

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J47I09000030009

**U.O. ARCHITETTURA, AMBIENTE E TERRITORIO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

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

**STUDIO ACUSTICO**

**Relazione Generale**

SCALA:

-

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

N M 0 Z 0 0 D 2 2 R G I M 0 0 0 6 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	R. Azzarito	Nov. 2018	A. Corvaja	Nov. 2018	S. B...	Nov. 2018	

File: NM0Z00D22RGIM0006001A n. Elab.:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>5</b>
	2.1 Legge Quadro 447/95	5
	2.2 D.P.R. 459/98	6
	2.3 D.P.R. 142/04	7
	2.4 Decreto per la predisposizione degli interventi antirumore da parte dei gestori delle infrastrutture (DM 29/11/2000)	10
<b>3</b>	<b>CONCORSUALITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>LIMITI ACUSTICI E APPLICAZIONE DELLE CONCORSUALITÀ</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>LIMITI ACUSTICI E AREE DI ESPANSIONE</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>LIMITI ACUSTICI E ZONIZZAZIONE ACUSTICA NEI COMUNI INTERESSATI</b>	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM</b>	<b>19</b>
	7.1 Descrizione dei ricettori	19
	7.1.1 Il censimento dei ricettori	19
<b>8</b>	<b>GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO</b>	<b>21</b>
	8.1 Illustrazione delle tecniche previsionali adottate	21
	8.2 Dati di input del modello	22
	8.2.1 Modello di esercizio	23
	8.2.2 Emissioni dei rotabili	24
	8.3 Caratterizzazione acustica della sorgente e taratura del modello di simulazione	27
<b>9</b>	<b>CONSIDERAZIONI SUI LIVELLI SONORI ANTE MITIGAZIONE</b>	<b>28</b>
<b>10</b>	<b>METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO</b>	<b>29</b>
	10.1 Requisiti acustici	29
	10.2 Descrizione delle barriere antirumore	31
	10.3 Gli interventi sugli edifici	32

	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

<b>11 LE OPERE DI MITIGAZIONE SUL TERRITORIO E I LIVELLI ACUSTICI</b>	
<b><i>POST MITIGAZIONE</i></b>	<b>34</b>
<b>11.1 Opere Di Mitigazione Previste Dal Piano Di Risanamento Acustico</b>	<b>38</b>

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

## 1 PREMESSA

Il presente documento contiene i risultati dello studio relativo all'impatto acustico prodotto dalla realizzazione del progetto di Quadruplicamento della tratta Milano Rogoredo - Pavia nel contesto di potenziamento della linea Milano – Genova.

Il progetto di potenziamento della linea Milano-Genova prevede – tra gli altri – l'intervento di quadruplicamento della tratta Milano Rogoredo - Pavia per un'estesa di 28,6 km, che soddisfa l'obiettivo funzionale di consentire la completa separazione dei traffici suburbani e regionali da quelli interregionali, di lunga percorrenza e merci.

L'intervento è suddiviso in due fasi funzionali:

1. quadruplicamento della tratta da MI Rogoredo a Pieve Emanuele (da km 0+700 a km 11+985 per un'estesa complessiva circa 11 km), che prevede seguenti principali interventi:
  - realizzazione della nuova coppia di binari del quadruplicamento, in affiancamento, con interventi di velocizzazione anche degli attuali
  - realizzazione delle nuove comunicazioni in uscita dalla stazione di MI Rogoredo
  - trasformazione della fermata di Pieve E. in stazione
  - realizzazione della nuova SSE Pieve Emanuele
  - trasformazione della stazione di Certosa di Pavia in fermata e contestuale realizzazione di un nuovo Posto di Movimento a Turago
  - adeguamento delle opere esistenti (sottovia)
  - realizzazione di un nuovo apparato ACCM per entrambe le linee
2. quadruplicamento della tratta da Pieve Emanuele a Pavia, (da km 11+241 a km 28+401 per un'estesa complessiva circa 17 km), che prevede seguenti principali interventi:
  - realizzazione della nuova coppia di binari del quadruplicamento, in affiancamento
  - realizzazione nuovo PRG di Pavia
  - modifica alla stazione di Pieve E.
  - modifica alla fermata di Villamaggiore
  - modifica ed estensione dell'apparato ACCM per entrambe le linee.

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

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

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

Il presente studio acustico è stato sviluppato avendo tenuto in considerazione le due fasi funzionali, quindi la Fase 1 ha riguardato il dimensionamento degli interventi di mitigazione fino a Pieve Emanuele, mentre per la Fase 2 si è considerato l'intero tratto fino a Pavia con Modello di Esercizio a regime.

	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

L'iter metodologico seguito - nel rispetto del Manuale di Progettazione RFI delle Opere Civili cod. RFI DTC SI AM MA IFS 001 A del 22.12.2017- 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 della concorsualità del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali presenti all'interno dell'ambito di studio. Al di fuori della fascia di pertinenza acustica ferroviaria si analizzano i limiti dettati dalle Classificazioni Acustiche dei Comuni interessati.
- Caratterizzazione ante operam. In questa fase dello studio è stato analizzato il territorio allo stato attuale (situazione ante operam) identificando gli ingombri e le volumetrie di tutti i fabbricati presenti con particolare riguardo alla destinazione d'uso, all'altezza e allo stato di conservazione dei ricettori potenzialmente impattati e ricadenti nella fascia di pertinenza acustica ferroviaria (250 m per lato); tale analisi è stata estesa fino a 300m per lato, per tener conto di eventuali primi fronti edificati presenti al di fuori della fascia di pertinenza ferroviaria. Sono state altresì censite le aree di espansione residenziale da PRG.
- Livelli acustici ante mitigazione. Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla valutazione dei livelli acustici con la realizzazione del progetto in esame. Gli algoritmi di calcolo scelti per valutare la propagazione dell'onda sonora emessa dall'infrastruttura ferroviaria fanno riferimento al metodo Schall 03, DIN 18005. I risultati del modello di simulazione sono stati quindi messi a confronto con i limiti acustici della linea, eventualmente ridotti per la presenza infrastrutture stradali concorrenti così come previsto dal D.M. 29 novembre 2000.
- Metodi per il contenimento dell'inquinamento acustico. In questa parte dello studio sono state descritte le tipologie di intervento da adottare indicandone i requisiti acustici minimi.
- Individuazione degli interventi di mitigazione. L'obiettivo è stato quello di abbattere le eccedenze acustiche dai limiti di norma mediante l'inserimento di barriere antirumore. Sono state quindi previste barriere di altezza variabile tra 4,44m (tipo H4) e 7,38m (tipo H10) sul piano del ferro.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> Relazione Generale	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

### 2.1 Legge Quadro 447/95

In data 26/10/1995, viene pubblicata la Legge 26 ottobre 1995 n° 447 «*Legge quadro sull'inquinamento acustico*».

Detto strumento normativo, che sostituisce il D.P.C.M. 1° marzo 1991, affronta il tema dell'inquinamento acustico del territorio, ricomprendendo al suo interno le definizioni fondamentali e definendo competenze ed adempimenti necessari alla tutela dell'ambiente dal rumore.

La Legge Quadro indica le metodiche da adottare per il contenimento della problematica (piani e disposizioni in materia d'impatto acustico), e fornisce all'art. 2 comma 1 una definizione del fenomeno, dell'ambito di applicazione della normativa e delle sorgenti.

In particolare, la Legge Quadro fa riferimento agli **ambienti abitativi**, definiti come: «*ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al D.L. 15/08/91, n.277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive*».

Nella definizione riportata risultano quindi comprese le residenze e comunque tutti quegli ambienti ove risiedono comunità e destinati alle diverse attività umane, ai quali non viene in genere ristretto il concetto di ambiente abitativo.

Sempre all'interno dell'art. 2 comma 1. la Legge Quadro fornisce la definizione di sorgente di rumore suddividendole tra *sorgenti fisse* e *sorgenti mobili*.

In particolare, vengono inserite tra le **sorgenti fisse** anche le infrastrutture stradali e ferroviarie:

«... *le installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore, le infrastrutture stradali, ferroviarie, commerciali; ...; le aree adibite ad attività sportive e ricreative.*»

La Legge Quadro ribadisce la necessità che i comuni predispongano una **zonizzazione acustica comunale**. Le aree previste per la zonizzazione del territorio sono sei e sono così caratterizzate:

#### I - AREE PARTICOLARMENTE PROTETTE

Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per l'utilizzazione, quali aree ospedaliere, scolastiche, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse naturalistico, ricreativo, culturale, archeologico, parchi naturali e urbani;

#### II - AREE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALI

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, limitata presenza di attività commerciali, totale assenza di attività industriali ed artigianali;

	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

### III - AREE DI TIPO MISTO

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale e di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali, interessate da attività che impiegano macchine operatrici;

### IV - AREE DI INTENSA ATTIVITÀ UMANA

Rientrano in questa classe:

- a) le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con elevata presenza di attività commerciali ed uffici, presenze di attività artigianali, con dotazione di impianti di servizi a ciclo continuo;
- b) *le aree in prossimità* di strade di grande comunicazione, di linee ferroviarie, di aeroporti e porti;
- c) le aree con limitata presenza di piccole industrie;

### V - AREE PREVALENTEMENTE INDUSTRIALI

Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni;

### VI - AREE ESCLUSIVAMENTE INDUSTRIALI

Rientrano in questa classe le aree interessate da industrie a ciclo continuo prive di insediamenti abitativi.

