizzazione e dimensionamento dei principali ostacoli alla propagazione acustica (edifici, barriere naturali, ecc.) con relativa caratterizzazione dei parametri di riflessione/assorbimento acustico.

Dati acustici:

- inserimento delle sorgenti sonore attraverso la definizione del loro livello di potenza, dello spettro in frequenza, dell'eventuale direttività e delle caratteristiche temporali di funzionamento; le sorgenti sono state classificate di tipo puntiforme o areale sulla base delle loro caratteristiche geometriche e di emissione acustica;
- definizione dei punti ricettori in corrispondenza dei quali si vuole eseguire il calcolo dei livelli di pressione sonora risultante.

Il software SoundPLAN 8.2 tiene inoltre conto della componente R_e, cioè la componente dell'onda sonora riflessa dagli ostacoli di varia tipologia (abitazioni, edifici industriali e muri di contenimento) permettendo l'inserimento degli indici di perdita di riflessione.

Per ogni coppia sorgente-ricettore l'algoritmo di calcolo "Ray-Tracing" genera dei raggi che si propagano nell'ambiente circostante subendo effetti di attenuazione, diffrazione e riflessione sopra citati.

Il risultato finale in un determinato punto ricettore è quindi dato dalla somma dei contributi di tutti i raggi sonori provenienti da ciascuna delle sorgenti introdotte nel modello e precisamente:

$$L_S = 10\log\left\{\sum_{i=1}^{n}\left[\sum_{J=1}^{8} 10^{0.1\left[L_{fT}(iJ)+A_f(j)\right]}\right]\right\}$$

dove:

- L_S livello di pressione sonora totale;
- L_{fT} livello di pressione sonora relativo alla singola sorgente;

- n numero di sorgenti;
- j indice relativo al valore di frequenza di centro banda di ottava;
- A_f indice di pesatura A;

SoundPLAN 8.2 permette di effettuare diverse tipologie di calcolo restituendo i risultati sia in forma Tabellare sia grafica.

Nel caso specifico sono state utilizzate le seguenti tipologie di calcolo:

- Livello sonoro puntuale in ogni punto ricettore individuato;
- Mappa del rumore sul piano orizzontale che consente di calcolare su una determinata griglia di punti ad una altezza costante dal suolo il livello sonoro con le relative curve/aree isolivello.

Il grado di precisione di un modello di calcolo previsionale è subordinato al dettaglio ed alla precisione dei dati di input inseriti.

Per quanto riguarda il calcolo previsionale oggetto della presente valutazione, si può ragionevolmente ritenere, sulla base di precedenti analoghe simulazioni, che il margine di errore sia contenuto entro ± 1,5 dB(A).

6.2. Dati di input del modello

L'applicazione del modello previsionale ha richiesto l'inserimento dei dati riguardanti i seguenti aspetti:

- morfologia del territorio
- geometria dell'infrastruttura
- caratteristiche dell'esercizio ferroviario con la realizzazione degli interventi in progetto;
- emissioni acustiche dei singoli convogli.

I dati relativi ai punti 1 e 2, morfologia del territorio e geometria dell'infrastruttura, sono stati derivati da cartografia vettoriale e dalle planimetrie, profili e sezioni di progetto.

Lo standard di calcolo utilizzato è quello delle Deutsche Bundesbahn sviluppato nelle norme Shall 03- 1990 con i seguenti parametri di calcolo adottati:



Figura 24 – Parametri di calcolo

Per quanto riguarda il modello di esercizio sono stati considerati i seguenti dati di input:

- 9 treni merci diurni (6:00-22:00) e 12 treni merci notturni (22:00-6:00) per binario (totale 42 treni merci al giorno sull'intera linea);
- Velocità di progetto pari a 30 km/h

Per le emissioni dei rotabili, sono stati utilizzati i valori contenuti nella banca dati delle emissioni della Tabella 2 contenuta nel Documento "Piano degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore ai sensi del DM Ambiente 29/11/2000 – Relazione Tecnica" redatto da RFI per il 20% dei transiti, mentre per il restante 80% le emissioni sono state stimate come quelle previste dalle STI Noise ovvero a ciascun treno merci è stato attribuito un SEL di 95 dBA.

6.3. La stima del rumore prodotto in fase di esercizio

Sulla base dei dati relativi al modello di esercizio e delle loro caratteristiche di emissione tramite il modello previsionale è stato calcolato il livello sonoro stimato presso i ricettori individuati.

