

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



S.O. AMBIENTE

PROGETTO DEFINITIVO

**ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE
ZONA INDUSTRIALE
2^ FASE – PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON
IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA
TRENO**

STUDIO ACUSTICO

RELAZIONE GENERALE STUDIO ACUSTICO

SCALA:

-

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

I V O H 0 2 D 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	A. Ventimiglia	Marzo 2022	A. Corvaja	Marzo 2022	G. Fadda	Marzo 2022	C. Ercolessi Settembre 2022
B	Emissione Esecutiva	A. Ventimiglia <i>A. Ventimiglia</i>	Settembre 2022	A. Corvaja <i>A. Corvaja</i>	Settembre 2022	G. Fadda	Settembre 2022	<i>Carolina Ercolessi</i> PER EMISSIONE ITALFERR S.p.A. Dott.ssa Carolina Ercolessi S.O. Ambiente

File: IV0H02D22RGIM0004001B.doc

n. Elab.:

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	7
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	13
5	LIMITI ACUSTICI E AREE DI ESPANSIONE	16
5.1.1	“Ambito n°1”, sito in Via Ugo Foscolo	18
5.1.2	“Distretto n°1 – sub.2”, sito in Via Tecnomasio	19
5.1.3	“Distretto n°1 – sub.1”, sito in Via Galileo Ferraris	20
5.1.4	“Ambito n°6”, sito in Via Sabazia	21
5.1.5	“Ambito n°2”, sito in Via Aurelia	22
5.1.6	“Ambito n°5”, sito in Via Fiume	23
5.1.7	“Ambito n°4”, sito in Via Guglielmo Marconi	24
5.1.8	“Distretto n°2”, sito in Via alla Costa	25
6	LIMITI ACUSTICI E AREE NATURALISTICHE E PARCHI	26
6.1.1	Area Naturale presso Via Ugo Foscolo	27
6.1.2	Piazza Clelia Corradini	28
6.1.3	Area Naturale presso Via Aurelia	29
6.1.4	Area Naturale presso Via Francesco Petrarca	30
6.1.5	Giardini Cristoforo Colombo	31
7	LIMITI ACUSTICI E ZONIZZAZIONI ACUSTICHE DEI COMUNI INTERESSATI	32
8	CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM	33

8.1	Descrizione dei ricettori	33
8.1.1	Il censimento dei ricettori	33
8.2	Stima dei livelli acustici	34
8.2.1	Rilievi fonometrici Ante Operam	35
8.2.2	Stima livelli in facciata Ante Operam	35
9	GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	38
9.1	Illustrazione delle tecniche previsionali adottate	38
9.2	Dati di input del modello	39
9.2.1	Modello di esercizio	40
9.2.2	Emissioni dei rotabili	41
9.3	Caratterizzazione acustica della sorgente e taratura del modello di simulazione	42
10	CONSIDERAZIONI SUI LIVELLI SONORI ANTE MITIGAZIONE	45
11	METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO	46
11.1	Interventi alternativi di mitigazione del rumore ferroviario	46
11.2	Requisiti acustici	50
11.3	Descrizione delle barriere antirumore	52
11.4	Gli interventi sugli edifici	55
12	LE OPERE DI MITIGAZIONE SUL TERRITORIO E I LIVELLI ACUSTICI POST MITIGAZIONE	58

1 PREMESSA

Il PD in oggetto riguarda la seconda fase del progetto di adeguamento e potenziamento dell'impianto di Vado Ligure Zona Industriale.

Il progetto prevede il rinnovo dell'impianto, attivato in fase 1, con l'estensione della giurisdizione a tutti e sei i binari dello scalo e la sistemazione al nuovo Piano Regolatore Generale.

Nel seguito i principali interventi:

- adeguamento a modulo 750 metri del binario III;
- centralizzazione ed elettrificazione di tutti i 6 binari della stazione;
- sistemazione delle radici in ambito raccordati Bombardier e Vernazza (ex Tirreno Power);
- Realizzazione dell'indipendenza della radice dei raccordi Porto ed Esso/Infineum;
- Attrezzaggio del nuovo piazzale ed implementazione del segnalamento alto da treno;
- realizzazione nuovo fabbricato ACC/cabina MT/bT e predisposizione per allacci di moduli abitativi ad uso del personale imprese ferroviarie/imprese manovra;
- adeguamento del sottovia di via Leopardi (WBS NV03) con inserimento di corsie di accumulo e senso unico alternato;
- trasformazione dell'esistente sottopasso carrabile di Via Leopardi (WBS SL02) in ciclopedonale;
- interventi su Rio Lusso: demolizione e ricostruzione opera esistente a seguito di adeguamento PRG;
- attrezzaggio dell'impianto per la gestione delle merci pericolose.

Il presente rapporto contiene i risultati dello studio di impatto acustico per gli interventi relativi alla seconda fase dell'adeguamento e potenziamento dell'impianto di Vado Ligure Zona Industriale.

L'iter metodologico seguito -nel rispetto del Manuale di Progettazione RFI delle Opere Civili cod. RFI DTC SI AM MA IFS 001 D del 31.12.2020 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.

- 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. Sono state a tale scopo previste barriere di altezze variabili da 2m a 7,5m sul piano del ferro. A seguito dell'analisi dei risultati delle simulazioni acustiche si sono evinti superamenti dei limiti in corrispondenza di sette ricettori, per cui non è risultata possibile la completa mitigazione con intervento alla sorgente (Barriere Antirumore), causa notevole altezza e breve distanza dalla Linea oppure per impossibilità di implementare una barriera. Per tali ricettori, oggetto di Intervento Diretto, si è proceduto alla verifica della necessità o meno di sostituzione degli infissi attualmente in uso.

Il presente documento è stato redatto dalla dottoressa Alessandra Ventimiglia, iscritta all'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica N.7746 (già iscritta nell'elenco dei Tecnici Competenti in Acustica Ambientale della Regione Lazio n.1085). Gli elaborati correlati, elencati nella seguente tabella, sono stati redatti e/o verificati dalla stessa.