Un aspetto innovativo della Legge Quadro è invece l'introduzione, accanto al criterio valore limite assoluto di immissione nell'ambiente e del criterio differenziale previsti dall'ex D.P.C.M., di altri metodi di valutazione dello stato e dell'inquinamento acustico ambientale, che di seguito vengono elencati:

- criterio del valore limite massimo di emissione;
- criterio del valore di attenzione;
- criterio del valore di qualità.

Si rileva pertanto che la Legge analizza sotto diversi aspetti la problematica acustica imponendo, accanto ai limiti di tutela per i ricettori, dei limiti sulle emissioni delle specifiche sorgenti e degli obiettivi di qualità da perseguire nel tempo.

Per l'individuazione dei limiti di applicabilità e delle soglie numeriche relative a ciascun criterio di valutazione, la Legge 447/95 demanda al D.P.C.M. del 14/11/1997 «*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*».

Da tale D.P.C.M. resta, però, ancora una volta esclusa la regolamentazione delle infrastrutture di trasporto.

## 2.2 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.

Di seguito, si sintetizzano i contenuti salienti del regolamento.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

Per le Infrastrutture esistenti e di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h, a partire dalla mezzeria dei binari esterni e per ciascun lato, deve essere considerata una fascia di pertinenza dell'infrastruttura di ampiezza pari a 250 m, suddivisa a sua volta in due fasce: la prima, più vicina all'infrastruttura, della larghezza di m 100, denominata fascia A; la seconda, più distante dall'infrastruttura, della larghezza di m 150, denominata fascia B.

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

1. Per scuole, ospedali, case di cura, e case di riposo il limite è di 50 dBA nel periodo diurno e di 40 dBA nel periodo notturno. Per le scuole vale solo il limite diurno;
2. Per i ricettori posti all'interno della fascia A di pertinenza ferroviaria, il limite è di 70 dBA nel periodo diurno e di 60 dBA nel periodo notturno;
3. Per i ricettori posti all'interno della fascia B di pertinenza ferroviaria, il limite è di 65 dBA nel periodo diurno e di 55 dBA nel periodo notturno;
4. Oltre la fascia di pertinenza, 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 (h. 6÷22) e notturno (h. 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:

1. 35 dBA di Leq nel periodo notturno per ospedali, case di cura, e case di riposo;
2. 40 dBA di Leq nel periodo notturno per tutti gli altri ricettori;
3. 45 dBA 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.

### 2.3 D.P.R. 142/04

In data 1 Giugno 2004 viene pubblicato il Decreto del Presidente della Repubblica 30 marzo 2004, n. 142, - "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 per le infrastrutture stradali, così come previsto dal suddetto art. 5 del D.P.C.M. 14/11/1997, fissa le fasce di pertinenza a partire dal confine dell'infrastruttura (art. 3 comma 3) ed i limiti di immissione che dovranno essere rispettati.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

Il D.P.R. 142/04 interessa come campo di applicazione le seguenti infrastrutture stradali così come definite dall'Art. 2 del Codice della Strada (D.L.vo n. 285 del 30/04/1992) e secondo le Norme CNR 1980 e direttive PUT per i sottotipi individuati ai fini acustici.

Sono in particolare indicate le seguenti classi di strade:

A - Autostrade

B - Strade extraurbane principali

C - Strade extraurbane secondarie (suddivise in sottocategorie ai sensi del D.M. 5.11.02 per le strade di nuova realizzazione e secondo le norme CNR 1980 e direttive PUT per le strade esistenti e assimilabili)

D - Strade urbane di scorrimento (suddivise in sottocategorie secondo le norme CNR 1980 e direttive PUT per le strade esistenti e assimilabili)

E - Strade urbane di quartiere

F - Strade locali

Il Decreto individua, differentemente per le strade di nuova realizzazione o per le strade esistenti e assimilabili, l'ampiezza delle fasce di pertinenza ed i relativi limiti associati per ogni sottotipo di infrastruttura stradale, come riportato nelle tabelle seguenti:

#### Strade di nuova realizzazione

TIPI DI STRADA Secondo codice della strada	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo D.M. 5.11.02 - Norme funz. E geom. Per la costruzione delle strade)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(a)	Notturmo dB(a)	Diurno dB(a)	Notturmo dB(a)
A- autostrada		250	50	40	65	55
B - extraurbane principali		250	50	40	65	55
C - extraurbane secondarie	C 1	250	50	40	65	55
	C 2	150	50	40	65	55
D - 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 D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come previsto dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			
F - locali		30				

\* per le scuole vale il solo limite diurno

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

Strade esistenti e assimilabili (ampliamento in sede, affiancamenti e varianti)

TIPI 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 dB(a)	Notturmo dB(a)	Diurno dB(a)	Notturmo dB(a)
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbane principali		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbane secondarie	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 strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbane di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le strade urbane di scorrimento)	100			65	55
E - urbane di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come previsto dall'art. 5, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			
F - locali		30				

\* per le scuole vale il solo limite diurno

Per quanto concerne il rispetto dei limiti, il DPR 142 stabilisce che lo stesso sia verificato in facciata degli edifici ad 1 metro dalla stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione.

Per i recettori inclusi nella fascia di pertinenza acustica, devono essere individuate ed adottate opere di mitigazione sulla sorgente, lungo la via di propagazione del rumore e direttamente sul ricettore, per ridurre l'inquinamento acustico prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura, con l'adozione delle migliori tecnologie disponibili, tenuto conto delle implicazioni di carattere tecnico-economico.

Ove non sia tecnicamente conseguibile il rispetto dei limiti con gli interventi sull'infrastruttura, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzia l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui recettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:

- a) 35 dBA - Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- b) 40 dBA - Leq notturno per tutti gli altri ricettori di carattere abitativo;
- c) 45 dBA - Leq diurno per le scuole.

Tali valori sono valutati al centro della stanza, a finestre chiuse, all'altezza di 1,5 metri dal pavimento.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

## 2.4 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,

$$P = \sum R_i (L_i - L_i^*) \quad (I)$$

nella quale:

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

$(L_i - L_i^*)$  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

$$L_s = L_{zona} - 10 \cdot \log_{10} N \quad (II)$$

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

Nella relazione (II) 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 dBA 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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

### 3 CONCORSALEITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO

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 aree di sovrapposizione tra 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 sicuramente significativa e può essere trascurata, se la differenza fra il livello di rumore causato dalla sorgente principale e quello causato dalla sorgente secondaria è superiore a 10 dBA.

Nell'area di progetto le infrastrutture stradali che possono essere ritenute concorsuali sono costituite da:

- Autostrada A1, Tangenziale Ovest di Milano: Strada esistente di categoria A (100m (Fascia A) + 150m (Fascia B));
- Strada Provinciale ex SS 412 della Val Tidone, Tangenziale di Pavia: Strada esistente di categoria B (100m (Fascia A) + 150m (Fascia B));
- Via Bagnolo-Sorigherio, Via Rosa Luxemburg, Via Roma (SP28) che prosegue su SP40, SP10, SP35 dei Giovi (a meno del tratto nel centro abitato Via A. Brambilla in cui si classifica come Strada esistente di categoria Db): Strada esistente di categoria Cb (100m (Fascia A) + 50m (Fascia B));
- SP27: Strada esistente di categoria Db (100m (Fascia unica)).

Il tracciato della SP40 è stato studiato così come definito nel Progetto stradale di adeguamento.

Le fasce di pertinenza considerate sono riportate nelle Planimetrie di censimento dei ricettori e nelle Planimetrie di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica sia di Fase 1 che di Fase 2 (elaborati NM0Z00D22P6IM0006001A÷18A; NM0Z10D22P6IM0006001A÷9A; NM0Z20D22P6IM0006001A÷18A;).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

#### 4 LIMITI ACUSTICI E APPLICAZIONE DELLE CONCURSUALITÀ

Per individuare i limiti che ciascun ricettore deve rispettare si considera quanto indicato nel Decreto Attuativo per la regolamentazione dei limiti d'immissione delle infrastrutture ferroviarie del 18/11/98 n° 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n° 447, e nel DMA 29/11/2000.

Come evidenziato nei riferimenti normativi, i limiti di riferimento variano in funzione del tipo di ricettore cui si fa riferimento e del numero di sorgenti presenti sul territorio che possono definirsi concursuali con quella oggetto di analisi.

Per il tipo di ricettori, alcuni di essi assumono i limiti sia nel periodo diurno, sia nel periodo notturno, mentre altri nel solo periodo diurno: ciò perché il limite di riferimento è relativo al periodo in cui effettivamente l'edificio in questione è utilizzato in maniera continuativa.

