

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. ARCHITETTURA, AMBIENTE E TERRITORIO

PROGETTO PRELIMINARE

INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA

STUDIO ACUSTICO

Relazione generale

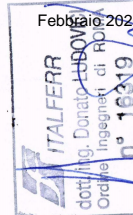
SCALA:

-

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

I N O W 0 0 R 2 2 R G I M 0 0 0 4 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	E. Zola	Giugno 2019	E. Zola	Giugno 2019	A. Campanella	Giugno 2019	D. Ludovici	
				A. Corvaja					
B	Aggiornamento a seguito nuovi input Dicembre 2019	E.Zola	Febbraio 2020	E. Zola	Febbraio 2020	A. Campanella	Febbraio 2020		Febbraio 2020
				A. Corvaja					



File: IN0W00R22RGIM0004001B.doc


n. Elab.:

CUP: F81H9100000008

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

INDICE

1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
	2.1 Legge Quadro 447/95	5
	2.2 D.P.R. 459/98	7
	2.3 D.P.R. 142/04	8
	2.4 Decreto per la predisposizione degli interventi antirumore da parte dei gestori delle infrastrutture (DM 29/11/2000)	10
3	CONCORSUALITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO	12
4	LIMITI ACUSTICI E APPLICAZIONE DELLE CONCORSUALITÀ	14
5	LIMITI ACUSTICI E AREE DI ESPANSIONE	17
6	LIMITI ACUSTICI E ZONIZZAZIONI ACUSTICHE DEI COMUNI INTERESSATI	20
7	CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM	21
	7.1 Descrizione dei ricettori	21
	7.1.1 Il censimento dei ricettori	21
8	GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	23
	8.1 Illustrazione delle tecniche previsionali adottate	23
	8.2 Dati di input del modello	24
	8.2.1 Modello di esercizio	25
	8.2.2 Emissioni dei rotabili	26
	8.3 Caratterizzazione acustica della sorgente e taratura del modello di simulazione	29
9	CONSIDERAZIONI SUI LIVELLI SONORI ANTE MITIGAZIONE	30
10	METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO	31
	10.1 Requisiti acustici	31
	10.2 Descrizione delle barriere antirumore	33

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE</p>										
<p>STUDIO ACUSTICO Relazione Generale</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IN0W</td> <td>00</td> <td>R22 RG IM0004 001</td> <td>B</td> <td>2 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IN0W	00	R22 RG IM0004 001	B	2 di 45
PROGETTO	LOTTO	DOCUMENTO	REV	FOGLIO							
IN0W	00	R22 RG IM0004 001	B	2 di 45							

10.3 **Gli interventi sugli edifici** **34**

11 **LE OPERE DI MITIGAZIONE SUL TERRITORIO E I LIVELLI ACUSTICI *POST***
MITIGAZIONE **36**

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

1 PREMESSA

Il presente documento contiene i risultati dello studio relativo all'impatto acustico prodotto dalla realizzazione del quadruplicamento ferroviario del Lotto funzionale "Quadruplicamento Est in uscita da Brescia (tratta Milano-Verona), nell'ambito della Linea A.V./A.C. Torino-Venezia. Il progetto in particolare prevede la realizzazione dell'ingresso Est nel nodo ferroviario di Brescia della nuova tratta AV/AC Brescia-Verona e il suo collegamento con l'intervento della tratta Brescia-Verona.

Sono state recepite le indicazioni dello studio architettonico di progetto finalizzate a migliorare l'impatto visivo delle mitigazioni acustiche e dell'infrastruttura, da qui l'adozione nel tratto cittadino di pannelli antirumore in vetro interrotti lungo i principali assi viari.

Nel tratto urbano e periurbano in Brescia, fino alla pk km 98 circa, come da nuovi input testé elencati, è stata prevista l'installazione di barriere antirumore prevalentemente trasparenti caratterizzate da pannelli fonoisolanti in vetro a partire dalla quota di 2 metri dal piano del ferro. Laddove la sezione tipologica dell'infrastruttura non preveda la realizzazione del muro di recinzione, i pannelli inferiori fino alla quota di 2 metri da piano del ferro saranno costituiti da pannellature in cls. Le altezze di dette Barriere Antirumore sono variabili da 2m a 8,5m dal piano del ferro talvolta integrate con un risvolto superiore (aggetto).

Nei restanti tratti di linea, saranno installate barriere antirumore verticali, in calcestruzzo sino alla quota di 2 metri da piano del ferro e pannelli in acciaio con finestrature vetrate, di altezza totale della BA variabile tra 2m a 6,5m da piano del ferro.

Vengono pertanto analizzate le ricadute acustiche dello scenario progettuale così ridefinito.

L'inizio dell'intervento di progetto è fissato al km 94+680 e si sviluppa per circa 10,7 km all'interno di un territorio fortemente antropomorfizzato attraversando i Comuni di Brescia, Rezzato e Mazzano per terminare alla prog. pk 105+384.

L'iter metodologico seguito -nel rispetto del Manuale di Progettazione RFI delle Opere Civili cod. RFI DTC SI MA IFS 001 D del 20.12.2019- 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); è stata altresì effettuata una verifica di clima acustico all'interno delle aree di espansione residenziale così come individuate dai PRG comunali. Tali analisi sono state estese fino a 300m per lato, per tener conto dei primi fronti edificati presenti al di fuori della fascia di pertinenza ferroviaria. Sino a 500

	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

metri sono stati infine censiti i ricettori particolarmente sensibili (scuole, ospedali, case di cura – legge 447 del 26-10-1995).

- 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 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. Come anticipato, sono state a tale scopo previste barriere di altezze variabili da 2m a 8,5m (talvolta con aggetto in sommità) sul piano del ferro. A seguito dell'analisi dei risultati delle simulazioni acustiche si sono evinti superamenti dei limiti in corrispondenza di un numero limitato di edifici isolati e distanti dalla linea e di quei ricettori per i quali non è risultata possibile la completa mitigazione con intervento alla sorgente (Barriere Antirumore), causa notevole altezza e/o breve distanza dalla Linea. Per tali ricettori, oggetto di Intervento Diretto, si è proceduto alla verifica della necessità o meno di sostituzione degli infissi attualmente in uso.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

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;

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

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;

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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

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.

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.

	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

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.

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:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

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

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	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. 5, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			
F - locali		30				

* per le scuole vale il solo limite diurno

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

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 evidenzino 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.