Tabella 1-1 - Elenco Elaborati

Elaborato	Codifica
Report rilievi fonometrici	IV0H02D22RHIM0004001A
Output del modello di simulazione	IV0H02D22TTIM0004001B
Planimetria del censimento ricettori e ubicazione punti di misura	IV0H02D22P6IM0004001-2B
Schede del Censimento Ricettori	IV0H02D22SHIM0004001A
Planimetria di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica	IV0H02D22P6IM0004003-4B
Relazione Interventi Diretti	IV0H02D22RGIM0004003B
Schede Tecniche Interventi Diretti	IV0H02D22SHIM0004002B

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;

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.

Per le Infrastrutture esistenti e di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h, a partire dalla mezzera 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.

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

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

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:

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE 2 ^a FASE – PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO PROGETTO DEFINITIVO					
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

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,

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

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

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

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



ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE
2^ FASE – PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO
DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO

PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IV0H	02	D 22 RG	IM 00 04 001	B	11 di 62

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.

3 CONCURSUALITÀ 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 che possono essere ritenute concorsuali sono:

- *SS1 dir/A* - Strada di categoria B (fascia A fino a 100 m – fascia B fino a 250 m)
- *Via Galileo Ferraris* – Strada di categoria Db (Fascia unica fino a 100 metri – limiti da Fascia B)
- *Via Aurelia* – Strada di categoria Db (Fascia unica fino a 100 metri – limiti da Fascia B)

Le fasce di pertinenza considerate per tali infrastrutture) sono riportate nelle Planimetrie di censimento dei ricettori (elaborati IV0H02D22P6IM0004001÷2B), nelle Planimetrie di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (elaborati IV0H02D22P6IM0004003÷4B).

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.

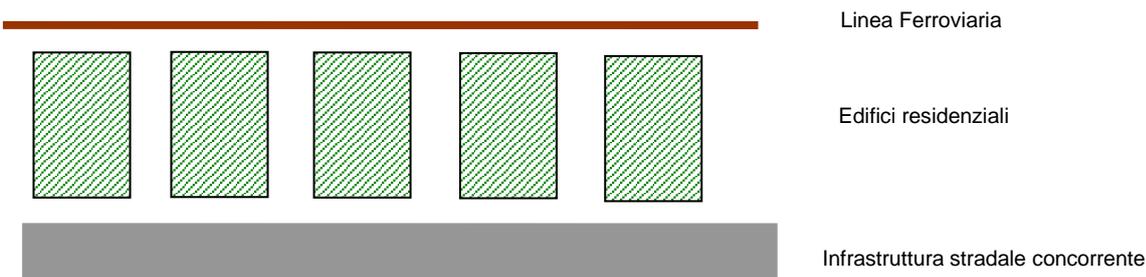
Per il tipo di ricettori, alcuni di essi assumono i limiti sia nel periodo diurno, sia nel periodo notturno, mentre altri nel solo periodo diurno: ciò perché il limite di riferimento è relativo al periodo in cui effettivamente l'edificio in questione è utilizzato in maniera continuativa.

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.



Nel presente studio a favore di sicurezza tale aspetto non è stato considerato e sono state considerate le concorsualità indipendentemente dai fronti esposti.

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. L'Allegato 4 del DM 29/11/2000 riporta come calcolare i limiti di soglia nelle aree di sovrapposizione tra le fasce di infrastrutture concorsuali.

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 di 65 dBA diurni e 55 dBA notturni.

Fasce di pertinenza			Valori di soglia dell'infrastruttura ferroviaria	
Linea ferroviaria	Prima infrastruttura concorsuale	Seconda infrastruttura concorsuale	Diurno dBA	Notturmo dBA
A	A	-	67,0	57,0
A	B	-	67,0	57,0
B	B	-	62,0	52,0
B	A	-	67,0	57,0
A	A	A	65,2	55,2
A	A	B	65,2	55,2
A	B	A	65,2	55,2
A	B	B	65,2	55,2
B	A	A	65,2	55,2
B	A	B	65,2	55,2
B	B	A	65,2	55,2
B	B	B	60,2	50,2

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.

Nel caso in cui degli edifici sensibili (scuole, ospedali, case di cura) venissero a trovarsi in una zona di intersezione delle fasce di pertinenza ferroviarie con le fasce di pertinenza acustica di altre sorgenti, valgono i seguenti limiti:

Tabella C – Valori di soglia in presenza di sorgenti concorsuali per ricettori sensibili

Tipologia ricettore sensibile	Numero di sorgenti sonore concorsuali oltre la ferrovia	Valori di soglia dell'infrastruttura ferroviaria	
		Diurno dBA	Notturmo dBA
Scuole, Asili, Università	0	50	-
	1	47	-
	2	45,2	-
Ospedali, Case di Riposo, Case di Cura	0	50	40
	1	47	37
	2	45,2	35,2

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.

All'interno dell'ambito di studio è stata rilevata la presenza di Ambiti e Distretti di trasformazione istituiti dal Progetto Preliminare del Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.), di seguito indicato:

<i>Comune</i>	<i>Delibera</i>
Comune di Vado Ligure	Delibera Consiglio Comunale 30 Settembre 2008 n. 79

Nello specifico, dall'analisi sono state individuate le seguenti aree (campitura colore arancione in relazione, a righe nere in planimetria per facilitarne la lettura) riportate anche nelle Planimetrie di censimento dei ricettori (elaborati IV0H02D22P6IM0004001B÷2B) e nelle Planimetrie di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (elaborati IV0H02D22P6IM0004003B÷4B).

In corrispondenza delle aree sono stati inseriti ricettori (riportati nelle seguenti tabelle) in campo libero disposti in modo da caratterizzare l'intera area, al fine di calcolarne i livelli sonori, assicurare il rispetto dei limiti di immissione fino a 4 m di altezza dal piano di campagna e procedere alla mitigazione acustica sino a tale altezza. Tutte le aree individuate ricadono all'interno dei confini territoriale del Comune di Vado Ligure.

A carico del gestore dell'infrastruttura ferroviaria spetta difatti la mitigazione acustica sino a 4 metri da p.c., in analogia a quanto previsto dal DPR 142/04 relativo alle infrastrutture stradali. Per la parte eccedente, l'intervento è a carico del titolare della concessione edilizia.