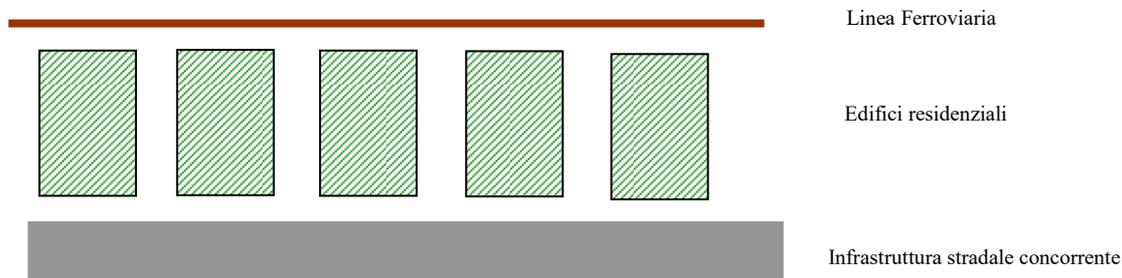
**Tabella A – Valori di riferimento in assenza di sorgenti concursuali**

Tipo di ricettore	Fascia A (0-100 m)		Fascia B (100-250 m)	
	Periodo diurno dBA	Periodo notturno dBA	Periodo diurno dBA	Periodo notturno dBA
Residenziale	70	60	65	55
Produttivo	-	-	-	-
Terziario	70	-	65	-
Ospedale/Casa di Cura	50	40	50	40
Scuola	50	-	50	-
Altro (utilizzo saltuario)	-	-	-	-

Si fa presente che a prescindere dall'appartenenza geometrica ad una determinata fascia di pertinenza acustica, di fatto per il ricettore non assumono rilevanza le infrastrutture potenzialmente concorrenti che non insistono sullo stesso fronte rispetto all'infrastruttura principale oggetto di analisi.

Infatti, ove la linea ferroviaria e l'infrastruttura stradale concorrente insistono su fronti opposti di nuclei di residenziali consolidati, la presenza stessa dell'edificio costituisce un ostacolo alla propagazione dell'uno o dell'altro contributo acustico e pertanto non dovrebbe sussistere concursualità effettiva (invece cautelativamente attribuita nel presente studio).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A



Nel complessivo dei ricettori censiti, si riscontrano casi di fabbricati esposti al rumore di una o due sorgenti. Nel primo caso e cioè nel caso di ricettori esposti al solo rumore della linea ferroviaria in questione, si applicano i valori limite sintetizzati nella Tabella A prima riportata. Mentre nel caso di concorsualità fra due o più infrastrutture i valori limite di riferimento sono stati calcolati imponendo che la somma dei contributi *egualmente ponderati* non superasse il valore della sorgente avente massima immissione.

Nell'area oggetto di studio le infrastrutture potenzialmente concorrenti presentano limiti differenziati in funzione della tipologia di infrastruttura. A tal proposito, qualora alcuni ricettori ricadano in fasce di pertinenza acustica con limiti diversi, si è utilizzata una formulazione più generale di quella riportata nell'Allegato 4 del DM 29/11/2000, che risulta valida anche nel caso di valori limite diversi (e che coincide con quella originale nel caso di valori limite uguali):

$$\max(L_1, L_2, \dots, L_N) = 10 \cdot \log \left( \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_i - \Delta}{10}} \right)$$

con:  $L_1, L_2, \dots, L_N$  i singoli valori limite delle  $N$  infrastrutture coinvolte

$\Delta$  = riduzione egualmente ponderata dei singoli valori limite

Nella seguente tabella si riportano le possibili combinazioni di concorsualità indicando con la lettera "A" la fascia di pertinenza acustica caratterizzata dal valore limite di 70 dBA diurni e 60 dBA notturni, con la lettera "B" la fascia di pertinenza acustica caratterizzata dal valore limite e 65 dBA diurni e 55 dBA notturni.

**Tabella B – Valori di soglia in presenza di sorgenti concorsuali**

Fasce di pertinenza		Valori di soglia dell'infrastruttura ferroviaria	
Linea ferroviaria	Infrastruttura Stradale	Diurno dBA	Notturno dBA
A	A	67	57
A	B	68.8	58.8
B	B	62	52
B	A	63.8	53.8

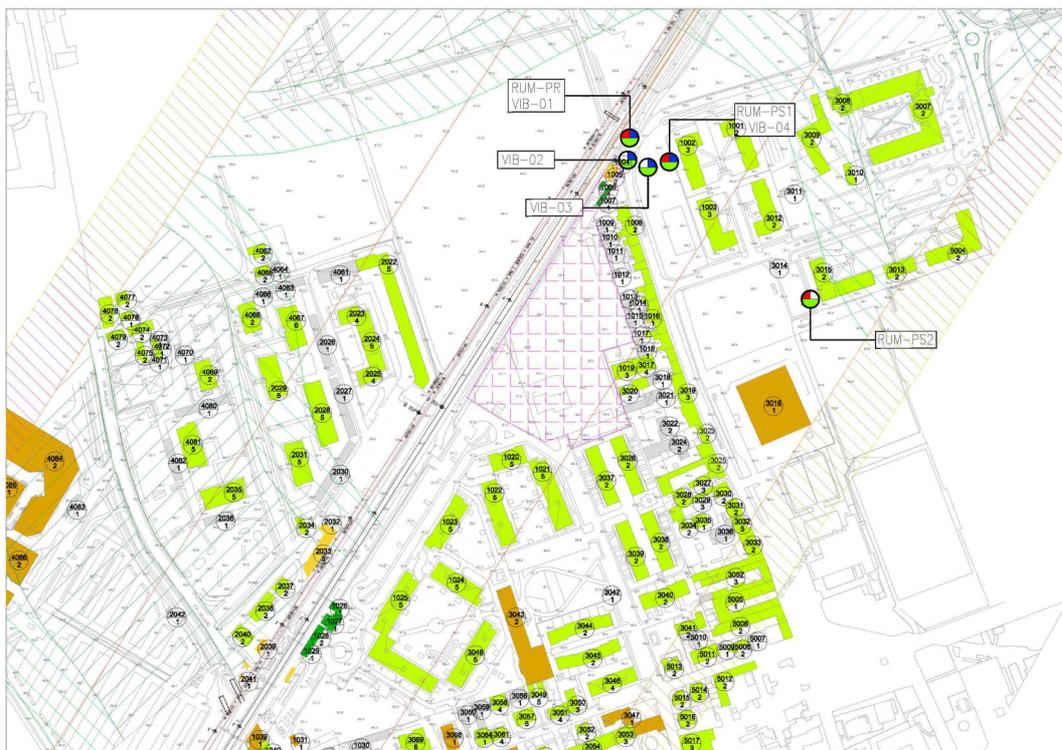
	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A	<b>FOGLIO</b> 14 di 40

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

## 5 LIMITI ACUSTICI E AREE DI ESPANSIONE

Ai sensi del DPR 459/98, mediante l'analisi dei piani regolatori è stata eseguita una verifica delle aree di espansione (definite come ricettore nell'art.1, co.1, lett.e), che ricadono all'interno della fascia di pertinenza acustica dell'infrastruttura in progetto e alle quali vanno applicati i limiti dettati da dette fasce, eventualmente decurtati del contributo di concorsualità. Nello specifico, dall'analisi sono state individuate le seguenti aree:

Comune di Locate Triulzi



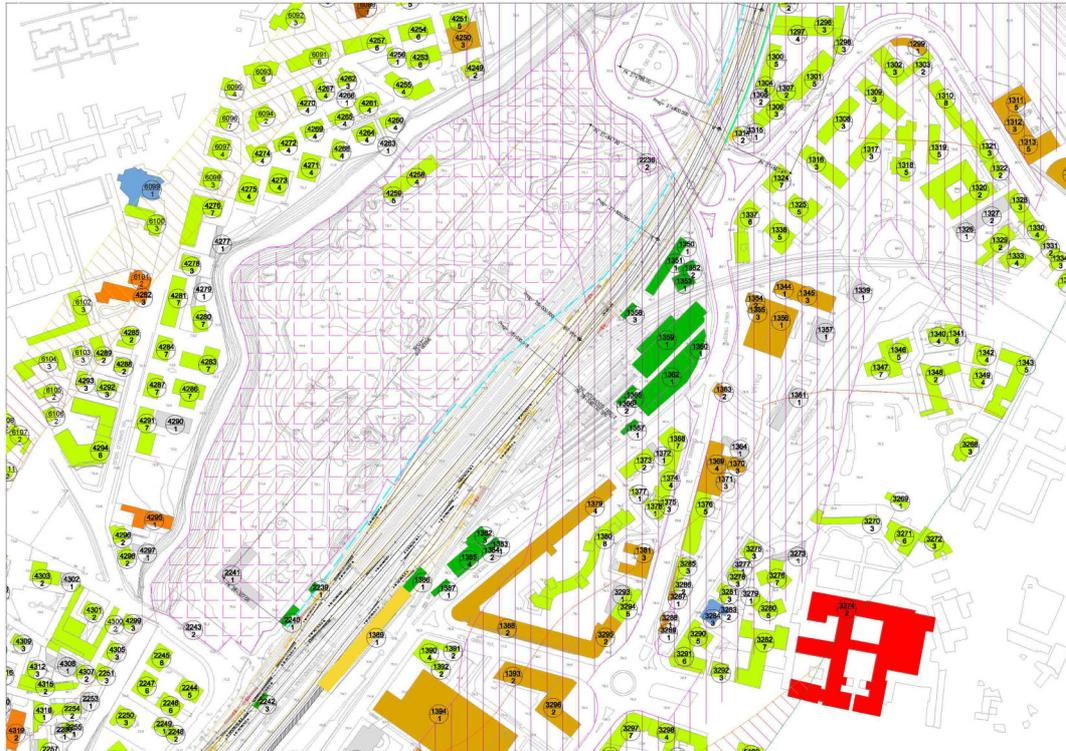
Area a nord della Stazione di Locate Triulzi, in parte edificata.