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,

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

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 introdotto 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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

3 CONCORSALE 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:

- Via Diaz: strada esistente di categoria Db (Fascia unica 100 metri – Fascia B)
- Via XXV Aprile: strada esistente di categoria Db (Fascia unica 100 metri – Fascia B)
- Viale Duca D'Aosta: strada esistente di categoria Db (Fascia unica 100 metri – Fascia B)
- Via Mantova - Cavalcavia Padre Massimiliano Kolbe - Via S.Polo (SP236): strade esistenti di categoria Db (Fascia unica 100 metri – Fascia B)
- Viale del Piave strada esistente di categoria Db (Fascia unica 100 metri – Fascia B)
- Viale della Bornata: strada esistente di categoria Da (Fascia unica 100 metri – Fascia A)
- Viale Sant'Eufemia: strada esistente di categoria Db (Fascia unica 100 metri – Fascia B)
- Via Serenissima: strada esistente di categoria Ca (Fascia A 100 metri – Fascia B 250 metri)
- SS45bis Gardesana Occidentale: strada esistente di categoria B (Fascia A 100 metri – Fascia B 250 metri)

Il cavalcavia Kolbe è stato studiato è stato studiato così come definito nel progetto della viabilità a seguito dell'inserimento della linea ferroviaria in progetto.

Le fasce di pertinenza considerate,

per Via Diaz: Fascia unica 100 metri – Fascia B,

per Via XXV Aprile: Fascia unica 100 metri – Fascia B,

per Viale Duca D'Aosta: Fascia unica 100 metri – Fascia B,

per Via Mantova - Cavalcavia Padre Massimiliano Kolbe - Via S.Polo (SP236): Fascia unica 100 metri – Fascia B,

per Viale del Piave: Fascia unica 100 metri – Fascia B,

per Viale della Bornata: Fascia unica 100 metri – Fascia A,


	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B	FOGLIO 13 di 45

per Viale Sant'Eufemia: Fascia unica 100 metri – Fascia B,

per Via Serenissima: Fascia A 100 metri – Fascia B 250 metri,

per la SS45bis Gardesana Occidentale: Fascia B 250 metri,

sono riportate nelle Planimetrie di censimento dei ricettori e nelle Planimetrie di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (elaborati IN0W00R22P6IM0004001A÷8A e 9B÷16B).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

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 concorsuali 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.

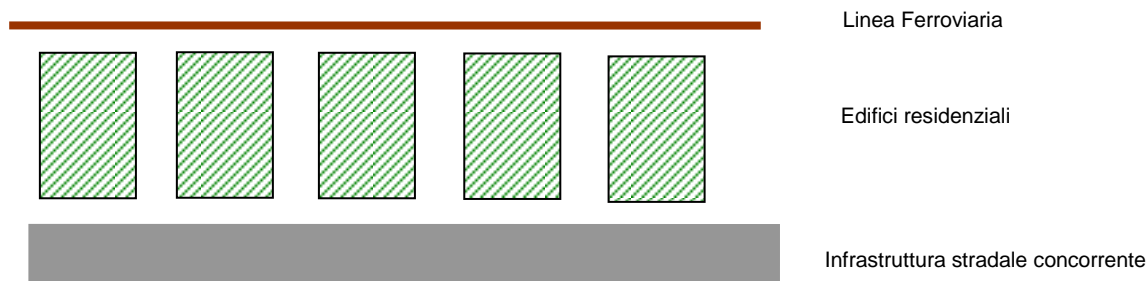
Tabella A – Valori di riferimento in assenza di sorgenti concorsuali

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
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 dovrebbero assumere 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'edificato costituirebbe un ostacolo alla propagazione dell'uno o dell'altro contributo acustico e pertanto non vi dovrebbe essere concorsualità effettiva.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B



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

Δ = 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	Notturmo dBA
A	A	67	57
A	B	68.8	58.8
B	B	62	52
B	A	63.8	53.8

	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B	FOGLIO 16 di 45

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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

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 delle fasce 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 (campitura colore viola) riportate anche nelle Planimetrie di censimento dei ricettori e nelle Planimetrie di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (elaborati IN0W00R22P6IM0004001A÷8A e 9B÷16B):

Comune di Brescia



n.2 aree (una a nord e una a sud della linea), non edificate.



n.1 area a nord della linea, non edificata.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

Comune di Rezzato



n.3 aree (una a nord e una a sud della linea), parzialmente edificate

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

6 LIMITI ACUSTICI E ZONIZZAZIONI ACUSTICHE DEI 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, tutti i comuni interessati, ad eccezione del Comune di Cepagatti, che però lambisce appena l'ambito di studio, sono provvisti di Piano di zonizzazione acustica. Nella tabella seguente si riporta lo stato di approvazione dei suddetti piani, aggiornato a giugno 2018.

<i>Comune</i>	<i>Delibera</i>
Comune di Brescia	Delibera Consiglio Comunale 29 Settembre 2006 n. 194
Comune di Rezzato	Delibera Consiglio Comunale 21 Aprile 2004 n. 25
Comune di Mazzano	Delibera Consiglio Comunale 18 Dicembre 2006 n. 79

I piani di classificazione acustica comunali sono stati riportati nelle Planimetrie di censimento dei ricettori e nelle Planimetrie di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (elaborati IN0W00R22P6IM0004001A÷8A e 9B÷16B).

Per quanto concerne la classificazione del territorio, in relazione alla varietà di uso del suolo presente e alla vastità dell'area di studio, si riscontra la presenza di tutte le classi acustiche. In particolare, 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, con limiti acustici pari a 60 dB(A) di giorno e a 50 dB(A) di notte e zone di classe IV, con limiti acustici pari a 65 dB(A) di giorno e a 55 dB(A) di notte. Nella prima metà del tracciato si trovano aree limitate in classe II. Zone a destinazione produttive si trovano inserite in classe IV.

	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

7 CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM

7.1 Descrizione dei ricettori

Il progetto di quadruplicamento si sviluppa secondo le progressive della linea AV, dal km 94+680 AV (sottopasso stradale via Zima) al km 105+384 AV (inizio tratta AV Brescia Est-Verona) per uno sviluppo complessivo di circa 10.7km.

Il tracciato si sviluppa in affiancamento alla linea storica Milano-Venezia e interessa il fitto tessuto urbano di Brescia per circa 6 km, attraversa il Comune di Rezzato (3,5 km circa) lambendone l'abitato, e termina nel territorio del Comune di Mazzano in un'area ad uso prevalentemente agricolo.

La sede ferroviaria è costituita da quadruplice binario che corre per lo più in rilevato.

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 300 metri, in caso di fronti edificati prossimi alla stessa. Sino a 500 metri sono stati infine censiti i ricettori particolarmente sensibili (scuole, ospedali, case di cura – legge 447 del 26-10-1995).

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 IN0W00R22P6IM0004001A ÷8A).