Area Residenziale di Espansione	Fascia di pertinenza ferroviaria	Identificativo ricettore	Note
Ambito n°1	A	10002	Zona già edificata (ricettore 1014)
	A	10003	Zona già edificata (ricettore 1018)
Distretto n°1 – sub.2	A	10004	-
	B	30001	-
Distretto n°1 – sub.1	A	10005	-
		10006	-
	B	30002	-

Area Residenziale di Espansione	Fascia di pertinenza ferroviaria	Identificativo ricettore	Note
Ambito n°6	A	10007	-
		10008	-
	B	30003	-
Ambito n°2	A	20001	-
Ambito n°5	A	20003	-
	B	40003	-
Ambito n°4	B	40004	-
Distretto n°2	Oltre le fasce di pertinenza	60002	Area in Classe IV già parzialmente edificata, ricettori 6006, 6007, 6008 e 6009
		60003	Area in Classe IV già parzialmente edificata, ricettore 6010
		60004	Area in Classe IV
		60005	Area in Classe IV

Di seguito si riportano degli stralci planimetrici per l'ubicazione delle aree di espansione residenziale individuate, corredati dalle specifiche riguardo ai punti di calcolo inseriti nel modello di simulazione.

5.1.1 “Ambito n°1”, sito in Via Ugo Foscolo

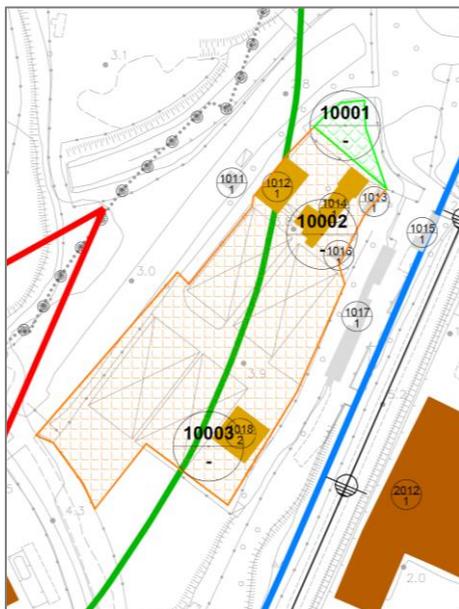


Figura 2.4-1 Area Residenziale di Espansione Ambito n°1

Area Residenziale di Espansione	Fascia di pertinenza ferroviaria	Identificativo ricettore	Note
Ambito n°1	A	10002	Zona già edificata (ricettore 1014)
		10003	Zona già edificata (ricettore 1018)
	B	-	-
	Oltre le fasce di pertinenza	-	-

5.1.2 “Distretto n°1 – sub.2”, sito in Via Tecnomasio



Figura 2.4-2 Area Residenziale di Espansione Distretto n°1 – sub.2

Area Residenziale di Espansione	Fascia di pertinenza ferroviaria	Identificativo ricettore	Note
Distretto n°1 – sub.2	A	10004	-
	B	30001	-
	Oltre le fasce di pertinenza	-	-

5.1.3 “Distretto n°1 – sub.1”, sito in Via Galileo Ferraris

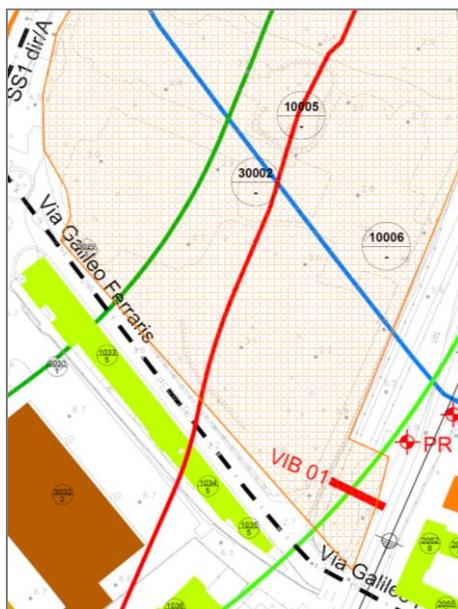


Figura 2.4-3 Area Residenziale di Espansione Distretto n°1 – sub.1

Area Residenziale di Espansione	Fascia di pertinenza ferroviaria	Identificativo ricettore	Note
Distretto n°1 – sub.1	A	10005	-
		10006	-
	B	30002	-
	Oltre le fasce di pertinenza	-	-

5.1.4 “Ambito n°6”, sito in Via Sabazia

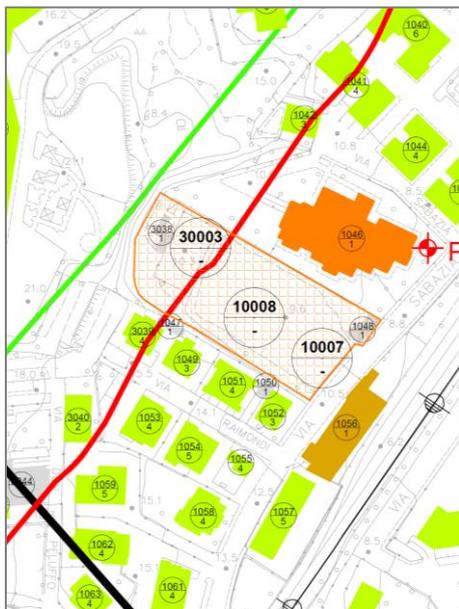


Figura 2.4-4 Area Residenziale di Espansione Ambito n°6

Area Residenziale di Espansione	Fascia di pertinenza ferroviaria	Identificativo ricettore	Note
Ambito n°6	A	10007	-
		10008	-
	B	30003	-
	Oltre le fasce di pertinenza	-	-