I risultati del calcolo previsionale in termini di livelli sonori specifici L_{giorno} e L_{notte} prodotti dall'opera in progetto sono riportati per ogni ricettore e per ogni piano nell'elaborato **NG1H-02-D-CV-TT-IM00-00-001-A01**.

Le mappe isolivello sul piano orizzontale all'altezza di 4 metri dal suolo riportante i livelli L_{giorno} e L_{notte} risultanti dalle simulazioni sono riportati nelle tavole **NG1H-02-D-CV-PZ-IM00-00-005-A01, NG1H-02-D-CV-PZ-IM00-00-006-A01, NG1H-02-D-CV-PZ-IM00-00-007-A01, NG1H-02-D-CV-PZ-IM00-00-008-A01.**

Le gradazioni di colore della scala cromatica utilizzata passano dal verde scuro, per valori più bassi di 40 dBA, al blu, per valori inferiori a 80 dBA. Ogni gradazione cromatica rappresenta un intervallo di 5 dBA.

Dal calcolo effettuato risultano 452 ricettori con un superamento dei limiti individuati almeno su un piano

Il calcolo dell'esubero rispetto al limite concorsuale è riportato nell'elaborato **NG1H-02-D-CV-TT-IM00-00-001-A01.**

7. INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Alla luce del numero dei ricettori impattati dall'opera in progetto riportati nel precedente paragrafo e dall'entità dei superamenti, sono state implementate delle barriere secondo gli standard previsti per il nodo di Genova.

La scelta della tipologia di barriera antirumore è stata effettuata tenendo conto di tutti i criteri tecnici e progettuali atti a garantire l'efficacia globale dell'intervento.

L'effetto di una barriera è condizionato dalla minimizzazione dell'energia acustica che, come noto, schematicamente si propaga attraverso:

1. l'onda diretta, che, se la barriera non è sufficientemente dimensionata, giunge in corrispondenza del ricettore senza essere condizionata da ostacoli;
2. l'onda che giunge al ricettore dopo essere stata diffratta dal bordo superiore della barriera;

3. l'onda diffratta dal bordo superiore della barriera, riflessa dal suolo e quindi diretta verso il ricettore;
4. l'onda che si riflette tra la barriera e le pareti laterali dei vagoni;
5. l'onda che giunge al ricettore per trasmissione attraverso i pannelli che compongono la barriera;
6. l'onda riflessa sulla sede ferroviaria, diffratta dal bordo superiore della barriera e quindi diretta verso il ricettore.
7. l'onda assorbita.

Per quanto riguarda i punti 1, 2, 3, e 6 risulta di importanza fondamentale il dimensionamento delle barriere in altezza lunghezza e posizione.

Relativamente ai punti 4, 5, e 7 invece sono maggiormente influenti le caratteristiche acustiche dei materiali impiegati e le soluzioni costruttive adottate in particolare devono essere opportunamente definite le proprietà fonoisolanti e fonoassorbenti della barriera.

L'abbattimento prodotto da una barriera si basa comunque principalmente sulle dimensioni geometriche. L'efficienza di una barriera è infatti strettamente legata alla differenza tra il cammino diffratto sul top dell'elemento e il cammino diretto (□):

□ = a+b-c = differenza tra cammino diretto e cammino diffratto (vedi figura)

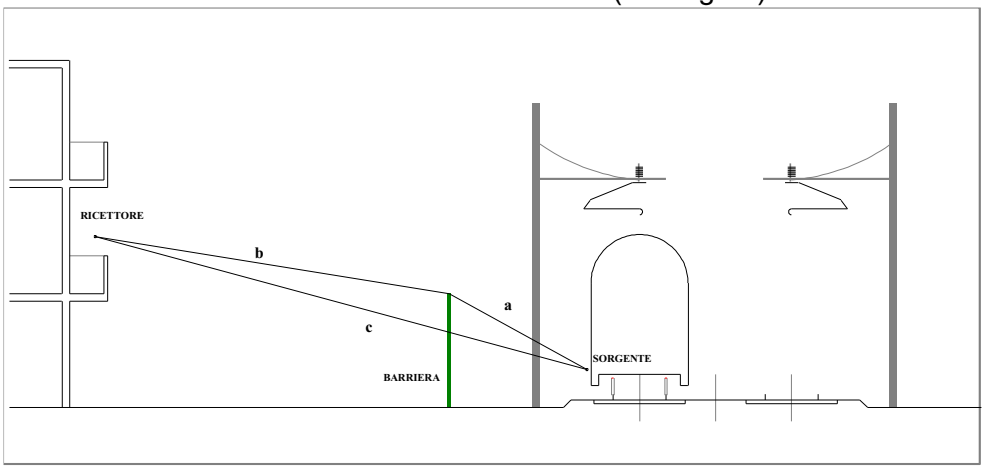


Figura 25 – Differenza tra cammino diffratto e cammino diretto

In particolare, devono essere opportunamente definite le proprietà fonoisolanti e fonoassorbenti della barriera, attenendosi alle seguenti norme di carattere generale:

Il fonoisolamento deve essere di entità tale da garantire che la quota parte di rumore che passa attraverso la barriera sia di almeno 15 dB inferiore alla quota di rumore che viene diffratta verso i ricettori dalla sommità della schermatura.

Il fonoassorbimento è l'attitudine dei materiali ad assorbire l'energia sonora su di essi incidente, trasformandola in altra forma di energia, non inquinante (calore, vibrazioni, etc). L'adozione di materiali fonoassorbenti è utile per:

- evitare una riduzione dell'efficacia schermante totale;
- evitare un aumento della rumorosità per gli occupanti dei convogli (effetto tunnel).

L'impiego di materiali fonoassorbenti è pertanto consigliabile nel caso ferroviario al fine di evitare una perdita di efficacia per le riflessioni multiple che si generano tra le pareti dei vagoni e la barriera stessa.

Per quanto concerne le proprietà fonoassorbenti, si suggerisce l'utilizzo di materiali con prestazioni acustiche particolarmente elevate.

Di seguito si riporta lo schema esemplificativo della barriera, in continuità con le barriere già realizzate a sud di Campasso.

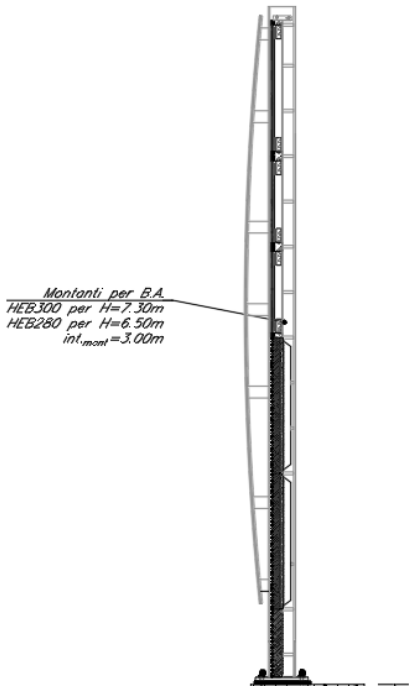


Figura 26 – Schema esemplificativo delle barriere previste

Il posizionamento dei pannelli fonoassorbenti lungo ogni tratto di intervento rispetta per quanto possibile la distanza di 4m dall'asse del binario più vicino.

Complessivamente è stata prevista la messa in opera di 2.979,88 metri di barriere antirumore.

Si evidenzia che l'altezza dei manufatti è considerata sempre rispetto alla quota del piano di posa e che le progressive sono quelle di progetto:

Tabella 6 – Riepilogo barriere antirumore previste

Nome	Lato	Lunghezza (m)	Altezza sostegno (m)	Pk inizio	Pk fine
Barriera BA_D_01	Dispari	561	6,5	2+090,852	2+652,520
Barriera BA_D_02	Dispari	399	6,5	2+800,697	3+129,230
Barriera BA_D_03	Dispari	55,88	6,5	3+129,230	3+181,786
Barriera BA_D_04	Dispari	66	7,3	3+905.425	3+970,232
Barriera BA_D_05	Dispari	48	7,3	4+545,737	4+593,737
Barriera BA_D_06	Dispari	33	7,3	4+682,659	4+715,685
Barriera BA_D_07	Dispari	39	7,3	4+848,408	4+887,414
Barriera BA_P_01	Pari	27	6,5	2+075,144	2+102,144
Barriera BA_P_02	Pari	30	6,5	2+102,144	2+131,724
Barriera BA_P_03	Pari	27	6,5	2+131,724	2+158,080
Barriera BA_P_04	Pari	33	6,5	2+158,080	2+190,870
Barriera BA_P_05	Pari	12	6,5	2+190,870	2+202,868
Barriera BA_P_06	Pari	476	6,5	2+202,868	2+673,637
Barriera BA_P_07	Pari	219	6,5	2+784,649	3+002,945
Barriera BA_P_08	Pari	81	6,5	3+002,945	3+090,391
Barriera BA_P_09	Pari	27	6,5	3+090,391	3+120,027
Barriera BA_P_10	Pari	30	6,5	3+120,027	3+152,362
Barriera BA_P_11	Pari	42	6,5	3+152,362	3+195,871
Barriera BA_P_12	Pari	21	6,5	3+195,871	3+215,374
Barriera BA_P_13	Pari	48	7,3	3+254,760	3+299,811
Barriera BA_P_14	Pari	24	6,5	3+299,811	3+320,815
Barriera BA_P_15	Pari	213	6,5	3+316,909	3+529,860
Barriera BA_P_16	Pari	24	6,5	3+529,860	3+553,859
Barriera BA_P_17	Pari	30	6,5	3+553,859	3+583,860
Barriera BA_P_18	Pari	21	6,5	3+583,860	3+604,856
Barriera BA_P_19	Pari	66	6,5	3+604,856	3+670,876
Barriera BA_P_20	Pari	24	6,5	3+670,876	3+694,851
Barriera BA_P_21	Pari	138	6,5	3+694,851	3+832,974
Barriera BA_P_22	Pari	39	7,3	3+832,974	3+872,597
Barriera BA_P_23	Pari	126	7,3	3+906,479	4+032,749

I risultati del calcolo previsionale dello scenario “mitigato” in termini di livelli sonori specifici L_{giorno} e L_{notte} prodotti dall’opera in progetto sono riportati per ogni ricettore e per ogni piano nell’elaborato **NG1H-02-D-CV-TT-IM00-00-001-A01**.

Le mappe isolivello sul piano orizzontale all'altezza di 4 metri dal suolo riportante i livelli L_{giorno} e L_{notte} risultanti dalle simulazioni sono riportati nelle tavole **NG1H-02-D-CV-PZ-IM00-00-005-A00, NG1H-02-D-CV-PZ-IM00-00-006-A01, NG1H-02-D-CV-PZ-IM00-00-007-A01, NG1H-02-D-CV-PZ-IM00-00-008-A01.**

Le gradazioni di colore della scala cromatica utilizzata passano dal verde scuro, per valori più bassi di 40 dBA, al blu, per valori inferiori a 80 dBA. Ogni gradazione cromatica rappresenta un intervallo di 5 dBA.

Dal calcolo effettuato risultano 386 ricettori con un superamento dei limiti individuati.

Il calcolo dell'esubero rispetto al limite concorsuale, per ogni ricettore e piano, e per il periodo di tempo diurno e notturno è riportato nell'elaborato**.**

8. INTERVENTI DIRETTI SUI RICETTORI

Per ricondurre -ove necessario- all'interno degli ambienti abitativi i livelli acustici entro specifici valori è possibile intervenire direttamente sugli edifici esposti.

Nel caso di interventi sull'edificio per garantire un miglior livello di comfort, si prospettano quindi le possibilità di seguito elencate in ordine crescente di efficacia:

a) Sostituzione dei vetri con mantenimento degli infissi esistenti

Questa soluzione può essere utilizzata nel caso in cui si voglia ottenere un isolamento interno ad un edificio fra 28 e 33 dB rispetto al rumore in facciata e gli infissi esistente siano di buona qualità e tenuta.

b) Sostituzione delle finestre

Questa soluzione può essere adottata quando si desidera avere un isolamento fra 33 e 39 dB. A seconda delle prestazioni richieste è possibile:

1. installare la nuova finestra con conservazione del vecchio telaio, interponendo idonee guarnizioni, quando si vuole ottenere un isolamento fino ad un massimo di 35 dB;
2. installare una nuova finestra di elevate prestazioni acustiche con sostituzione del vecchio telaio, quando si vuole ottenere un isolamento di 36-39 dB.

Per ottenere isolamenti superiori a 37 dB è necessario in ogni caso prendere particolari precauzioni riguardo ai giunti di facciata (nel caso di pannelli prefabbricati di grosse dimensioni), alle prese d'aria (aspiratori, ecc.), ai cassonetti per gli avvolgibili, ecc.

c) Realizzazione di doppie finestre

Questa soluzione è impiegata nei casi in cui è necessario ottenere un isolamento di facciata compreso tra 39 e 45 dB. Generalmente l'intervento viene attuato non modificando le finestre esistenti, ed aggiungendo sul lato esterno degli infissi antirumore scorrevoli (in alluminio o PVC).