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;
- Asili, scuole, Università;
- Industriale, artigianale;
- Commerciale, servizi;
- Monumentale, religioso;
- Ruederi, dismessi, box e depositi;
- Pertinenza FS;
- Aree di espansione residenziale;
- Espropri/demolizioni.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

Altezza dei ricettori

Indicato come numero di piani fuori terra.

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

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 IN0W00R22SHIM0004001A.

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

ZZZ è il numero progressivo del ricettore

B) Dati localizzativi

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

C) Dati caratteristici dell'edificio esaminato

- Numero dei piani
- Orientamento rispetto al binario
- Destinazione d'uso del ricettore

D) Caratterizzazione degli infissi

- Numero infissi fronte parallelo e/o obliqui

E) Altre sorgenti di rumore

F) Note

	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

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 ricevitore 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 dalla 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 ricevitore.

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

antropici specifici comportamenti acustici. Il 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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

- Bordi del rilevato ferroviario
- Sommità e base di rilevati e trincee

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 modello di esercizio è riassunto nella tabella seguente.

Modello di esercizio scenario di progetto

LINEA AV						
Tipologia treno	Tipologia materiale	Lunghezza totale <i>m</i>	Servizio	Servizio	Velocità <i>Km/h</i>	TOTALE
			6:00 – 22:00 <i>n° treni</i>	22:00 – 6:00 <i>n° treni</i>		
<i>LP</i>	ETR500	329	52	0	rango C	78
	ETR675	200	18	0	rango C	
	MAT ORD	400	0	8	rango C	
<i>REG</i>	-	-	-	-	-	
<i>MERCI</i>	MAT ORD	750	0	40	Rango A*	40
Totale	-	-	70	48	-	118
LINEA STORICA						
Tipologia treno	Tipologia materiale	Lunghezza totale <i>m</i>	Servizio	Servizio	Velocità <i>Km/h</i>	TOTALE
			6:00 – 22:00 <i>n° treni</i>	22:00 – 6:00 <i>n° treni</i>		
<i>LP</i>	-	-	-	-		
<i>REG</i>	MAT ORD	180/224	120	6	Rango B	126
<i>MERCI</i>	MAT ORD	750	32	44	Rango A*	76
Totale			152	50		202

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

Velocità di progetto:

Prog	vel Trac	Rango A	Rango B	Rango C
94+600 (pk Linea AV)	60	60	65	65
95+600 (pk Linea AV)	140	100	150	155
97+300 (pk Linea AV)	200	100	160	200

È stato reperito anche il MdE sulla Linea Brescia-Cremona (che devia e si allontana da quella in progetto, nel tratto iniziale), ricavato da analisi dei PIC di Linea, riassunto nella tabella seguente e utile per caratterizzare in maniera circostanziata il clima acustico presso l'edificato a questa frontista.

Modello di esercizio di progetto (Brescia-Cremona)

Tipologia treno	Giorno	Notte	Totale D+N
REG	46	2	48
Merci	6	5	11
Totale Treni	52	7	59

con velocità assunte pari a 65 km/h per i treni Regionali e 60 km/h per i convogli Mercì.

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 nell'ambito della Linea attuale Brescia-Verona, su due tratte (sezioni) differenti. Per i dettagli si rimanda all'apposito "Report dei rilievi fonometrici" (elaborato IN0W00R22RHIM0004002A), 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 due "Punti di Riferimento" (sezione 1: PR1 – sezione 2: PR2) posti in prossimità del binario di corsa.
- La taratura del modello di simulazione acustica, con l'individuazione, di quattro "Punti Significativi" (sezione 1: PS1 e PS2 – sezione 2: PS3 e PS4) 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;

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

- 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 PR che nei PS.

Si riportano nella tabella seguente i dati relativi alle emissioni dei convogli effettivamente transitanti sulla Linea esistente (media valori sezioni 1 e 2).

Nel paragrafo successivo verranno illustrati nel dettaglio i risultati della operazione di taratura del software con i dati rilevati ed associati ai transiti avvenuti durante le misure fonometriche.

Emissioni Treni attuali

Tipo convoglio	SEL@25m,100km/h dB(A)	Leq@25m,diurno 100km/h dB(A)
ETR 500	92,3	44,7
Italo (ETR 675)	88,4	40,8
MAT ORD pass. LP (EN-EC)	89,2	41,6
REG	89,3	41,7
Merci	98,5	50,9
ETR 1000	87,0	39,4
ETR 485	88,9	41,3

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

Pertanto, per caratterizzare le emissioni dei futuri 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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

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, sono stati pertanto sommati i contributi delle singole unità che, assemblate, compongono tali treni.

Si riportano di seguito le emissioni STI calcolate a 25 metri di distanza dal binario alla velocità pari a 100 km/h materiale rotabile di progetto.

Emissioni STI

Tipo convoglio	SEL@25m,100km/h dB(A)	Leq@25m, diurno 100km/h dB(A)
ETR 500	85,8	38,2
Italo (ETR 675)	83,2	35,6
MAT ORD pass. LP (EN-EC)	86,0	38,4
REG	83,5	35,9
Merci	92,3	44,7

In via cautelativa -e come richiesto dal Referente di Progetto RFI- le emissioni STI sono state associate all'80% dei treni, mentre per il restante 20% le emissioni sono state considerate quelle del parco convogli ad oggi transitante.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

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	punti di misura e controllo	Valori misurati		Valori simulati		Scarti simulati-misurati	
		Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n
1	PR1	70,2	65,4	69,1	66,6	-1,1	1,2
	PS1	72,4	67,5	70,7	68,2	-1,7	0,7
	PS2	68,7	63,9	66,2	63,9	-2,5	0,0
2	PR2	72	69,5	73,2	70,1	1,2	0,6
	PS3	60,7	58,8	63,7	60,6	3,0	1,8
	PS4	60,4	58,4	62,7	59,5	2,3	1,1
media degli scarti sui punti PS						0,3	0,9

Per i Punti di Riferimento PR, si osservano in genere sovrastime nel periodo di riferimento notturno (comunque sempre inferiori a 1,2 dBA), che risulta comunque quello dimensionante le opere di mitigazione acustica, consentendo pertanto di poter operare di fatto in condizioni cautelative.

In corrispondenza dei Punti di Controllo PS si osserva un'ottima corrispondenza dei valori simulati rispetto a quelli misurati (con differenze ovunque inferiori a 3 dBA e con medie degli scarti non significative). Anche presso questi punti si osservano in genere lievi sovrastime nel periodo di riferimento notturno (condizione cautelativa).

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

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

Per una visualizzazione cromatica dei livelli sonori lungo tutto il tracciato, sono state prodotte le Mappe Acustiche Isofoniche (elaborati IN0W00R22N5IM0004001A-2A), relative ad un'altezza da piano campagna pari a 4 metri.