5.1.5 “Ambito n°2”, sito in Via Aurelia

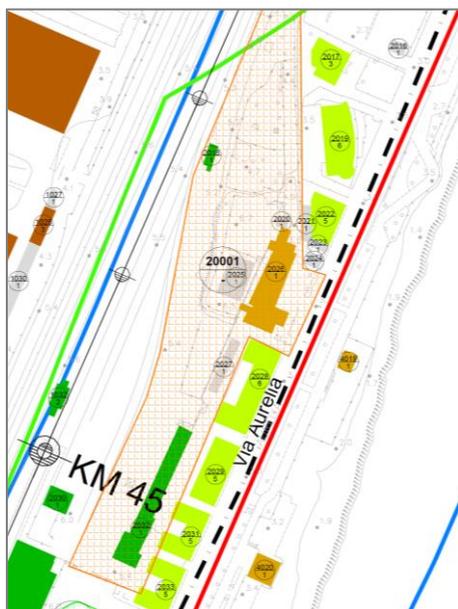


Figura 2.4-5 Area Residenziale di Espansione Ambito n°2

Area Residenziale di Espansione	Fascia di pertinenza ferroviaria	Identificativo ricettore	Note
Ambito n°2	A	20001	-
	B	-	-
	Oltre le fasce di pertinenza	-	-

5.1.6 “Ambito n°5”, sito in Via Fiume

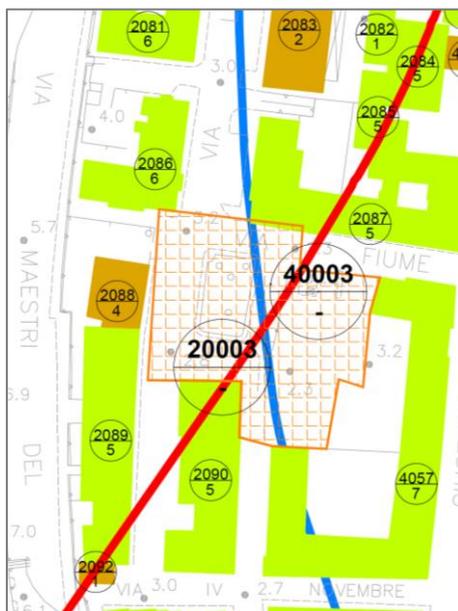


Figura 2.4-6 Area Residenziale di Espansione Ambito n°5

Area Residenziale di Espansione	Fascia di pertinenza ferroviaria	Identificativo ricettore	Note
Ambito n°5	A	20003	-
	B	40003	-
	Oltre le fasce di pertinenza	-	-

5.1.7 “Ambito n°4”, sito in Via Guglielmo Marconi



Figura 2.4-7 Area Residenziale di Espansione Ambito n°4

Area Residenziale di Espansione	Fascia di pertinenza ferroviaria	Identificativo ricettore	Note
Ambito n°4	A	-	-
	B	40004	-
	Oltre le fasce di pertinenza	-	-

6 LIMITI ACUSTICI E AREE NATURALISTICHE E PARCHI

Per le aree naturalistiche e i parchi pubblici, ci si attiene a quanto previsto dal Manuale di Progettazione RFI delle Opere Civili: deve essere garantito il rispetto dei limiti previsti dalle norme nel solo periodo diurno in analogia a quanto viene richiesto per le scuole, in corrispondenza di punti significativi (zone maggiormente esposte e caratterizzate dalla presenza non saltuaria delle persone) da individuare all'interno di tali aree.

All'interno dell'ambito di studio è stata rilevata la presenza di parchi ed aree naturalistiche istituite dal Progetto Preliminare del Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.), di seguito indicato:

<i>Comune</i>	<i>Delibera</i>
Comune di Vado Ligure	Delibera Consiglio Comunale 30 Settembre 2008 n. 79

Pertanto, ricettori in campo libero (h pari a 2 metri da p.c.) sono stati posizionati in corrispondenza di dette aree, al fine di verificare il rispetto dei limiti diurni.

Area naturalistica/ Parco	Fascia di pertinenza ferroviaria	Identificativo ricettore	Note
Area Naturale – Via Ugo Foscolo	A	10001	-
Piazza Clelia Corradini	A	20002	-
Area Naturale – Via Aurelia	B	40001	-
Area Naturale – Via Francesco Petrarca	B	40002	
Giardini Cristoforo Colombo	Oltre le fasce di pertinenza	60001	Area in Classe IV, secondo la Zonizzazione Acustica del Comune di Vado Ligure

Di seguito degli stralci cartografici con l'indicazione dei parchi/aree naturali (campitura verde in relazione, a esagoni neri in planimetria per facilitarne la lettura).

6.1.1 Area Naturale presso Via Ugo Foscolo

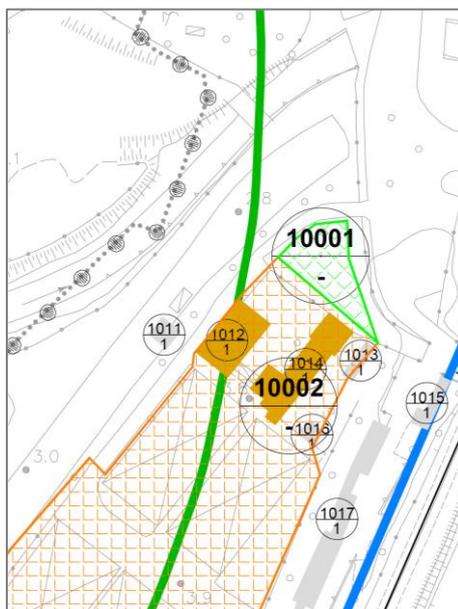


Figura 2.4-1 Area Naturalistica/Parco presso Via Ugo Foscolo

Area naturalistica/ Parco	Fascia di pertinenza ferroviaria	Identificativo ricettore	Note
Area Naturale – Via Ugo Foscolo	A	10001	-
	B	-	-
	Oltre le fasce di pertinenza	-	-

6.1.2 Piazza Clelia Corradini

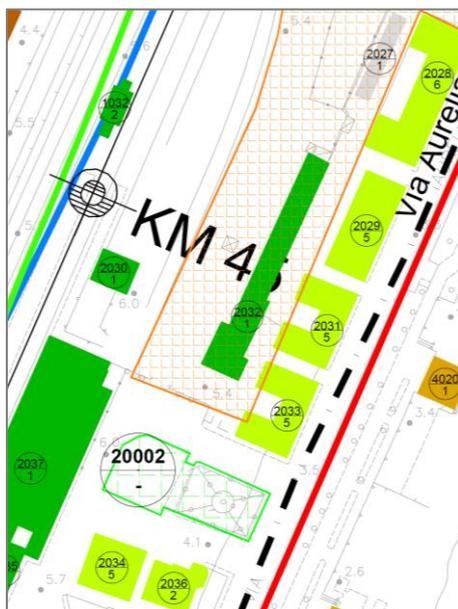


Figura 2.4-2 Area Naturalistica/Parco Piazza Clelia Corradini

Area naturalistica/ Parco	Fascia di pertinenza ferroviaria	Identificativo ricettore	Note
Piazza Clelia Corradini	A	20002	-
	B	-	-
	Oltre le fasce di pertinenza	-	-