Comune di Pieve Emanuele



Area a nord della Stazione di Pieve Emanuele, non edificata

Comune di Pavia



Area a nord della Stazione di Pavia, non edificata.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

## 6 LIMITI ACUSTICI E ZONIZZAZIONE ACUSTICA NEI COMUNI INTERESSATI

Per l'articolo 4 e 5 del DPR 459/98 i ricettori che ricadono al di fuori della fascia di pertinenza acustica dell'infrastruttura devono rispettare i limiti della tabella C del DPCM 14/11/97, ossia i limiti imposti dalle zonizzazioni acustiche comunali attraversate dalla linea ferroviaria. In ottemperanza a quanto previsto dalla Legge Quadro 447/95, i comuni interessati sono provvisti di Piano di zonizzazione acustica. Nella tabella seguente si riporta lo stato di redazione e approvazione dei suddetti piani, aggiornato a Ottobre 2018.

Comune	Provincia	Delibera CC di approvazione PCCA
Comune di Milano	Milano	Consiglio Comunale n° 32 del 9 Settembre 2013
Comune di San Donato Milanese	Milano	Consiglio Comunale n.42 del 18 Novembre 2014
Comune di San Giuliano Milanese	Milano	Consiglio Comunale n. 1 del 27 Gennaio 2010
Comune di Locate di Triulzi	Milano	Consiglio Comunale n. 17 del 17 Aprile 2011
Comune di Pieve Emanuele	Milano	Consiglio Comunale n.25 del 27 Febbraio 2003
Comune di Lacchiarella	Milano	Consiglio Comunale n.38 del 4 Ottobre 2012
Comune di Opera	Milano	Consiglio Comunale n. 25 del 10 Maggio 2001
Comune di Siziano	Pavia	Consiglio Comunale n. 17 del 25 Maggio 2006
Comune di Giussago	Pavia	Consiglio Comunale n.19 del 24 Luglio 2012
Comune di Bornasco	Pavia	Consiglio Comunale n°12 del 22 Aprile2009
Comune di Borgarello	Pavia	Consiglio Comunale n. 33 del 21 Dicembre 2016
Comune di Pavia	Pavia	Consiglio Comunale n. 17 del 25 Maggio 2006
Comune Certosa di Pavia	Pavia	Consiglio Comunale n.28 del 22 Luglio 2010

I piani di classificazione acustica comunali sono stati riportati nelle Planimetrie di censimento dei ricettori (elaborati NM0Z00D22P6IM0006001A÷18A).

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

	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

## 7 CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM

### 7.1 Descrizione dei ricettori

Il tracciato di progetto di quadruplicamento si sviluppa interamente allo scoperto per ca. 29 km, per lo più a raso e in rilevato, all'interno del territorio della provincia di Milano e Pavia. Le zone attraversate sono poco o mediamente abitate, fatta eccezione per le aree nei pressi delle stazioni ferroviarie e nel comune di Pavia, ove si ricade in terreno densamente abitato.

#### 7.1.1 Il censimento dei ricettori

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

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

È stata effettuata, in particolare, una verifica della destinazione d'uso ed altezza di tutti i ricettori. I risultati di tale verifica sono stati riportati, sulla cartografia numerica in scala 1:2000 (elaborati NM0Z00D22P6IM0006001A÷18A).

Nelle planimetrie di censimento summenzionate, in merito ai ricettori censiti sono state evidenziate mediante apposita campitura colorata le informazioni di seguito descritte:

#### Tipologia dei ricettori

- Residenziale;
- Commerciale e Servizi;
- Industriale e Artigianale;
- Monumentale/religioso;
- Asili, Scuole, Università
- Ruederi, dismessi, box e depositi;
- Pertinenza FS
- Espropri/demolizioni

#### Altezza dei ricettori

Indicato come numero di piani fuori terra.

Sono state altresì indicate le facciate cieche (assenza di infissi) dei ricettori

	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> <b>NM0Z</b>	<b>LOTTO</b> <b>00</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>D22 RG IM0006 001</b>	<b>REV</b> <b>A</b>

L'attività di verifica ante operam è stata quindi completata con la redazione di schede di dettaglio in cui sono state riportate per ciascun fabbricato le informazioni riguardanti la localizzazione, lo stato e la consistenza e la relativa documentazione fotografica.

Le schede sono riportate nel documento NM0Z00D22SHIM0000001A.

Di seguito viene fornita una descrizione delle informazioni contenute nelle schede:

*A) Dati generali*

– Codice ricettore individuato da un numero di quattro cifre XZZZ dove

X è un numero che indica la posizione del ricettore rispetto al binario

- 1 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria A)
- 2 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria A)
- 3 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria B)
- 4 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria B)
- 5 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto (oltre 250 m)
- 6 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto (oltre 250 m)

ZZZ è il numero progressivo del ricettore

*B) Dati localizzativi*

- Regione
- Provincia
- Comune
- Progressiva ferroviaria
- Distanza dalla linea ferroviaria in progetto valutata rispetto all'asse di tracciamento

*C) Dati caratteristici dell'edificio esaminato*

- Numero dei piani
- orientamento
- Destinazione d'uso del ricettore
- Stato conservazione

*D) Caratterizzazione degli infissi*

- Numero infissi fronte parallelo e/o obliqui

*E) Caratterizzazione del corpo ferroviario*

*F) Descrizione porzione di territorio tra edificio e infrastruttura*

- Destinazione d'uso terreno
- Altre sorgenti di rumore

*G) Note*

	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

## 8 GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

### 8.1 Illustrazione delle tecniche previsionali adottate

L'impatto prodotto dalle infrastrutture ferroviarie può essere valutato con l'ausilio di appositi modelli matematici di simulazione.

Un modello si basa sulla schematizzazione del fenomeno attraverso una serie di ipotesi semplificative che riconducono qualsiasi caso complesso alla somma di casi semplici e noti.

Per la previsione dell'impatto acustico della linea in analisi e per il dimensionamento degli interventi di abbattimento del rumore è stato utilizzato il modello di simulazione SoundPLAN.

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.

Grazie alla sua versatilità e ampiezza del campo applicativo, è all'attualità il Software previsionale acustico più diffuso al mondo. In Italia è in uso a centri di ricerca, Università, Agenzie per l'Ambiente, ARPA, Comuni, Società e studi di consulenza.

La peculiarità del modello SoundPLAN si basa sul metodo di calcolo per "raggi". Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi.

Studiando il metodo con maggior dettaglio si vede che ad ogni raggio che parte dal ricettore viene associata una porzione di territorio e così, via via, viene coperto l'intero territorio

Quando un raggio incontra la sorgente, il modello calcola automaticamente il livello prodotto della parte intercettata. Pertanto, sorgenti lineari come strade e ferrovie vengono discretizzate in tanti singoli punti sorgente ciascuno dei quali fornisce un contributo. La somma dei contributi associati ai vari raggi va quindi a costituire il livello di rumore prodotto dall'intera sorgente sul ricettore.

I contributi forniti dai diversi raggi vengono evidenziati nei diagrammi di output. In tali schematizzazioni la lunghezza del raggio è proporzionale al contributo in rumore fornito da quella direzione.

Quando un raggio incontra una superficie riflettente come la facciata di un edificio, il modello calcola le riflessioni multiple. A tal proposito l'operatore può stabilire il numero di riflessioni massimo che deve essere calcolato ovvero la soglia di attenuazione al di sotto della quale il calcolo deve essere interrotto.

Questa metodologia di calcolo consente quindi una particolare accuratezza nella valutazione della geometria del sito e risulta quindi molto preciso ed efficace in campo urbano, dove l'elevata densità di edifici, specie se di altezza elevata, genera riflessioni multiple che producono un innalzamento dei livelli sonori.

La possibilità di inserire i dati sulla morfologia dei territori, sui ricettori e sulle infrastrutture esistenti ed in progetto mediante cartografia tridimensionale consente di schematizzare i luoghi in maniera più che mai realistica e dettagliata. Ciò a maggior ragione se si considera che, oltre alla conformazione morfologica, è possibile associare ad elementi naturali e antropici specifici comportamenti acustici. Il

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

modello prevede infatti l'inserimento di appositi coefficienti che tengono conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati.

## 8.2 Dati di input del modello

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

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

Si nota che i dati relativi ai punti 1 e 2 (morfologia del territorio e geometria dell'infrastruttura) sono stati derivati da cartografia vettoriale appositamente prodotta per il progetto definitivo e dalle planimetrie, profili e sezioni di progetto. I dati territoriali sono stati verificati mediante i sopralluoghi in campo effettuati nel corso di elaborazione del censimento dei ricettori.