Le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati sono invece riportate nell'elaborato Output del modello di simulazione cod. IN0W00R22TTIM0004001B. All'interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

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 (δ):

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

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

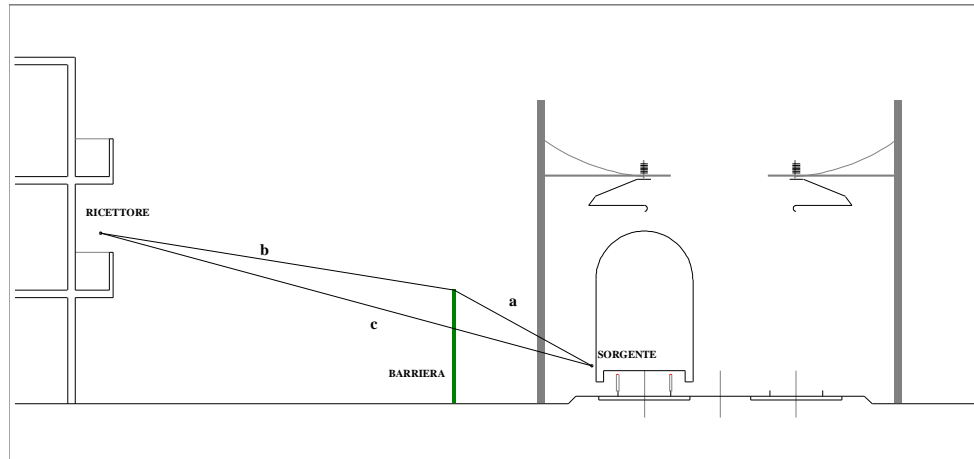


Figura 100-1- Propagazione onda sonora

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 α relativi alla Classe *Ia* del Disciplinare Tecnico per le Barriere Antirumore delle Ferrovie dello Stato. Detti coefficienti sono riportati nella tabella seguente.

Freq.	α
125	0,30
250	0,60
500	0,80
1000	0,85
2000	0,85
4000	0,70

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

10.2 Descrizione delle barriere antirumore

La soluzione adottata, in ottemperanza alle indicazioni è costituita da Barriere Acustiche di tipo verticale, costituite da pannelli in cls, vetro stratificato e acciaio inox.

Si riporta di seguito un esempio di BA alta m. 4,50 dal p.f.:

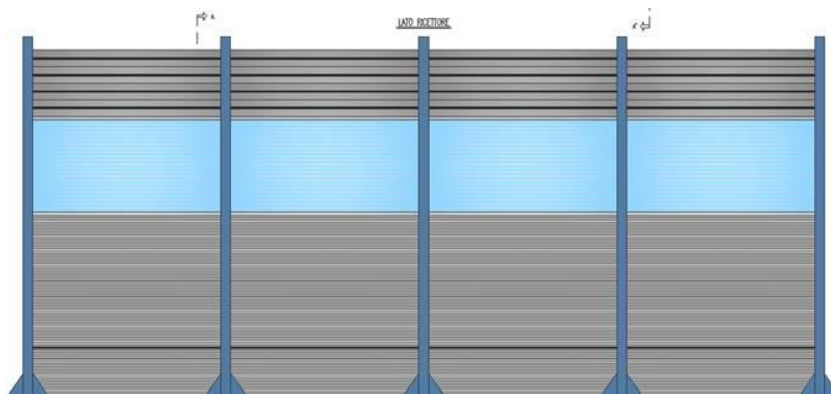



Figura 100-2 - Tipologico Barriera Antirumore opaca con elementi trasparenti in vetro

Si riporta inoltre di seguito una modellizzazione 3D di una delle soluzioni adottate nello studio architettonico per le Barriere trasparenti inserite nell'abitato dell'abitato urbano di Brescia. Si tratta di barriere con pannelli in cls sino a 2 metri dal piano del ferro e in materiale trasparente fonoisolante (vetro) per la rimanente parte in elevazione. La BA rappresentata in figura ha un'altezza totale pari a 8,5m da p.f. + aggetto.



Figure 100-3 – BA trasparente

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

Per i dettagli costruttivi degli interventi sopra descritti si rimanda agli elaborati progettuali.

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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

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.

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

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 dai livelli acustici prodotti nel periodo notturno (limiti più restrittivi, livelli sonori più elevati).


La scelta progettuale è stata quella di privilegiare l'intervento sull'infrastruttura: a tal fine sono stati previsti schermi acustici lungo linea che hanno permesso di mitigare il clima acustico in facciata degli edifici presso i quali sono stati riscontrati superamenti dai limiti di norma nello scenario Ante Mitigazioni.

Al di fuori di tale fascia, dall'analisi delle Classificazioni Acustiche Comunali, si possono riscontrare eccedenze presso taluni ricettori, con la garanzia del pieno rispetto dei limiti interni come da DPR 459/98.

Con l'ausilio del modello di simulazione *SoundPLAN* descritto nei paragrafi precedenti è stata effettuata la verifica e l'ottimizzazione delle opere di mitigazione.

Barriera	Lato	H da pf (m)	pk inizio	pk fine	L (m)	Note
BA-DX-01a	Linea AV	4	95+000	95+150	150	H2m Op -H2m Tr
BA-DX-01b	Linea AV	8,5	95+150	95+405	260	H2m Op -H6,5m Tr
BA-DX-01c	Linea AV	4	95+435	95+550	115	H2m Op -H2m Tr
BA-DX-01d	Linea AV	6	95+550	95+675	130	H2m Op -H4m Tr
BA-DX-01e	Linea AV	8,5	95+675	96+000	320	H2m Op -H6,5m Tr
BA-DX-01f	Linea AV	6	96+000	96+075	75	H2m Op -H4m Tr
BA-SX-01	Linea Storica	4,5	94+885	94+910	25	Su opera d'arte
BA-DX-02	Linea AV	8,5	96+205	96+640	435	H2m Op -H6,5m Tr
BA-SX-02a	Linea Storica	8,5 + aggetto	95+000	95+410	410	H2m Op -H6,5m Tr-Aggetto Tr
BA-SX-02b	Linea Storica	8,5 + aggetto	95+425	95+090	665	H2m Op -H6,5m Tr-Aggetto Tr
BA-SX-02c	Linea Storica	6,5	96+090	96+250	160	H2m Op -H4,5m Tr
BA-SX-02d	Linea Storica	8,5 + aggetto	96+250	96+640	400	H2m Op -H6,5m Tr-Aggetto Tr
BA-DX-03a	Linea AV	5	96+640	96+800	160	H2m Op -H3m Tr
BA-DX-03b	Linea AV	5	96+800	97+225	420	-
BA-SX-03a	Linea Storica	6,5	96+640	96+800	160	H2m Op -H4,5m Tr
BA-SX-03b	Linea Storica	7,5	96+800	97+530	735	-
BA-SX-03c	Linea Storica	6	97+530	97+985	455	H2m Op -H4m Tr
BA-DX-04a	Linea AV	4	97+225	97+530	305	-
BA-DX-04b	Linea AV	4	97+530	97+985	455	H2m Op -H2m Tr
BA-SX-04	Linea Storica	4,5	97+985	98+005	20	Su opera d'arte H2m Op -H2,5m Tr
BA-DX-05	Linea AV	4	97+985	98+005	20	Su opera d'arte H2m Op -H2m Tr
BA-DX-06a	Linea AV	4	98+005	98+055	50	H2m Op -H2m Tr
BA-DX-06b	Linea AV	4	98+055	99+090	1030	-
BA-SX-05a	Linea Storica	4,5	98+005	99+060	55	H2m Op -H2,5m Tr