6.1.3 Area Naturale presso Via Aurelia



Figura 2.4-3 Area Naturalistica/Parco presso Via Aurelia

Area naturalistica/ Parco	Fascia di pertinenza ferroviaria	Identificativo ricettore	Note
Area Naturale – Via Aurelia	A	-	-
	B	40001	-
	Oltre le fasce di pertinenza	-	-

6.1.4 Area Naturale presso Via Francesco Petrarca

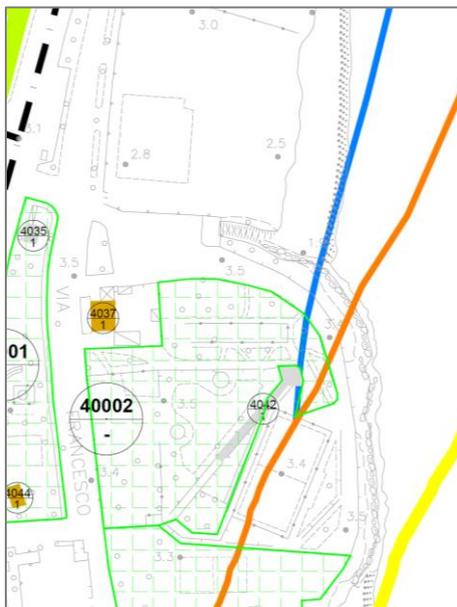


Figura 2.4-4 Area Naturalistica/Parco presso Via Francesco Petrarca

Area naturalistica/ Parco	Fascia di pertinenza ferroviaria	Identificativo ricettore	Note
Area Naturale – Via Francesco Petrarca	A	-	-
	B	40002	-
	Oltre le fasce di pertinenza	-	-

6.1.5 Giardini Cristoforo Colombo

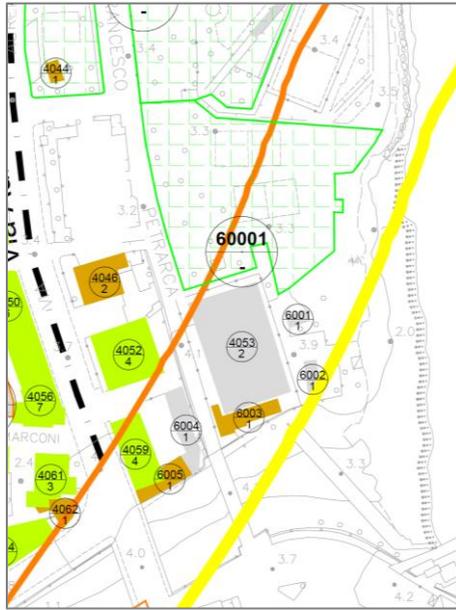


Figura 2.4-5 Area Naturalistica/Parco Giardini Cristoforo Colombo

Area naturalistica/ Parco	Fascia di pertinenza ferroviaria	Identificativo ricettore	Note
Giardini Cristoforo Colombo	A	-	-
	B	-	-
	Oltre le fasce di pertinenza	60001	Area in Classe IV, secondo la Zonizzazione Acustica del Comune di Vado Ligure

7 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, le fasce di pertinenza dell'infrastruttura ferroviaria interessano i comuni di Vado Ligure e Quiliano, entrambi sono provvisti di Piano di zonizzazione acustica; nella tabella seguente se ne riporta lo stato di approvazione, aggiornato a dicembre 2021.

<i>Comune</i>	<i>Delibera</i>
Comune di Vado Ligure	Delibera Consiglio Comunale 28 Febbraio 2018 n. 13
Comune di Quiliano	Delibera Consiglio Comunale 01 Marzo 2013 n. 4

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 IV0H02D22P6IM0004001B÷4B).

Per quanto concerne la classificazione acustica del territorio interessato dal passaggio delle rete ferroviaria in progetto, interamente compreso nel Comune di Vado Ligure, in relazione alla tipologia di uso caratterizzata da un'intensa attività umana da un lato, e prevalentemente industriali dall'altro, si riscontra la presenza per lo più di zone acusticamente omogenee di classe IV con limiti acustici rispettivamente pari a 65 dB(A) di giorno e a 55 dB(A) di notte e zone di classe VI, con limiti acustici rispettivamente pari a 70 dB(A) di giorno e a 70 dB(A) di notte. In prossimità del Torrente Segno le fasce di pertinenza acustica incontrano zone di classe V, con limiti acustici pari a 70 dB(A) di giorno e a 60 dB(A) di notte. Si fa notare che, lungo il tracciato, si rilevano cinque ricettori sensibili di cui quattro scuole e un ospedale.

8 CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM

Il progetto oggetto del presente studio si sviluppa dal ponte sul Quiliano (al km 44+300 della linea), passando per il fascio di Vado Ligure zona industriale, fino al cavalcavia di via Sabazia (al km 45+799). Lo sviluppo totale è pertanto pari a circa 1,5 km.

La sede ferroviaria è costituita da un unico binario che corre per lo più in rilevato e nella parte finale in trincea; fa eccezione la zona del fascio che vede sei binari.

8.1 Descrizione dei ricettori

8.1.1 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, per l'indagine dei 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 IV0H02D22P6IM0004001B÷2B).

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;
- Ruderi, dismessi, box, stalle e depositi;
- Pertinenza FS;
- Aree di espansione residenziale;
- Espropri/demolizioni.

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 IV0H02D22SHIM0004001A.

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*

8.2 Stima dei livelli acustici

Al fine di delineare il clima acustico nell'ambito di progetto prima della realizzazione dell'opera, si vuole avere una stima dei livelli acustici ad oggi rilevabili in situ.