Per quanto concerne lo standard di calcolo, è stato utilizzato quello delle Deutsche Bundesbahn, sviluppato nelle norme Shall 03. I parametri di calcolo utilizzati sono invece i seguenti:

Ordine di riflessione	2	Ponderazione	dB(A)
Max raggio di ricerca [m]	5000	Imposta bonus ferrovia di 5 dB	<input type="checkbox"/>
Max.distanza riflessioni da Ric. [m]	200	Considera le superfici stradali come aree "hard" (G=0)	<input checked="" type="checkbox"/>
Max.distanza riflessioni da Srg. [m]	50		
Tolleranza (dB)	0,010		
Tolleranza rispettata per ..	risultato complessivo		

Per l'elaborazione del DGM (Digital Ground Model) sono stati implementati nel modello i seguenti elementi:

- Punti quota
- Curve di livello
- Bordi stradali
- Bordi del rilevato ferroviario
- Sommità e base di rilevati e trincee

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

Nei paragrafi seguenti si riportano nel dettaglio i dati di input utilizzati per l'esercizio.

### 8.2.1 Modello di esercizio

Di seguito si riportano nel dettaglio i dati di input utilizzati per l'esercizio ferroviario:

1. La tipologia di convogli in transito.
2. Il numero di transiti relativamente al periodo diurno e notturno per le diverse categorie di convogli.
3. lunghezza media di ciascuna tipologia di treno

Il progetto di quadruplicamento della tratta Milano Rogoredo – Pavia è suddiviso in due fasi funzionali: Fase 1 e Fase 2.

La Fase 1 riguarda il quadruplicamento della tratta da MI Rogoredo a Pieve Emanuele (da km 0+700 a km 11+985 per un'estesa complessiva di circa 11 km) e la trasformazione della stazione di Certosa di Pavia in fermata e contestualmente la realizzazione di un nuovo Posto di Movimento a Turago; mentre con la Fase 2 si ha il quadruplicamento della tratta da Pieve Emanuele a Pavia (da km 11+241 a km 28+401 per un'estesa complessiva circa 17 km)

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

Di seguito si riportano i modelli di esercizio utilizzati per le due fasi:

TRATTO 01	TRATTA FERROVIARIA MILANO ROGOREDO - PIEVE EMANUELE									
	Treno ES*		Treno EC\IC		Treno REGIONALE (R-RV-R34-RE13)		Treno METROPOLITANO (S2-S13)		Treno MERCI	
	Periodo diurno (06-22)	Periodo Notturno (22-06)	Periodo diurno (06-22)	Periodo Notturno (22-06)	Periodo diurno (06-22)	Periodo Notturno (22-06)	Periodo diurno (06-22)	Periodo Notturno (22-06)	Periodo diurno (06-22)	Periodo Notturno (22-06)
Scenario Riferimento - FASE 1										
Binario										
Binario Dispari Lento							63	9		
Binario Pari Lento							63	9		
Binario Dispari Veloce	2	0	14	0	33	4			16	10
Binario Pari Veloce	2	0	13	1	34	4			16	11

Modello di esercizio di progetto della Fase 1 Quadruplicamento Mi Rogoredo – Pieve Emanuele

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> Relazione Generale	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

TRATTO 01		TRATTA FERROVIARIA MILANO ROGOREDO - PIEVE EMANUELE									
Scenario Riferimento - FASE 2		Treno ES*		Treno EC\IC		Treno REGIONALE (R-RV-R34-RE13)		Treno METROPOLITANO (S2-S13)		Treno MERCI	
Binario		Periodo diurno (06-22)	Periodo Notturno (22-06)	Periodo diurno (06-22)	Periodo Notturno (22-06)	Periodo diurno (06-22)	Periodo Notturno (22-06)	Periodo diurno (06-22)	Periodo Notturno (22-06)	Periodo diurno (06-22)	Periodo Notturno (22-06)
Binario Dispari Lento						15	2	63	9		
Binario Pari Lento						16	2	63	9		
Binario Dispari Veloce		4	0	25	1	18	2			40	10
Binario Pari Veloce		4	0	25	1	18	2			40	10

Modello di esercizio di progetto della Fase 2 Quadruplicamento Mi Rogoredo – Pieve Emanuele

TRATTO 02		TRATTA FERROVIARIA PIEVE EMANUELE - PAVIA									
Scenario Riferimento - FASE 2		Treno ES*		Treno EC\IC		Treno REGIONALE (R-RV-R34-RE13)		Treno METROPOLITANO (S2-S13)		Treno MERCI	
Binario		Periodo diurno (06-22)	Periodo Notturno (22-06)	Periodo diurno (06-22)	Periodo Notturno (22-06)	Periodo diurno (06-22)	Periodo Notturno (22-06)	Periodo diurno (06-22)	Periodo Notturno (22-06)	Periodo diurno (06-22)	Periodo Notturno (22-06)
Binario Dispari Lento						33	4	32	4		
Binario Pari Lento						34	4	31	5		
Binario Dispari Veloce		4	0	25	1					40	10
Binario Pari Veloce		4	0	25	1					40	10

Modello di esercizio di progetto della Fase 2 Quadruplicamento Pieve Emanuele – Pavia

Le velocità di percorrenza sono riportate nella tabella seguente:

Inizio/Fine pk Tratte Omogenee della Linea Ferroviaria Mi. Rogoredo - Pavia	Denominazione Tratta Ferroviaria Omogenea	Velocità percorrenza in funzione della Tipologia di Treno			
		Vt (km/h)	Rango A (km/h)	Rango C (km/h)	Rango P (km/h)
Da Inizio Intervento a km 5+092	Tratto A	150	140*	165	195
da km 5+092 a km 24+394	Tratto B	160	140*	180	200
da 24+394 a 26+394	Tratto C	120	120*	135	155
da 26+394 a Fine Intervento	Tratto D	90	90	100	120

\*per il Rango A la velocità max sulla tratta di progetto è di 100km/h

### 8.2.2 Emissioni dei rotabili

Le emissioni sonore da associare ad ogni tipologia di convoglio ferroviario previsto nel Modello di Esercizio di progetto sono state ricavate da una campagna di rilievi fonometrici appositamente eseguita. Per i dettagli si rimanda all'apposito "Report dei rilievi fonometrici" (elaborato

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

NM0Z00D22RHIM0006002A), nel quale sono riportati anche tutte le grandezze acustiche acquisite per ciascun transito avvenuto nell'arco delle 24 ore della misura.

Tale campagna ha permesso:

- La caratterizzazione acustica delle diverse tipologie di materiale rotabile ad oggi in esercizio sull'attuale linea ferroviaria, con l'individuazione di 3 "Punti di Riferimento" PR posti in prossimità del binario di corsa
- La taratura del modello di simulazione acustica, con l'individuazione di 6 "Punti Significativi" PS (due per ogni punto di Riferimento PR) posti in corrispondenza di altrettanti ricettori, a distanze crescenti dall'infrastruttura ferroviaria.

I dati così rilevati sono stati rielaborati per ottenere i seguenti dati associati ad ogni singolo transito:

- Data e ora di passaggio;
- Categoria commerciale;
- Origine e Destinazione del viaggio;
- Ora di inizio e fine evento sonoro;
- Durata in secondi dell'evento sonoro;
- Lunghezza del convoglio;
- Velocità di transito;
- Composizione (numero di locomotori e di vagoni o carri);
- Grandezze acustiche:
  - Lmax
  - Leq sulla durata dell'evento
  - SEL

Successivamente, tali informazioni sono state normalizzate e mediate per ottenere – per ciascuna tipologia di convoglio ferroviario transitato – le seguenti informazioni:

- Numero di transiti nel periodo diurno e nel periodo notturno;
- Velocità media di transito;
- SEL medio.

A partire dai dati così elaborati è stato anche possibile ricavare il valore del Livello Equivalente diurno e notturno sia nei due PR che nei sei PS.

La documentazione di progetto evidenzia come la linea in progetto della Fase 2 risponda alle Specifiche Tecniche di Interoperabilità (regolamenti UE - sottosistema "Infrastruttura", "Sicurezza nelle gallerie" e "Controllo-comando e Segnalamento").

Pertanto, per caratterizzare le emissioni dei convogli transitanti si è potuto far riferimento ai "valori limite relativi al rumore in transito", così come definiti dalla Tabella 4 del Regolamento UE n. 1304/2014 – Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema "Materiale rotabile – rumore", di seguito riportata.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

**Tabella 4 del Regolamento UE n. 1304/2014 – Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema “Materiale rotabile – rumore”**

Categoria del sottosistema materiale rotabile	$L_{pAeq,Tp}$ (80 km/h) [dB]	$L_{pAeq,Tp}$ (250 km/h) [dB]
Locomotive elettriche e OTM a trazione elettrica	84	99
Locomotive diesel e OTM a trazione diesel	85	n.d.
EMU	80	95
DMU	81	96
Carrozze	79	n.d.
Carri (normalizzati APL = 0,225) (*)	83	n.d.