Barriera	Lato	H da pf (m)	pk inizio	pk fine	L (m)	Note
BA-SX-05b	Linea Storica	7,5	98+060	99+000	940	-
BA-SX-06	Linea Storica	5,5	99+000	99+190	190	-
BA-DX-07	Linea AV	6,5	99+175	99+185	10	-
BA-DX-08	Linea AV	4,5	99+185	99+205	20	Su opera d'arte
BA-SX-07	Linea Storica	4,5	99+185	99+205	20	Su opera d'arte
BA-DX-09	Linea AV	6,5	99+205	99+260	55	-
BA-DX-10	Linea AV	5	99+260	99+320	60	-
BA-DX-11	Linea AV	4	99+320	99+380	60	-
BA-DX-11a	Linea AV	6,5	99+380	99+500	120	-
BA-SX-08	Linea Storica	4,5	99+205	99+485	280	-
BA-SX-09	Linea Storica	6	99+595	99+900	305	-
BA-DX-12	Linea AV	6,5	100+075	100+385	310	-
BA-SX-10	Linea Storica	5,5	100+170	100+275	105	-
BA-SX-11	Linea Storica	4	100+275	100+315	40	-
BA-SX-12	Linea Storica	2	100+315	100+350	35	-
BA-DX-13	Linea AV	4,5	100+385	100+425	40	-
BA-DX-14	Linea AV	3	100+425	100+465	40	-
BA-SX-13	Linea Storica	2,5	100+620	100+775	155	-
BA-SX-14	Linea Storica	4	100+775	101+080	300	-
BA-SX-15	Linea Storica	4	101+080	101+100	20	Su opera d'arte
BA-SX-16	Linea Storica	2	101+100	101+840	740	-
BA-DX-15	Linea AV	5	101+800	102+105	305	-
BA-DX-16	Linea AV	4,5	102+105	102+125	20	Su opera d'arte
BA-DX-17	Linea AV	5	102+125	102+160	35	-
BA-DX-18	Linea AV	7	102+160	102+400	240	-
BA-DX-19	Linea AV	3	103+750	104+150	400	-
BA-DX-20	Linea AV	5	104+725	104+785	60	-
BA-DX-21	Linea AV	6	103+785	104+850	65	-
BA-DX-22	Linea AV	7,5	103+850	104+885	35	-
BA-SX-17	Linea Storica	5,5	104+725	104+885	160	-
BA-DX-23	Linea AV	4,5	104+885	104+905	20	Su opera d'arte
BA-SX-18	Linea Storica	4,5	104+885	104+905	20	Su opera d'arte
BA-DX-24	Linea AV	7,5	104+905	104+995	90	-
BA-DX-25	Linea AV	6	104+995	105+335	340	-
BA-SX-19	Linea Storica	5,5	104+905	105+220	315	-
BA-SX-20	Linea Storica	4	105+220	105+290	70	-
BA-SX-21	Linea Storica	3	105+290	105+615	330	235 m fuori progetto

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

NB. Ove indicato nelle note

Op: materiale opaco/fonoassorbente sino a 2 metri da piano del ferro – Tr: materiale trasparente/fonoisolante sino in sommità

Ove non indicato nelle note

BA opaca/fonoassorbente con eventuali inserimenti di elementi trasparenti in vetro

Le progressive pk sono approssimate ai 5 metri. Gli estremi della schermatura acustica indicati nella tabella, rappresentati graficamente ed indicati nelle *Planimetrie degli interventi di mitigazione acustica* (elaborati IN0W00R22P6IM0004009B-16B), 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. Per il dettaglio del posizionamento su linea delle BA si rimanda agli elaborati progettuali delle Opere Civili.

L'altezza del manufatto è considerata rispetto alla quota del piano del ferro. In caso di BA su muro, l'altezza riportata in tabella è comprensiva della quota altezza muro ed è da intendersi anche in questo caso da piano del ferro.

Per una visualizzazione cromatica dei livelli sonori lungo tutto il tracciato per lo scenario Post Mitigazioni, sono state prodotte le Mappe Acustiche Isofoniche (elaborati IN0W00R22N5IM0004003B-4B), relative ad un'altezza da piano campagna pari a 4 metri.

Le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati sono invece riportate nell'elaborato Output del modello di simulazione cod. IN0W00R22TTIM0004001B. All'interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato.

Come si evince dai dati riportati negli Output del modello di calcolo, 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.

Tuttavia, considerata la particolare morfologia del territorio attraversato e a causa della prossimità alla linea ferroviaria di alcuni edifici di notevole altezza, si riscontrano superamenti dei limiti in corrispondenza di quei ricettori per i quali non è risultata possibile la completa mitigazione con intervento alla sorgente (Barriera Antirumore). Per tali ricettori (e per ulteriori n.7 ricettori localizzati in posizione isolata e notevolmente distanti dalla Linea, o per i quali il posizionamento di una Barriera sarebbe risultato tecnicamente incompatibile), si è proceduto pertanto alla verifica della necessità o meno di sostituzione degli infissi attualmente in uso.

Si rimanda all'elaborato Output del modello di simulazione cod. IN0W00R22TTIM0004001B per l'analisi di dettaglio di ogni singolo ricettore. Per la codifica dei ricettori, in corrispondenza degli edifici adiacenti alla Linea per Cremona o presso quelli che presentano due facciate esposte a tale Linea e a quella di Progetto, è stato collocato un ricevitore per ciascuna delle due facciate. Il punto di calcolo rivolto verso la Linea per Cremona è indicato nella prima colonna con suffisso “_CR”.