Si è ritenuto pertanto opportuno:

- integrare la campagna di rilievi fonometrici ai ricettori (misure PS01 e PS02) con una misura supplementare, PA, atta a fornire un'indicazione del clima acustico non in prossimità della linea.

- produrre una stima dei livelli in facciata presso i ricettori (elaborato IV0H02D22TTIM0004001B) anche nello scenario attuale (Ante Operam).

8.2.1 Rilievi fonometrici Ante Operam

Al fine di delineare il clima acustico attuale presso i ricettori, si può far riferimento alle misure svolte nella campagna di rilievi fonometrici appositamente effettuata per questo studio. In particolare, i punti di controllo presso i ricettori (PS01 e PS02, si veda in proposito il paragrafo 9.3) e il punto di rumore ambientale PA01.

Nelle *Planimetrie di censimento dei ricettori* e nelle *Planimetrie di localizzazione degli Interventi di Mitigazione Acustica* (elaborati IV0H02D22P6IM0004001÷4B) sono riportati i punti di misura effettivi.

Di seguito una tabella riassuntiva dei valori rilevati presso questi punti.

Tabella 8-1 – Valori misurati durante la campagna di misure fonometriche

Punti di misura e controllo	Valori misurati		Classe Zonizzazione Acustica Comunale
	Leq,d	Leq,n	
PS01	57,5	-	I
PS02	55,8	-	IV
PA01	62,0	48,9	I

Per ulteriori dettagli si veda l'elaborato *Report dei rilievi fonometrici* (IV0H02D22RHIM0004001A).

8.2.2 Stima livelli in facciata Ante Operam

Allo scopo di avere un dettaglio circa il clima acustico nella situazione Ante Operam è stato simulato anche questo scenario, tramite il modello di simulazione SoundPlan, descritto in dettaglio nel successivo paragrafo 9.1.

In particolare, sono stati immessi i dati relativi alla situazione attuale per quel che concerne:

1. morfologia del territorio
2. geometria dell'infrastruttura
3. caratteristiche dell'esercizio ferroviario attuale;
4. emissioni acustiche dei singoli convogli.

Per quanto riguarda i dati relativi all'esercizio ferroviario della linea di progetto allo stato attuale e delle linee afferenti (Savona – Ventimiglia), si fa riferimento a quanto riportato nell'elaborato IV0H02D16RGES001001 di Esercizio. Di seguito una tabella di riepilogo:

Tabella 8-2 Modello di esercizio scenario attuale - linea di progetto e linee afferenti

Tratta	Tipologia	Diurno	Notturmo	Totale
Vado Ligure Zona Industriale	Merci	6	-	6
Savona - Ventimiglia	ES*	4	-	4
	IC	6	2	8
	REG	46	4	50
	Merci	1	3	4

Le velocità sulla linea di progetto sono quelle riportate nello stesso elaborato IV0H02D16RGES001001, che vedono come velocità per tutti i convogli 30 km/h.

Le velocità della linea afferente sono desunte dai fascicoli di linea di cui si riportano due stralci:

Ventimiglia - Savona (via Principale)							Savona - Ventimiglia (via Principale)										
Grado di frenatura	Velocità max km/h			Progressiva chilometrica	LOCALITÀ DI SERVIZIO	Velocità max km/h			Grado di frenatura	Grado di frenatura	Progressiva chilometrica	LOCALITÀ DI SERVIZIO	Progr. chilom.	Velocità max km/h			Grado di frenatura
	A	B	C			A	B	C						A	B	C	
I	90	95	100		147,3 VENTIMIGLIA	90	95	100	I			39,1 SAVONA					
	100	105	110		145,2 Vallecrosia	100	105	110				41,8 BIVIO DORIA					
	140	160	160		143,3 Dev. I Bordighera	140	160	160				43,3 Quiliano-Vado					
	100	140	140		142,6 Bordighera	100	140	140				49,8 Spotorno-Noli	130	150	150		
	140	160	180		138,0 Cippo (km 138,000)	140	160	160				58,4 Finale L.M.					
I ₂					132,0 Cippo (km 132,000)	100	140	140				62,9 Dev. U					
					131,0 Sanremo							65,0 Cippo (km 65,000)					
					130,0 Cippo (km 130,000)	140	160	180				PL ■ km 65,600					
					124,9 Taggia Arma							65,8 Boggio Verezzi					
					112,1 Imbocco Gall. Bardellini	145	145					PL ■ km 66,970					
					116,5 PES Costarainera							68,7 Pietra L.					
					110,0 Cippo (km 110,000)	160	180					PL ■ km 70,908					
					109,0 Imperia							PL ■ km 71,117					
					104,1 Diano							PL ■ km 71,203					
					101,0 Cippo (km 101,000)	80	150	150	II			72,0 Loano					
I	80	90	90		97,7 Stocco Gall. Collescervo	80	90	90	I			73,7 Borghetto S.S.	90				
					97,4 Andora							75,0 Ceriale					
					93,2 Andora							80,0 Cippo (km 80,000)					
					91,0 Stocco Gall. Capo Mele							80,9 Albenga					
					90,3 Laigueglia							87,1 Allassio					
					87,1 Allassio							90,3 Laigueglia					
					80,9 Albenga	90						91,0 Imbocco Gall. Capo Mele					
					80,0 Cippo (km 80,000)							93,2 Andora	80	90	90		
					75,0 Ceriale							97,4 Andora	140	160	180		II
					73,7 Borghetto S.S.							97,7 Imbocco Gall. Collescervo					
					72,0 Loano							104,1 Diano	125	125	125		
					PL ■ km 70,025							105,1 Imbocco Gall. Gorleri	140	160	180		
					68,7 Pietra L.							107,7 Segn. prot. Imperia					
					65,8 Boggio Verezzi							109,0 Imperia					
					PL ■ km 65,600							116,5 PES Costarainera					
					65,0 Cippo (km 65,000)							124,9 Taggia Arma					
					62,9 Finale L.M.	130	150	150	I			130,0 Cippo (km 130,000)	100	140	140		
					49,8 Spotorno-Noli							131,0 Sanremo					
					43,3 Quiliano-Vado	90						132,0 Cippo (km 132,000)	140	160	160		
					41,8 BIVIO DORIA							138,0 Cippo (km 138,000)	100	105	110		
					39,1 SAVONA							142,6 Bordighera					
												143,3 Dev. U Bordighera	90	95	100		
												145,2 Vallecrosia					
												145,2 Segn. prot. EST.	60	60	60		
												147,3 VENTIMIGLIA					

Figura 8.2-1 - Fascicoli di linea afferente Savona - Ventimiglia

I livelli in facciata simulati nello scenario ante operam sono riportati nell'elaborato *Output del Modello di Simulazione (IV0H02D22TTIM0004001B)*. All'interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato.