Con riferimento alla Norma UNI 8204 si sono stabilite tre classi R1, R2 e R3 per classificare i serramenti esterni a seconda del diverso grado di isolamento acustico RW da questi offerto.

La classe R1 include le soluzioni in grado di garantire un RW compreso tra 20 e 27 dB(A); la classe R2 le soluzioni che garantiscono un RW compreso tra 27 e 35 dB(A); la classe R3 tutte quelle soluzioni che offrono un RW superiore a 35 dB(A). I serramenti esterni che offrono un potere fonoisolante minore di 20 dB(A) non sono presi in considerazione.

In tabella sono riportate per ciascuna di queste classi alcune informazioni generiche delle soluzioni tecniche possibili in grado di garantire un fonoisolamento rientrante nell'intervallo caratteristico della classe.

Per ciascuna classe si è ritenuto opportuno offrire almeno due soluzioni tipo al fine di porre il decisore, in presenza di vincoli di natura tecnica, economica e sociale, nella condizione di operare delle scelte tra più alternative.

CLASSE R1 - 20≤RW≤27 dB(A)
– Vetro semplice con lastra di medio spessore (4÷6 mm), e guarnizioni addizionali. – Doppio vetro con lastre di limitato spessore (3 mm), e distanza tra queste di almeno 40 mm.
CLASSE R2 - 27≤RW≤35 dB(A)
– Vetro semplice con lastra di elevato spessore (8÷10 mm) e guarnizioni addizionali. Vetro stratificato antirumore con lastra di medio/elevato spessore (6÷8 mm) e guarnizioni addizionali. – Doppio vetro con lastre di medio spessore (4÷6 mm) guarnizioni addizionali e distanza tra queste di almeno 40 mm. – Doppia finestra con vetri semplici di spessore medio (4÷6 mm) senza guarnizioni addizionali.
CLASSE R3 - RW>35 dB(A)
– Vetro stratificato antirumore di elevato spessore (10÷12 mm) e guarnizioni addizionali. Vetro camera con lastre di medio spessore (4÷6 mm), camera d'aria con gas fonoisolante e guarnizioni addizionali. – Doppia finestra con vetri semplici di spessore medio (4÷6 mm) e distanza tra le lastre di almeno 100 mm.

L'adozione di infissi antirumore può avere conseguenze in particolare sulla trasmissione di calore e sulla aerazione dei locali.

Gli aspetti che più frequentemente vengono infatti considerati come negativi, sono quelli relativi alla ventilazione ed al surriscaldamento dei locali nel periodo estivo. Ne consegue che gli infissi antifonici dovranno essere dotati anche di aeratori che potranno essere a ventilazione forzata o naturale.

8.1. Analisi degli interventi diretti

Il DPR 459/98 evidenzia che qualora, in base a considerazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale, il raggiungimento dei limiti individuati non sia conseguibile con interventi sull'infrastruttura, si deve procedere con interventi diretti sui ricettori.

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

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

- 45 dB(A) di Leq nel periodo diurno per le scuole.

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

Nonostante l'inserimento delle barriere antirumore risulta un esubero rispetto ai limiti per 386 ricettori.

Da una prima analisi dei ricettori individuati, è possibile cautelativamente attribuire una classe di tipo R1 agli infissi ovvero una classe di fonoisolamento del serramento compreso tra i 20 e i 27 dB con una media di potere fonoisolante pari a 25 dB.

Pertanto per valutare il numero degli edifici su cui sarà necessario probabilmente necessario intervenire direttamente sugli stessi, il valore del potere fonoisolante dei serramenti di 25 dB è stato sottratto al valore stimato in facciata in periodo notturno.

Da questa analisi preliminare gli edifici su cui vi è il superamento interno dei 40 dBA nel periodo notturno, con destinazione d'uso residenziale, per almeno un piano, si riducono a n. 89 e sono di seguito individuati:

EDIFICI SU CUI EFFETTUARE INTERVENTO DIRETTO

45	180	745	918	1076	1314
46	181	746	982	1078	1321
73	223	747	983	1080	1322
74	309	777	984	1081	1325
104	330	797	997	1091	1326
105	331	805	1006	1129	1327
107	503	807	1007	1130	1331
137	504	809	1008	1132	1372
138	581	811	1005	1143	1391
141	589	813	1252	1144	1394
143	646	879	1254	1175	1398
147	648	881	1256	1176	1317
177	649	899	1242	1257	1362
178	740	911	1066	1258	643
179	741	912	1075	1300	

L'effettiva necessità di intervenire direttamente sui ricettori, sarà ribadita a seguito di rilievi strumentali atti a verificare l'effettiva classe di appartenenza dei serramenti.