In caso di ricettori con due facciate rivolte verso la linea di progetto in corrispondenza delle quali si sono rese necessarie verifiche del clima acustico, sono stati collocati punti di controllo identificabili con suffisso “_x” (con “x” carattere alfanumerico). Attraverso l'informazione inserita nella colonna “Orient.” è agevole l'individuazione dell'orientamento della facciata simulata.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

Nella tabella seguente sono riportati i ricettori per i quali è stato stimato un superamento dei limiti esterni in facciata nonostante l'inserimento delle Barriere Antirumore (punti di calcolo su facciata più esposta).

Id. Edificio	Piano edificio	Livello fuori terra	Destinaz. d'uso	Limiti		Livelli		Eccedenze	
				Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
1012	piano 3	4	Residenz.	68,8	58,8	57,6	59,7		0,9
1017	piano 3	4	Residenz.	68,8	58,8	57,1	58,9		0,1
1138	piano 4	5	Residenz.	70	60	59	61,5		1,5
1156	PT	1	Scuola	47		49,2	51,9	2,2	
1156	piano 1	2	Scuola	47		50,9	53,6	3,9	
1156	piano 2	3	Scuola	47		52,7	55,4	5,7	
1160	PT	1	Scuola	47		48,9	51,5	1,9	
1160	piano 1	2	Scuola	47		50,1	52,8	3,1	
1160	piano 2	3	Scuola	47		51,5	54,1	4,5	
1162	piano 1	2	Scuola	50		50,9	53,6	0,9	
1163	piano 3	4	Residenz.	70	60	57,6	60,1		0,1
1163	piano 4	5	Residenz.	70	60	62,6	65,1		5,1
1163	piano 5	6	Residenz.	70	60	66,8	69,4		9,4
1164	piano 5	6	Residenz.	68,8	58,8	58	60,6		1,8
1174	piano 4	5	Residenz.	70	60	58,7	61,3		1,3
1174	piano 5	6	Residenz.	70	60	63,8	66,3		6,3
1178	piano 4	5	Residenz.	70	60	58,6	61,2		1,2
1178	piano 5	6	Residenz.	70	60	63,9	66,4		6,4
1180	piano 4	5	Residenz.	70	60	59,2	61,8		1,8
1180	piano 5	6	Residenz.	70	60	64,8	67,4		7,4
1183	piano 4	5	Residenz.	70	60	58,3	60,9		0,9
1185	piano 4	5	Residenz.	70	60	60,1	62,6		2,6
1185	piano 5	6	Residenz.	70	60	62,8	65,3		5,3
1189	piano 4	5	Residenz.	70	60	58,1	60,6		0,6
1190	piano 4	5	Residenz.	70	60	57,9	60,5		0,5
1190	piano 5	6	Residenz.	70	60	58,9	61,4		1,4
1196	piano 3	4	Residenz.	70	60	59,3	61,9		1,9
1196	piano 4	5	Residenz.	70	60	61,2	63,9		3,9
1201	piano 4	5	Residenz.	70	60	59,5	62		2
1201	piano 5	6	Residenz.	70	60	61,3	63,9		3,9
1201	piano 6	7	Residenz.	70	60	63,4	66,4		6,4
1202	piano 4	5	Residenz.	70	60	58,9	61,3		1,3
1202	piano 5	6	Residenz.	70	60	60,3	63		3

Id. Edificio	Piano edificio	Livello fuori terra	Destinaz. d'uso	Limiti		Livelli		Eccedenze	
				Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
1202	piano 6	7	Residenz.	70	60	63	65,8		5,8
1202	piano 7	8	Residenz.	70	60	62,5	66		6
1204	piano 4	5	Residenz.	70	60	59,5	62		2
1204	piano 5	6	Residenz.	70	60	61,4	64		4
1205	piano 4	5	Residenz.	70	60	59	61,5		1,5
1205	piano 5	6	Residenz.	70	60	60,4	63,1		3,1
1205	piano 6	7	Residenz.	70	60	63	65,8		5,8
1206	piano 4	5	Residenz.	70	60	59,1	61,6		1,6
1206	piano 5	6	Residenz.	70	60	60,7	63,3		3,3
1207	piano 2	3	Residenz.	67	57	54,7	57,3		0,3
1207	piano 3	4	Residenz.	67	57	57,3	59,9		2,9
1207	piano 4	5	Residenz.	67	57	58,9	61,4		4,4
1208	piano 2	3	Residenz.	67	57	54,5	57,1		0,1
1208	piano 3	4	Residenz.	67	57	57	59,5		2,5
1208	piano 4	5	Residenz.	67	57	58,5	61		4
1208	piano 5	6	Residenz.	67	57	59,9	62,4		5,4
1208	piano 6	7	Residenz.	67	57	61,9	64,6		7,6
1208	piano 7	8	Residenz.	67	57	61,5	64,9		7,9
1221	piano 4	5	Residenz.	70	60	58,5	60,9		0,9
1221	piano 5	6	Residenz.	70	60	59,3	62		2
1221	piano 6	7	Residenz.	70	60	61,5	64,1		4,1
1224	piano 4	5	Residenz.	70	60	58,3	60,7		0,7
1224	piano 5	6	Residenz.	70	60	59,1	61,8		1,8
1225	piano 4	5	Residenz.	70	60	58,2	60,7		0,7
1225	piano 5	6	Residenz.	70	60	59,1	61,8		1,8
1225	piano 6	7	Residenz.	70	60	61,3	63,8		3,8
1230	piano 5	6	Residenz.	70	60	58,4	61		1
1230	piano 6	7	Residenz.	70	60	60	62,5		2,5
1232	piano 5	6	Residenz.	70	60	58,3	60,8		0,8
1232	piano 6	7	Residenz.	70	60	60	62,3		2,3
1235	piano 5	6	Residenz.	70	60	58,3	60,2		0,2
1235	piano 6	7	Residenz.	70	60	59,9	61,8		1,8
1235	piano 7	8	Residenz.	70	60	60,9	63		3
1237	piano 6	7	Residenz.	70	60	58,7	60,7		0,7
1237	piano 7	8	Residenz.	70	60	59,9	61,9		1,9
1240	PT	1	Scuola	50		50,9	52,5	0,9	
1240	piano 1	2	Scuola	50		53	54,7	3	