(\*) Per APL si intende il numero di assili diviso per la distanza tra i respingenti [ $m^{-1}$ ]

Il software SoundPLAN, del quale Italferr si avvale per effettuare le simulazioni acustiche per modellizzare una sorgente ferroviaria impone l'input di fattori quali la distanza dal binario alla quale si ottiene un determinato livello sonoro e la velocità con la quale il treno transita lungo il binario stesso.

I valori della Tabella STI sono riferiti a singoli passaggi di unità, alle velocità di 80 km/h e, dove disponibili, di 250 km/h e sono relativi al tempo di transito, definito dalla ISO/FDIS 3095:2013 (E).

Per la stima delle emissioni dei treni circolanti nello scenario futuro della Fase 2, sono stati pertanto sommati i contributi delle singole unità che, assemblate, compongono tali treni.

In via cautelativa le emissioni STI sono state associate solo all'80% dei treni merci futuri, mentre per il restante 20% e per gli altri treni passeggeri le emissioni sono rimaste invariate rispetto allo stato attuale.

Si riportano di seguito le emissioni calcolate a 25 metri di distanza dal binario alla velocità pari a 100 km/h dei treni merci di progetto.

Tipo convoglio	SEL@25m,100km/h dB(A)	Leq@25m,100km/h dB(A)
Merci 1560t	92,7	45,1

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> Relazione Generale	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

### 8.3 Caratterizzazione acustica della sorgente e taratura del modello di simulazione

Inserendo nella libreria del modello di simulazione i valori di emissione così come rilevati sperimentalmente, ed il Modello di Esercizio effettivo (numero di transiti realmente avvenuti nelle 24 ore di misura) associato alla linea ferroviaria esistente, sono stati calcolati i Livelli Equivalenti diurni e notturni in corrispondenza dei punti di misura e controllo PR e PS, ricavando i seguenti valori:

Sezione di Misura	punti di misura e controllo	Valori simulati		Valori misurati		Scarti simulati-misurati	
		Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n
SEZIONE 01	PR1	74,8	74,4	74,5	74,3	0,3	0,1
	PS1	62,5	62,2	61,8	62,8	0,7	-0,6
	PS2	46,3	45,7	44,5	44,0	1,8	1,7
	<i>media degli scarti sui punti PS</i>					<b>1,3</b>	<b>0,6</b>
SEZIONE 02	PR2	75,4	74,0	75,0	73,8	0,4	0,2
	PS1	63,0	59,8	62,0	58,6	1,0	1,2
	PS2	58,8	57,0	57,8	55,7	1,0	1,3
	<i>media degli scarti sui punti PS</i>					<b>1,0</b>	<b>1,3</b>
SEZIONE 03	PR3	75,1	74,0	74,3	73,3	0,8	0,7
	PS1	75,2	73,9	74,2	73,1	1,0	0,8
	PS2	65,3	63,2	64,5	62,5	0,8	0,7
	<i>media degli scarti sui punti PS</i>					<b>0,9</b>	<b>0,8</b>

In corrispondenza dei punti di controllo posizionati in corrispondenza di ricettori acustici (PS), si osserva una buona corrispondenza dei valori simulati rispetto a quelli misurati (con medie degli scarti leggermente superiori a +1 dBA, indice di una diffusa e contenuta sovrastima, che consente di poter operare di fatto in condizioni cautelative).

Per i Punti di Riferimento PR, sia nel periodo di riferimento diurno che nel periodo di riferimento notturno si ha una lieve sovrastima, condizione anch'essa cautelativa.

 <b>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</b>	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

## 9 CONSIDERAZIONI SUI LIVELLI SONORI ANTE MITIGAZIONE

L'applicazione del modello di simulazione sopra descritto ha permesso di stimare i livelli sonori con la realizzazione delle opere di progetto.

In generale, lungo la linea in progetto, da un primo esame si nota che i superamenti maggiori si verificano nel periodo notturno in virtù dei limiti più bassi.

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

Le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati per la Fase 1 sono riportate nell'elaborato Output del modello di simulazione cod. NM0Z10D22TTIM0000001A, mentre per la Fase 2 sono riportate nell'elaborato Output del modello di simulazione cod. NM0Z20D22TTIM0000001A.

	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

## 10 METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO

Nei paragrafi seguenti si forniscono alcune note descrittive sui requisiti acustici delle barriere antirumore, sulle tipologie di barriere utilizzate in relazione alle prestazioni acustiche.

### 10.1 Requisiti acustici

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:

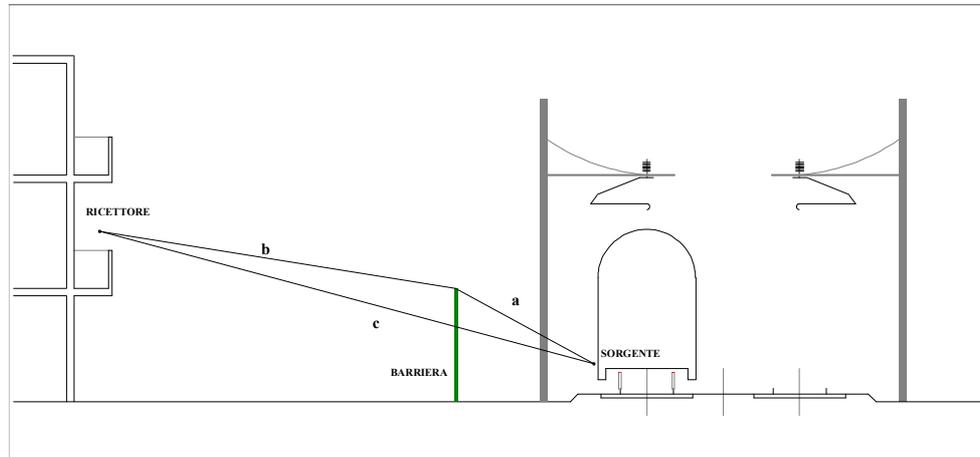
1. l'onda diretta, che, se la barriera non è sufficientemente dimensionata, giunge in corrispondenza del ricettore senza essere condizionata da ostacoli;
2. l'onda che giunge al ricettore dopo essere stata diffratta dal bordo superiore della barriera;
3. l'onda diffratta dal bordo superiore della barriera,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

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

	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A



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, dovranno essere utilizzati materiali con prestazioni acustiche particolarmente elevate e cioè almeno rispondenti ai coefficienti  $\alpha$  relativi alla Classe *Ia* del Disciplinare Tecnico per le Barriere Antirumore delle Ferrovie dello Stato. Detti coefficienti sono riportati nella tabella seguente.

Freq.	$\alpha$
125	0,30
250	0,60
500	0,80
1000	0,85
2000	0,85
4000	0,70

	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

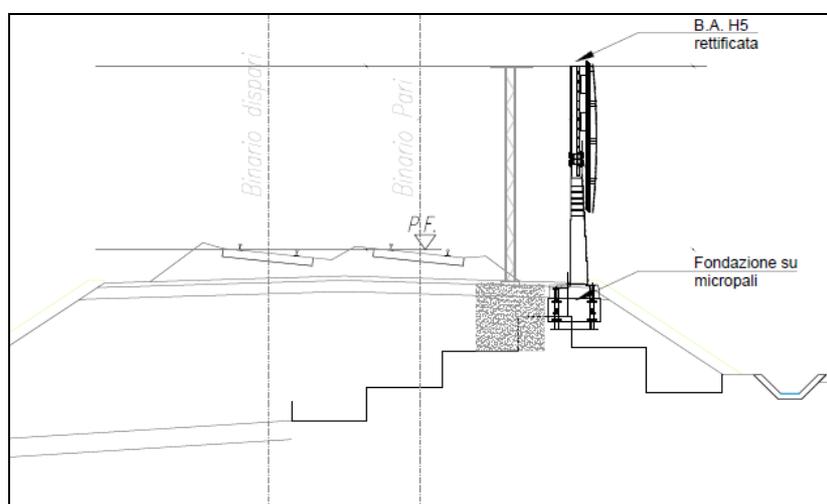
## 10.2 Descrizione delle barriere antirumore

La soluzione adottata deriva dai tipologici standard HS che RFI ha appositamente sviluppato.

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

Di seguito si riporta lo schema esemplificativo della soluzione adottata e sopra descritta.

Barriera acustica su basamento in cls



Il posizionamento dei pannelli fonoassorbenti lungo ogni tratto di intervento rispetta per quanto possibile le due misure seguenti:

- altimetricamente: distanza minima dal piano del ferro pari a +2.00 m.
- planimetricamente: distanza minima del montante dall'asse del binario più vicino pari a 4 m; tale distanza può essere modificata in presenza di situazioni particolari, come i marciapiedi di fermata o di stazione oppure ad esempio i muri di recinzione in corrispondenza dei nuclei abitativi attraversati.