Per una visualizzazione cromatica dei livelli sonori lungo tutto il tracciato, sono state prodotte le *Mappe Acustiche Isofoniche nello Scenario Ante Operam per i periodi Diurno e Notturno* (elaborato IV0H02D22N5IM0004001B) relative ad un'altezza da piano campagna pari a 4 metri.

9 GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

9.1 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 antropici

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE ZONA INDUSTRIALE 2^ FASE – PRG CON MODULO 750 m DI UN BINARIO; ACC CON IMPLEMENTAZIONE IN APPARATO DI SEGNALAMENTO ALTO DA TRENO PROGETTO DEFINITIVO					
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

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.

9.2 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 presente progetto 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.

Oltre alla geometria dell'infrastruttura di progetto è stato preso in considerazione anche il progetto dell'autostrada Cremona - Mantova, che viene considerata come realizzata all'orizzonte temporale di progetto.

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

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

9.2.1 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 stato desunto dall'elaborato IV0H02D16RGES001001 di Esercizio ed è riassunto nella tabella seguente.

Tabella 9-1 - Modello di esercizio scenario di progetto

Tipologia	Diurno	Notturmo	Totale
Merci	13	13	26

Per la linea afferente presente all'interno dell'ambito di studio è stata considerata la tratta Savona - Ventimiglia. Il modello di esercizio è riportato nel paragrafo 8.2 e riassunto di seguito:

Tabella 9-2 Modello di esercizio linee afferenti

Tratta	Tipologia	Diurno	Notturmo	Totale
Savona - Ventimiglia	ES*	4	-	4
	IC	6	2	8
	REG	46	4	50
	Merci	1	3	4

Le velocità sulla linea di progetto sono quelle riportate nello stesso elaborato IV0H02D16RGES001001, che vedono come velocità per tutti i convogli, 60 km/h in corretto tracciato e 30 km/h sugli itinerari deviati.

Le velocità della linea afferente sono desunte dai fascicoli di linea di cui si riportano due stralci:

Ventimiglia - Savona (via Principale)							Savona - Ventimiglia (via Principale)										
Grado di frenatura	Velocità max km/h			Progressiva chilometrica	LOCALITÀ DI SERVIZIO	Velocità max km/h			Grado di frenatura	Grado di frenatura	Progressiva chilometrica	LOCALITÀ DI SERVIZIO	Prog. chilom.	Velocità max km/h			Grado di frenatura
	A	B	C			A	B	C						A	B	C	
I	90	95	100		147,3 VENTIMIGLIA	90	95	100	I			39,1 SAVONA					
	100	105	110		145,2 Vallecrosia	90	95	100				41,8 BIVIO DORIA					
	140	160	160		143,3 Dev. I Bordighera	100	105	110				43,3 Quiliano-Vado					
	100	140	140		142,6 Bordighera	140	160	160				49,8 Spotorno-Noli					
	140	160	180		138,0 Cippo (km 138,000)	100	140	140				58,4 Finale L.M.					
I ₂					132,0 Cippo (km 132,000)	140	160	180	I ₂			62,9 Dev. U					
					131,0 Sanremo	100	140	140				65,0 Cippo (km 65,000)					
					130,0 Cippo (km 130,000)	140	160	180				PL ■ km 65,600					
					124,9 Taggia Arma	145	145					65,8 Borgio Verezzi					
					112,1 Imbocco Gall. Bardellini	160	180					PL ■ km 66,970					
					116,5 PES Costarainera	80	90	90				68,7 Pietra L.					
					110,0 Cippo (km 110,000)	150	150					PL ■ km 70,908					
					109,0 Imperia	90	90					PL ■ km 71,117					
					104,1 Diano	115	125	125				PL ■ km 71,203					
					101,0 Cippo (km 101,000)	140	160	180				72,0 Loano					
					97,7 Stocco Gall. Collecervo	80	90	90				73,7 Borghetto S.S.					
					97,4 Andora							75,0 Ceriale					
					91,0 Stocco Gall. Capo Mele							80,0 Cippo (km 80,000)					
					90,3 Laigueglia							80,9 Albenga					
					87,1 Allassio							87,1 Allassio					
					80,9 Albenga							90,3 Laigueglia					
					80,0 Cippo (km 80,000)							91,0 Imbocco Gall. Capo Mele					
					75,0 Ceriale							93,2 Andora					
					73,7 Borghetto S.S.							97,4 Andora					
					72,0 Loano							97,7 Imbocco Gall. Collecervo					
					PL ■ km 70,025							104,1 Diano					
					68,7 Pietra L.							105,1 Imbocco Gall. Gorleri					
					65,8 Borgio Verezzi							107,7 Segn. prot. Imperia					
					PL ■ km 65,600							109,0 Imperia					
					65,0 Cippo (km 65,000)							116,5 PES Costarainera					
					62,9 Finale L.M.							124,9 Taggia Arma					
					49,8 Spotorno-Noli							130,0 Cippo (km 130,000)					
					49,4 Dev. U Spotorno-Noli							131,0 Sanremo					
					43,3 Quiliano-Vado							132,0 Cippo (km 132,000)					
					41,8 BIVIO DORIA							138,0 Cippo (km 138,000)					
					39,1 SAVONA							142,6 Bordighera					
												143,3 Dev. U Bordighera					
												145,2 Vallecrosia					
												145,2 Segn. prot. EST.					
												147,3 VENTIMIGLIA					

Figura 9.2-1 - Fascicoli di linea afferente Savona - Ventimiglia

9.2.2 Emissioni dei rotabili

La simulazione acustica è stata effettuata mediante il software SoundPLAN descritto nel paragrafo successivo. La modellazione tridimensionale di base del territorio utilizzata nella simulazione è stata sviluppata a partire dalla cartografia 3D in formato vettoriale.