Id. Edificio	Piano edificio	Livello fuori terra	Destinaz. d'uso	Limiti		Livelli		Eccedenze	
				Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
1417	piano 2	3	Residenz.	70	60	59,2	60,9		0,9
1417	piano 3	4	Residenz.	70	60	59,5	61,2		1,2
1417	piano 4	5	Residenz.	70	60	60	61,7		1,7
1429	PT	1	Residenz.	70	60	58,6	60,3		0,3
1429	piano 1	2	Residenz.	70	60	59,6	61,2		1,2
1430	PT	1	Residenz.	70	60	59,3	60,9		0,9
1430	piano 1	2	Residenz.	70	60	60,4	62		2
1430	piano 2	3	Residenz.	70	60	60,8	62,4		2,4
2072	piano 3	4	Residenz.	70	60	57	61		1
2086	piano 3	4	Residenz.	68,8	58,8	60,7	63,4		4,6
2094	piano 3	4	Residenz.	68,8	58,8	62,5	65		6,2
2098	piano 3	4	Residenz.	68,8	58,8	62,3	64,7		5,9
2114	piano 2	3	Scuola	50		57,3	59,7	7,3	
2115	PT	1	Scuola	50		55,4	58	5,4	
2115	piano 1	2	Scuola	50		59,1	61,7	9,1	
2115	piano 2	3	Scuola	50		60,3	62,9	10,3	
2169	piano 2	3	Residenz.	70	60	58,8	60,4		0,4
3004	piano 2	3	Residenz.	62	52	49,8	52,1		0,1
3004	piano 3	4	Residenz.	62	52	50,8	53,2		1,2
3012	piano 3	4	Residenz.	62	52	50,4	52,7		0,7
3012	piano 4	5	Residenz.	62	52	51,3	53,7		1,7
3012	piano 5	6	Residenz.	62	52	52	54,4		2,4
3012	piano 6	7	Residenz.	62	52	52,6	55		3
3028	piano 4	5	Residenz.	62	52	50	52,1		0,1
3028	piano 5	6	Residenz.	62	52	50,8	52,8		0,8
3028	piano 6	7	Residenz.	62	52	51,8	53,8		1,8
3126	piano 8	9	Residenz.	62	52	49,5	52,3		0,3
3126	piano 9	10	Residenz.	62	52	50,4	53,2		1,2
3127	piano 8	9	Residenz.	62	52	49,2	52,1		0,1
3127	piano 9	10	Residenz.	62	52	50,3	53		1
3127	piano 10	11	Residenz.	62	52	51,1	53,8		1,8
3127	piano 11	12	Residenz.	62	52	51,7	54,4		2,4
3128	piano 13	14	Residenz.	62	52	54,7	57,6		5,6
3128	piano 14	15	Residenz.	62	52	55	57,9		5,9
3128	piano 15	16	Residenz.	62	52	55,3	58,1		6,1
3166	piano 2	3	Residenz.	62	52	49,9	52,6		0,6
3166	piano 3	4	Residenz.	62	52	50,7	53,4		1,4

Id. Edificio	Piano edificio	Livello fuori terra	Destinaz. d'uso	Limiti		Livelli		Eccedenze	
				Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
3167	piano 4	5	Residenz.	62	52	49,8	52,4		0,4
3167	piano 5	6	Residenz.	62	52	50,7	53,4		1,4
3293	piano 3	4	Residenz.	62	52	50,1	52,7		0,7
3293	piano 4	5	Residenz.	62	52	51,5	54,2		2,2
3310	piano 3	4	Residenz.	62	52	50	52,4		0,4
3310	piano 4	5	Residenz.	62	52	50,8	53,2		1,2
3312	piano 2	3	Residenz.	62	52	49,8	52,3		0,3
3312	piano 3	4	Residenz.	62	52	50,8	53,2		1,2
3315	piano 2	3	Residenz.	62	52	50,4	53		1
3315	piano 3	4	Residenz.	62	52	51,5	54		2
3316	PT	1	Residenz.	62	52	49,6	52,2		0,2
3316	piano 1	2	Residenz.	62	52	50,8	53,4		1,4
3317	piano 1	2	Residenz.	62	52	50,1	52,6		0,6
3317	piano 2	3	Residenz.	62	52	51	53,5		1,5
3381	PT	1	Scuola	47		48,3	50	1,3	
3381	piano 1	2	Scuola	47		49,5	51,2	2,5	
3381	piano 2	3	Scuola	47		50,7	52,4	3,7	
3381_2	PT	1	Scuola	47		49,1	50,8	2,1	
3381_2	piano 1	2	Scuola	47		50,8	52,4	3,8	
3381_2	piano 2	3	Scuola	47		51,4	53	4,4	
3381_3	PT	1	Scuola	47		48,7	50,4	1,7	
3381_3	piano 1	2	Scuola	47		50,4	52	3,4	
3381_3	piano 2	3	Scuola	47		51,1	52,7	4,1	
3382	piano 3	4	Scuola	50		54	55,6	4	
3400	piano 1	2	Residenz.	62	52	50,9	52,6		0,6
3400	piano 2	3	Residenz.	62	52	51,5	53,2		1,2
3468	piano 4	5	Residenz.	62	52	50,9	52,7		0,7
3475	piano 3	4	Residenz.	62	52	50,4	52,2		0,2
3479	piano 2	3	Residenz.	62	52	50,9	52,7		0,7
3482	piano 3	4	Residenz.	62	52	50,4	52,1		0,1
3753	piano 1	2	Residenz.	65	55	53,5	55,2		0,2
3757	PT	1	Residenz.	65	55	54,7	56,4		1,4
3757	piano 1	2	Residenz.	65	55	55,4	57,1		2,1
3758	PT	1	Residenz.	65	55	54,5	56,2		1,2
3758	piano 1	2	Residenz.	65	55	55	56,7		1,7
3759	PT	1	Residenz.	65	55	54,5	56,2		1,2
3759	piano 1	2	Residenz.	65	55	54,9	56,6		1,6