9. CONCLUSIONI

Lo studio acustico è stato finalizzato alla valutazione previsionale del potenziale impatto acustico sui ricettori localizzati lungo l'asse di progetto della linea ferroviaria oggetto di studio.

Lo studio acustico ha messo in evidenza superamenti su alcuni ricettori e per i quali sono state previste opere di mitigazione di tipo indiretto, riepilogate in tabella seguente.

Tabella 7 – Riepilogo barriere antirumore previste

Nome	Lato	Lunghezza (m)	Altezza sostegno (m)	Pk inizio	Pk fine
Barriera BA_D_01	Dispari	561	6,5	2+090,852	2+652,520
Barriera BA_D_02	Dispari	399	6,5	2+800,697	3+129,230
Barriera BA_D_03	Dispari	55,88	6,5	3+129,230	3+181,786
Barriera BA_D_04	Dispari	66	7,3	3+905.425	3+970,232
Barriera BA_D_05	Dispari	48	7,3	4+545,737	4+593,737
Barriera BA_D_06	Dispari	33	7,3	4+682,659	4+715,685
Barriera BA_D_07	Dispari	39	7,3	4+848,408	4+887,414
Barriera BA_P_01	Pari	27	6,5	2+075,144	2+102,144
Barriera BA_P_02	Pari	30	6,5	2+102,144	2+131,724
Barriera BA_P_03	Pari	27	6,5	2+131,724	2+158,080
Barriera BA_P_04	Pari	33	6,5	2+158,080	2+190,870
Barriera BA_P_05	Pari	12	6,5	2+190,870	2+202,868
Barriera BA_P_06	Pari	476	6,5	2+202,868	2+673,637
Barriera BA_P_07	Pari	219	6,5	2+784,649	3+002,945
Barriera BA_P_08	Pari	81	6,5	3+002,945	3+090,391
Barriera BA_P_09	Pari	27	6,5	3+090,391	3+120,027
Barriera BA_P_10	Pari	30	6,5	3+120,027	3+152,362
Barriera BA_P_11	Pari	42	6,5	3+152,362	3+195,871
Barriera BA_P_12	Pari	21	6,5	3+195,871	3+215,374
Barriera BA_P_13	Pari	48	7,3	3+254,760	3+299,811
Barriera BA_P_14	Pari	24	6,5	3+299,811	3+320,815
Barriera BA_P_15	Pari	213	6,5	3+316,909	3+529,860
Barriera BA_P_16	Pari	24	6,5	3+529,860	3+553,859
Barriera BA_P_17	Pari	30	6,5	3+553,859	3+583,860
Barriera BA_P_18	Pari	21	6,5	3+583,860	3+604,856
Barriera BA_P_19	Pari	66	6,5	3+604,856	3+670,876
Barriera BA_P_20	Pari	24	6,5	3+670,876	3+694,851

Nome	Lato	Lunghezza (m)	Altezza sostegno (m)	Pk inizio	Pk fine
Barriera BA_P_21	Pari	138	6,5	3+694,851	3+832,974
Barriera BA_P_22	Pari	39	7,3	3+832,974	3+872,597
Barriera BA_P_23	Pari	126	7,3	3+906,479	4+032,749

La localizzazione delle barriere è riportata nelle tavole **NG1H-02-D-CV-PZ-IM00-00-005-A01, NG1H-02-D-CV-PZ-IM00-00-006-A01, NG1H-02-D-CV-PZ-IM00-00-007-A01, NG1H-02-D-CV-PZ-IM00-00-008-A01.**

Nonostante gli interventi di tipo indiretto, sono stati evidenziati superamenti in facciata di alcuni ricettori.

Per questi ricettori, alla luce di quanto indicato dal DPR 459/98 è stato calcolato il livello interno tenendo conto cautelativamente della presenza di serramenti di classe R2 con potere fonoisolante medio di 25 dB.

Da questa analisi preliminare gli edifici su cui vi è il superamento interno dei 40 dBA nel periodo notturno, con destinazione d'uso residenziale, per almeno un piano, sono n. 89.

Per questi ricettori verrà eseguita una campagna di rilievi strumentali atti a verificare l'effettiva classe di appartenenza dei serramenti e di conseguenza l'effettiva necessità di intervenire con interventi diretti.