	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

### 10.3 Gli interventi sugli edifici

Per ricondurre almeno 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 vuole ottenere un isolamento interno ad un edificio fra 28 e 33 dB rispetto al rumore in facciata e gli infissi esistenti 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 la soluzione in grado di garantire un RW compreso tra 20 e 27 dBA; la classe R2 le soluzioni che garantiscono un RW compreso tra 27 e 35 dBA; la classe R3 tutte quelle soluzioni che offrono un RW superiore a 35 dBA. I serramenti esterni che offrono un potere fonoisolante minore di 20 dBA 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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

---

CLASSE R1 -  $20 \leq RW \leq 27$  dBA

---

- 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 -  $27 \leq RW \leq 35$  dBA

---

- 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 -  $RW > 35$  dBA

---

- 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 fonoisolanti dovranno essere dotati anche di aeratori che dovranno garantire il ricambio di aria necessario.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

## 11 LE OPERE DI MITIGAZIONE SUL TERRITORIO E I LIVELLI ACUSTICI POST MITIGAZIONE

Il dimensionamento degli interventi di protezione acustica è stato finalizzato all'abbattimento dei livelli acustici prodotti nel periodo notturno in virtù dei superamenti maggiori, dovuti ai limiti di norma più restrittivi.

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

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

È stato altresì analizzato il clima acustico in corrispondenza delle Aree di Espansione Residenziale dai Piani Regolatori Generali dei Comuni interessati (vedi cap. 5), non rilevando superamenti dai limiti di norma in corrispondenza dei ricettori in campo libero simulati.

Con l'ausilio del modello di simulazione *SoundPLAN* descritto nei paragrafi precedenti è stata effettuata la verifica e l'ottimizzazione delle barriere acustiche sopra menzionate e di seguito elencate sia per la Fase 1 che per la Fase 2.

### QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PIEVE EMANUELE FASE 1 - BARRIERE DI PROGETTO

Codice Barriera	Lato	Linea	Standard RFI	Altezza da p.f.	Km inizio	km fine	Lunghezza a m	Note
F1BA001P	Pari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 1+165	Km 1+825	660m	Standard Rettificata
F1BA002P	Pari	Mi Rog - Pv	H6	5,42 m	Km 3+000	Km 3+345	345m	Standard Rettificata
F1BA003P	Pari	Mi Rog - Pv	H9	6,89 m	Km 3+345	Km 3+588	243m	Standard Rettificata
F1BA004P	Pari	Mi Rog - Pv	H9	6,89 m	Km 3+588	Km 3+727	139m	Su Muro
F1BA005P	Pari	Mi Rog - Pv	H9	6,89 m	Km 3+727	Km 3+940	213m	Standard Rettificata
F1BA001D	Dispari	Mi Rog - Pv	H7	5,91 m	Km 7+410	Km 7+479	69m	Standard Rettificata
F1BA002D	Dispari	Mi Rog - Pv	H7	5,91 m	Km 7+479	Km 7+494	15m	Barriera Leggera
F1BA003D	Dispari	Mi Rog - Pv	H7	5,91 m	Km 7+494	Km 7+870	376m	Standard Rettificata
F1BA004D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 7+870	Km 8+170	300m	Standard Rettificata
F1BA006P	Pari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 7+750	Km 7+970	220m	Su Muro
F1BA007P	Pari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 7+970	Km 7+984	14m	Su Muro
F1BA008P	Pari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 7+984	Km 8+139	155m	Su Muro
F1BA009P	Pari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 8+139	Km 8+160	21m	Barriera Leggera su muro
F1BA010P	Pari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 8+160	Km 8+325	165m	Su Muro

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

**QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PIEVE EMANUELE**  
**FASE 1 - BARRIERE DI PROGETTO**

Codice Barriera	Lato	Linea	Standard RFI	Altezza da p.f.	Km inizio	km fine	Lunghezza m	Note
F1BA005D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 8+235	Km 08+286	51m	Barriera Leggera
F1BA006D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 8+286	Km 08+661	375m	Su Muro
F1BA007D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 8+661	Km 08+756	95m	Standard Rettificata
F1BA008D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 8+756	Km 08+806	50m	Su Muro
F1BA009D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 8+806	Km 08+818	12m	Standard Rettificata
F1BA010D	Dispari	Mi Rog - Pv	H9	6,89 m	Km 8+818	Km 9+280	462m	Standard Rettificata
F1BA011P	Pari	Mi Rog - Pv	H6	5,42 m	Km 8+550	Km 9+270	720m	Standard Rettificata
F1BA012P	Pari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 9+510	Km 9+720	210m	Su Muro
F1BA013P	Pari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 10+110	Km 10+783	673m	Standard Rettificata
F1BA014P	Pari	Mi Rog - Pv	H9	6,89 m	Km 10+865	Km 11+297	432m	Standard Rettificata
F1BA011D	Dispari	Mi Rog - Pv	H6	5,42 m	Km 11+243	Km 11+768	525m	Standard Rettificata
*F2BA014D	Dispari	Mi Rog - Pv	H5	4,93 m	Km 18+470	Km 18+748	278m	Standard Rettificata
*F2BA019P	Pari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 18+515	Km 18+942	427m	Standard Rettificata
*F2BA020P	Pari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 19+338	Km 19+800	462m	Standard Rettificata
*F2BA021P	Pari	Mi Rog - Pv	H5	4,93 m	Km 20+630	Km 20+775	145m	Su Muro
*F2BA022P	Pari	Mi Rog - Pv	H6	5,42 m	Km 20+795	Km 20+838	43m	Su Muro
*F2BA023P	Pari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 20+921	Km 20+945	24m	Su Muro
*F2BA024P	Pari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 20+945	Km 20+950	5m	Barriera Leggera
*F2BA025P	Pari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 20+950	Km 21+072	122m	Su Muro
*F2BA016D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 20+530	Km 20+876	346m	Su Muro
*F2BA017D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 20+876	Km 20+910	34m	Barriera Leggera
*F2BA018D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 20+910	Km 20+933	23m	Su Muro
*F2BA019D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 20+933	Km 20+949	16m	Standard Rettificata
*F2BA020D	Dispari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 20+949	Km 21+115	166m	Su Muro
<b>TOTALE BARRIERE</b>							<b>8.631m</b>	

\*Barriere dimensionate secondo MdE della Fase 2, ma la realizzazione sarà anticipata alla Fase 1

Gli interventi della Fase 1 sono rappresentati graficamente ed indicati con dimensione e tipologia nella *Planimetria di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (Fase 1)* (elaborato NM0Z10D22P6IM0006001÷9A).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> Relazione Generale	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

**QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA**  
**FASE 2 - BARRIERE DI PROGETTO**

Codice Barriera	Lato	Linea	Standard RFI	Altezza da p.f.	Km inizio	km fine	Lunghezza m	Note
F2BA001P	Pari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 1+165	Km 1+825	660m	Standard Rettificata
F2BA002P	Pari	Mi Rog - Pv	H6	5,42 m	Km 3+000	Km 3+345	345m	Standard Rettificata
F2BA003P	Pari	Mi Rog - Pv	H9	6,89 m	Km 3+345	Km 3+588	243m	Standard Rettificata
F2BA004P	Pari	Mi Rog - Pv	H9	6,89 m	Km 3+588	Km 3+727	139m	Su Muro
F2BA005P	Pari	Mi Rog - Pv	H9	6,89 m	Km 3+727	Km 3+940	213m	Standard Rettificata
F2BA001D	Dispari	Mi Rog - Pv	H7	5,91 m	Km 7+410	Km 7+479	69m	Standard Rettificata
F2BA002D	Dispari	Mi Rog - Pv	H7	5,91 m	Km 7+479	Km 7+494	15m	Barriera Leggera
F2BA003D	Dispari	Mi Rog - Pv	H7	5,91 m	Km 7+494	Km 7+870	376m	Standard Rettificata
F2BA004D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 7+870	Km 8+170	300m	Standard Rettificata
F2BA006P	Pari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 7+750	Km 7+970	220m	Su Muro
F2BA007P	Pari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 7+970	Km 7+984	14m	Su Muro
F2BA008P	Pari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 7+984	Km 8+139	155m	Su Muro
F2BA009P	Pari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 8+139	Km 8+160	21m	Barriera Leggera su muro
F2BA010P	Pari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 8+160	Km 8+325	165m	Su Muro
F2BA005D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 8+235	Km 08+286	51m	Barriera Leggera
F2BA006D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 8+286	Km 08+661	375m	Su Muro
F2BA007D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 8+661	Km 08+756	95m	Standard Rettificata
F2BA008D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 8+756	Km 08+806	50m	Su Muro
F2BA009D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 8+806	Km 08+818	12m	Standard Rettificata
F2BA010D	Dispari	Mi Rog - Pv	H9	6,89 m	Km 8+818	Km 9+280	462m	Standard Rettificata
F2BA011P	Pari	Mi Rog - Pv	H6	5,42 m	Km 8+550	Km 9+270	720m	Standard Rettificata
F2BA012P	Pari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 9+510	Km 9+720	210m	Su Muro
F2BA013P	Pari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 10+110	Km 10+783	673m	Standard Rettificata
F2BA014P	Pari	Mi Rog - Pv	H9	6,89 m	Km 10+865	Km 11+297	432m	Standard Rettificata
F2BA011D	Dispari	Mi Rog - Pv	H6	5,42 m	Km 11+243	Km 11+768	525m	Standard Rettificata
F2BA015P	Pari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 13+030	Km 13+202	172m	Standard Rettificata
F2BA016P	Pari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 13+225	Km 13+389	164m	Standard Rettificata
F2BA012D	Dispari	Mi Rog - Pv	H7	5,91 m	Km 13+210	Km 13+625	415m	Standard Rettificata
F2BA017P	Pari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 15+181	Km 15+700	519m	Standard Rettificata
F2BA013D	Dispari	Mi Rog - Pv	H5	4,93 m	Km 16+048	Km 16+400	352m	Standard Rettificata
F2BA018P	Pari	Mi Rog - Pv	H7	5,91 m	Km 16+700	Km 17+100	400m	Standard Rettificata
F2BA014D	Dispari	Mi Rog - Pv	H5	4,93 m	Km 18+470	Km 18+748	278m	Standard Rettificata
F2BA019P	Pari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 18+515	Km 18+942	427m	Standard Rettificata