Id. Edificio	Piano edificio	Livello fuori terra	Destinaz. d'uso	Limiti		Livelli		Eccedenze	
				Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
3798	piano 1	2	Residenz.	65	55	54,7	56,6		1,6
3799	PT	1	Residenz.	65	55	54,2	56		1
3806	PT	1	Residenz.	65	55	55,2	56,9		1,9
3806	piano 1	2	Residenz.	65	55	56,5	58,2		3,2
3809	PT	1	Residenz.	65	55	54,3	56		1
3809	piano 1	2	Residenz.	65	55	54,7	56,3		1,3
3810	PT	1	Residenz.	65	55	54,6	56,2		1,2
3810	piano 1	2	Residenz.	65	55	55,9	57,5		2,5
3811	piano 1	2	Residenz.	65	55	53,8	55,4		0,4
3815	PT	1	Residenz.	65	55	56,1	57,8		2,8
3815	piano 1	2	Residenz.	65	55	56,7	58,4		3,4
4001	piano 3	4	Residenz.	65	55	53,2	55,5		0,5
4078	piano 3	4	Residenz.	62	52	50,7	53,2		1,2
4081	PT	1	Scuola	47		50	52,4	3	
4081	piano 1	2	Scuola	47		51,6	54,1	4,6	
4081	piano 2	3	Scuola	47		53,6	56,1	6,6	
4084	piano 1	2	Scuola	50		50,5	53	0,5	
4084	piano 2	3	Scuola	50		53,4	55,8	3,4	
4084	piano 3	4	Scuola	50		55,2	57,7	5,2	
4086	PT	1	Scuola	50		58,4	61	8,4	
4086	piano 1	2	Scuola	50		59,5	62,1	9,5	
4087	PT	1	Scuola	50		57,4	60	7,4	
4087	piano 1	2	Scuola	50		57,9	60,5	7,9	
4178	PT	1	Residenz.	65	55	54,7	56,5		1,5
4179	PT	1	Residenz.	65	55	56,9	58,6		3,6
4179	piano 1	2	Residenz.	65	55	57,1	58,8		3,8
4219	PT	1	Residenz.	65	55	56,4	58,1		3,1
4219	piano 1	2	Residenz.	65	55	56,6	58,3		3,3
4222	piano 1	2	Residenz.	65	55	57,1	58,8		3,8

Per i ricettori indicati in tabella, oggetto quindi di Intervento Diretto (individuabili nelle planimetrie *Planimetrie degli interventi di mitigazione acustica* - elaborati IN0W00R22P6IM0004009B÷16B), dovrà essere verificato - successivamente alla completa messa in opera delle opere di mitigazione lungo linea e con l'entrata in vigore del Modello di Esercizio preso alla base dello Studio Acustico - il rispetto dei limiti interni.

Negli elaborati *Planimetrie degli interventi di mitigazione acustica* - cod. IN0W00R22P6IM0004009B÷16B), sono inoltre indicate tutte le facciate (o partizioni di esse),

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

anche quelle meno esposte, che presentano superamenti dai limiti, discriminando tra quelle che necessitano di sostituzione degli infissi, di installazione di aeratore in facciata e estrattore interno (ambienti con limiti interni non garantiti) e quelle invece per le quali è sufficiente l'installazione di aeratore ed estrattore (stanze per le quali è garantito il rispetto dei limiti interni di legge con gli infissi ad oggi esistenti).

I ricettori che presentano superamenti dei limiti in facciata sono elencati nell'elaborato *Relazione interventi diretti sui ricettori* (elaborato IN0W00R22RHIM0004001B), ove viene riportato anche il livello interno agli edifici stessi e la tipologia di infisso da installare in caso di eccedenza interna.

I ricettori di cui sopra e i relativi livelli in facciata ed interni, sono altresì descritti in dettaglio nell'elaborato "Schede tecniche interventi diretti sui ricettori" (doc. IN0W00R22SHIM0004002B).

Si procede in ultima analisi alla verifica dei livelli sonori in facciata presso i ricettori ricadenti in area di pertinenza acustica ferroviaria della Linea in progetto, ma allo stesso tempo frontisti la Linea per Cremona che, nel tratto iniziale, devia e si allontana dal tracciato in progetto.

Dall'analisi dei livelli di Output si riscontrano eccedenze presso tali edifici. La tabella seguente (all'interno della quale si riportano i contributi globali e quelli della sola "Linea per CR"), però indica come tali superamenti siano da imputare esclusivamente al rumore dei convogli sulla Linea per Cremona, con differenze tra "Livelli Totali" e "Livelli solo Linea per Cremona" risibili, praticamente ovunque contenute entro 1-1,5 dBA.

Ric.	Piano	LIMITI		Livelli TOTALI		Livelli SOLO LINEA PER CR		DIFFERENZE	
		LimD dB(A)	LimN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)
2020	piano 1	70	60	61,6	62,2	61,0	60,7	0,6	1,5
2020	piano 2	70	60	63,3	63,9	62,7	62,4	0,6	1,5
2023	piano 1	70	60	60,6	61,5	59,7	59,4	0,9	2,1
2023	piano 2	70	60	63,8	64,2	63,4	63,1	0,4	1,1
2023	piano 3	70	60	64,2	64,6	63,8	63,5	0,4	1,1
2023	piano 4	70	60	64,3	64,7	63,8	63,5	0,5	1,2
2025	piano 1	70	60	61,2	61,8	60,7	60,3	0,5	1,5
2025	piano 2	70	60	63,7	64,0	63,4	63,1	0,3	0,9
2025	piano 3	70	60	64,3	64,5	63,9	63,6	0,4	0,9
2025	piano 4	70	60	64,3	64,6	63,9	63,6	0,4	1,0
2025	piano 5	70	60	64,2	64,6	63,8	63,5	0,4	1,1
2031	piano 2	70	60	62,4	62,5	62,1	61,8	0,3	0,7
2032	piano 3	70	60	60,5	60,7	60,3	59,9	0,2	0,8
2037	PT	65	55	56,6	56,4	56,6	56,3	0,0	0,1
2037	piano 1	65	55	58,6	58,4	58,6	58,3	0,0	0,1
2039	piano 1	70	60	61,8	61,6	61,8	61,5	0,0	0,1
2039	piano 2	70	60	62,8	62,6	62,7	62,4	0,1	0,2
2040	PT	70	60	62,0	61,9	62,0	61,7	0,0	0,2

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO IN0W	LOTTO 00	DOCUMENTO R22 RG IM0004 001	REV B

Ric.	Piano	LIMITI		Livelli TOTALI		Livelli SOLO LINEA PER CR		DIFFERENZE	
		LimD dB(A)	LimN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)
2040	piano 1	70	60	64,5	64,3	64,4	64,1	0,1	0,2
2042	PT	70	60	61,1	61,0	61,0	60,7	0,1	0,3
2042	piano 1	70	60	65,4	65,2	65,3	65,0	0,1	0,2
2042	piano 2	70	60	65,5	65,3	65,5	65,2	0,0	0,1
2042	piano 3	70	60	65,3	65,2	65,3	65,0	0,0	0,2
2042	piano 4	70	60	65,1	64,9	65,0	64,7	0,1	0,2
2048	piano 1	70	60	65,2	64,9	65,1	64,8	0,1	0,1
2048	piano 2	70	60	65,7	65,5	65,7	65,4	0,0	0,1

Per quanto detto, ne consegue che qualsivoglia intervento finalizzato alla mitigazione del rumore prodotto dall'esercizio della Linea in progetto risulterebbe non efficace. L'intervento appropriato consiste difatti nella mitigazione della Linea per Cremona, per il quale si rimanda pertanto al Piano di Risanamento della Rete Ferroviaria Italiana, nell'ambito del quale saranno dimensionate le idonee opere di mitigazione acustica.