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> Relazione Generale	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

**QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA**  
**FASE 2 - BARRIERE DI PROGETTO**

Codice Barriera	Lato	Linea	Standard RFI	Altezza da p.f.	Km inizio	km fine	Lunghezza m	Note
F2BA020P	Pari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 19+338	Km 19+800	462m	Standard Rettificata
F2BA015D	Dispari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 19+338	Km 19+800	462m	Standard Rettificata
F2BA021P	Pari	Mi Rog - Pv	H5	4,93 m	Km 20+630	Km 20+775	145m	Su Muro
F2BA022P	Pari	Mi Rog - Pv	H6	5,42 m	Km 20+795	Km 20+838	43m	Su Muro
F2BA023P	Pari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 20+921	Km 20+945	24m	Su Muro
F2BA024P	Pari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 20+945	Km 20+950	5m	Barriera Leggera
F2BA025P	Pari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 20+950	Km 21+072	122m	Su Muro
F2BA016D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 20+530	Km 20+876	346m	Su Muro
F2BA017D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 20+876	Km 20+910	34m	Barriera Leggera
F2BA018D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 20+910	Km 20+933	23m	Su Muro
F2BA019D	Dispari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 20+933	Km 20+949	16m	Standard Rettificata
F2BA020D	Dispari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 20+949	Km 21+115	166m	Su Muro
F2BA026P	Pari	Mi Rog - Pv	H5	4,93 m	Km 21+115	Km 21+272	157m	Standard Rettificata
F2BA027P	Pari	Mi Rog - Pv	H4	4,44 m	Km 21+272	Km 21+382	110m	Standard Rettificata
F2BA028P	Pari	Mi Rog - Pv	H5	4,93 m	Km 21+443	Km 21+677	234m	Standard Rettificata
F2BA029P	Pari	Mi Rog - Pv	H5	4,93 m	Km 23+700	Km 23+877	177m	Standard Rettificata
F2BA030P	Pari	Mi Rog - Pv	H7	5,91 m	Km 24+900	Km 25+381	481m	Standard Rettificata
F2BA021D	Dispari	Mi Rog - Pv	H7	5,91 m	Km 25+100	Km 25+254	154m	Su Muro
F2BA022D	Dispari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 26+535	Km 26+751	216m	Su Muro
F2BA031P	Pari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 26+535	Km 26+751	216m	Su Muro
F2BA032P	Pari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 26+751	Km 26+878	127m	Su Muro
F2BA033P	Pari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 26+878	Km 27+101	223m	Standard Rettificata
F2BA034P	Pari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 27+101	Km 27+631	530m	Su Muro
F2BA035P	Pari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 27+631	Km 27+786	155m	Standard Rettificata
*F2BA036P	Pari	Mi Rog - Pv	H10	7,38 m	Km 27+847	Km 28+978	1131m	Standard Rettificata
*F2BA023D	Dispari	Mi Rog - Pv	H8	6,40 m	Km 28+338	Km 28+507	169m	Standard Rettificata
*F2BA024D	Dispari	Mi Rog - Pv	H7	5,91 m	Km 28+790	Km 28+978	188m	Standard Rettificata
<b>TOTALE BARRIERE</b>							<b>15.383m</b>	

\*Barriere dimensionate in questa fase progettuale, ma la realizzazione sarà rimandata al Piano di Risanamento Acustico del Comune di Pavia.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> Relazione Generale	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

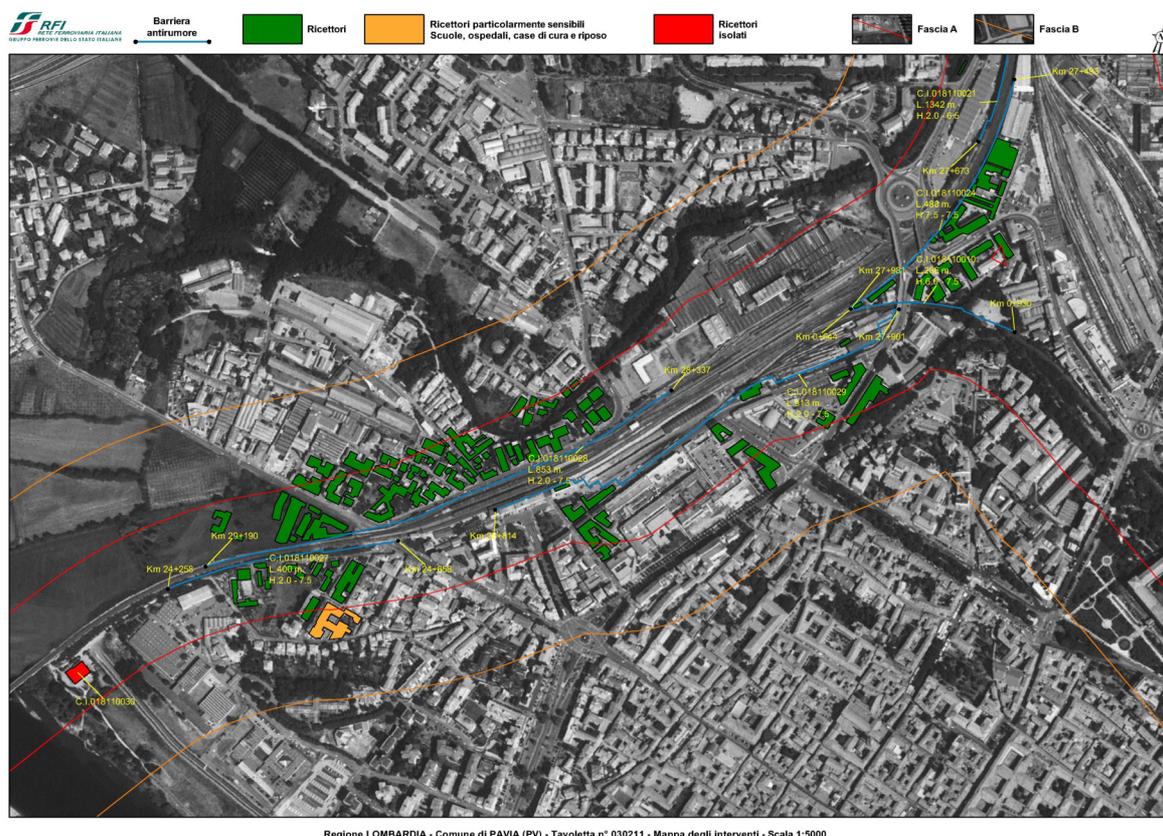
Gli estremi della schermatura acustica indicati nella tabella potranno subire minime modifiche in fase di progettazione e realizzazione in funzione delle reali condizioni al contorno, ma comunque di entità tale da non modificare l'efficacia mitigativa complessiva.

Gli interventi della Fase 2 sono rappresentati graficamente ed indicati con dimensione e tipologia nella *Planimetria di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (Fase 2)* (elaborato NM0Z20D22P6IM0006001÷18A).

Come si evince dai dati riportati negli Output del modello di calcolo (elaborato *Output del modello di simulazione* - cod. NM0Z20D22TTIM0006001A), a fronte del dimensionamento proposto degli interventi di mitigazione acustica lungo linea è possibile abbattere considerevolmente i livelli sonori prodotti con la realizzazione del progetto in esame in corrispondenza dei ricettori protetti da barriera antirumore, garantendo quasi ovunque il rispetto dei limiti imposti dalla normativa vigente.

## 11.1 Opere Di Mitigazione Previste Dal Piano Di Risanamento Acustico

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



Mappa degli Interventi di mitigazione previsti secondo il PRA di Pavia – Tavolella 030211 Rev.2013

	<b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>				
	<b>STUDIO ACUSTICO</b> <b>Relazione Generale</b>	<b>PROGETTO</b> NM0Z	<b>LOTTO</b> 00	<b>DOCUMENTO</b> D22 RG IM0006 001	<b>REV</b> A

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

- C.I. 018110010 – intervento sul lato sinistro da km 0+644 a km 0+930;
- C.I. 018110027 – intervento sul lato sinistro da km 24+258 a km 24+658;
- C.I. 018110028 – intervento sul lato destro da km 28+337 a km 29+190;
- C.I. 018110029 – intervento sul lato sinistro da km 27+901 a km 28+814.