Le emissioni sonore da associare ad ogni tipologia di convoglio ferroviario previsto nel Modello di Esercizio sono state estratte dal documento redatto da Rete Ferroviaria Italiana "Stima dei livelli sonori ai sensi del DM Ambiente 29/11/00 – Rapporto delle misure – Volume 1 – Emissioni dei treni".

In particolare, si è fatto riferimento ai dati contenuti nell'Annesso 5: sommario SEL @ 25 m normalizzati a 100 km/h, che di seguito vengono riportati.

Sommario SEL @ 25 m normalizzati a 100 Km/h

	dB(A)	63 Hz	125	250	500	1 K	2 K	4 K	8K
Valore medio ALn 668	89,9	57,9	64,1	73,4	84,7	85,8	81,8	77,7	66,2
Deviazione standard	2,2	3,9	2,9	2,6	3,0	2,5	2,3	2,4	3,4
Valore medio DIR / IR	94,3	61,1	67,2	78,8	84,4	88,4	90,7	84,5	74,1
Deviazione standard	4,7	3,7	4,3	5,6	5,7	5,3	4,6	4,5	4,4
Valore medio E / EN	96,7	62,7	73,9	85,7	90,6	90,9	90,8	87,8	76,2
Deviazione standard	3,2	0,5	2,5	2,8	3,3	3,2	3,0	3,9	4,3
Valore medio ETR 450-460-480	88,9	55,5	60,5	68,3	72,9	77,7	86,9	81,9	69,5
Deviazione standard	3,8	3,4	3,6	4,9	5,0	4,5	3,9	4,0	3,9
Valore medio ETR 500	90,6	57,0	61,8	71,7	76,8	81,8	88,5	81,8	69,8
Deviazione standard	3,0	2,7	3,2	4,1	3,6	3,2	3,2	3,3	2,9
Valore medio IC	94,9	60,5	65,8	75,7	81,0	87,7	92,5	85,6	74,1
Deviazione standard	4,8	3,3	4,1	5,9	6,0	5,3	4,7	4,7	4,7
Valore medio REG	92,3	60,9	67,6	77,9	83,6	86,3	87,9	83,3	73,5
Deviazione standard	4,7	4,7	4,6	5,7	5,7	5,0	4,6	4,7	5,0
Valore medio REG-MET	86,9	53,9	63,2	74,1	79,3	81,9	81,0	77,9	69,3
Deviazione standard	4,1	3,6	3,8	4,4	4,9	4,7	3,7	3,6	3,5
Valore medio MERCI	102,5	65,3	77,1	87,7	95,5	97,7	96,3	91,9	79,8
Deviazione standard	6,2	5,6	6,8	7,5	6,9	6,9	5,3	5,6	6,0

Nel paragrafo successivo invece 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.

9.3 Caratterizzazione acustica della sorgente e taratura del modello di simulazione

Per verificare la rispondenza del modello di simulazione alle condizioni reali, sono state utilizzate le misure di una campagna di rilievi fonometrici appositamente eseguita nell'ambito della Linea attuale (singolo binario Cremona – Piadena). Per i dettagli si rimanda all'apposito "Report dei rilievi fonometrici" (elaborato IV0H02DR22RHIM0004001A), 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 un "Punto di Riferimento" (PR01) posto in prossimità del binario di corsa.
- La taratura del modello di simulazione acustica, con l'individuazione, di due "Punti Significativi" (PS01 e PS02) 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 PR che nei PS.

Si riportano nella tabella seguente i dati relativi alle emissioni dei convogli effettivamente transitanti sulla Linea esistente.

Viene rappresentato altresì un confronto tra dette emissioni e quelle della banca dati delle emissioni dei singoli transiti, riportata nella Tabella 2 contenuta nel Documento “Piano degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore ai sensi del DM Ambiente 29/11/2000 – Relazione Tecnica” redatto da RFI, utilizzate per le simulazioni acustiche Ante e Post Mitigazioni.

Tabella 9-3 - Confronto emissioni rilevate ed emissioni da PRA

Tipo convoglio	Transiti rilevati (Sez.1 + Sez.2)			SEL@25m,100km/h dB(A) Misure	SEL@25m,100km/h dB(A) Banca dati RFI	Differenza dB	Deviazione standard da banca dati RFI dB
	D	N	TOT				
Merci	5	0	5	105,3	102,5	2,8	6,2

Da un primo confronto (a parità di condizioni al contorno: distanza 25m dall'asse del binario, velocità di transito 100km/h) risulta una buona corrispondenza di valori tra le due tipologie di emissioni.

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:

Tabella 9-4 - Taratura modello di Simulazione: confronto tra Livelli misurati e simulati

Punti di misura e controllo	Valori misurati		Valori simulati		Scarti simulati-misurati	
	Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n
PR01	56,3	-	56,3	-	0	-
PS01	57,5	-	58,0	-	-0,5	-
PS02	55,8	-	55,5	-	0,3	-
media degli scarti sui punti PS					-0,1	

Per il Punto di Riferimento PR, si osserva una perfetta corrispondenza.

In corrispondenza dei Punti di Controllo PS si osserva una buona corrispondenza dei valori simulati rispetto a quelli misurati (con differenze ovunque inferiori a 1 dB e con medie degli scarti non significative).

10 CONSIDERAZIONI SUI LIVELLI SONORI ANTE MITIGAZIONE

L'applicazione del modello di simulazione in precedenza 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 anche 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 e in relazione al periodo diurno per i ricettori scolastici presenti nell'ambito di studio.

Per una visualizzazione cromatica dei livelli sonori lungo tutto il tracciato, sono state prodotte le *Mappe Acustiche Isofoniche nello Scenario Post Operam per i periodi Diurno e Notturno* (elaborato IV0H02D22N5IM0004002B) relative ad un'altezza da piano campagna pari a 4 metri.

Le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati sono riportate nell'elaborato *Output del modello di simulazione* (IV0H02D22TTIM0004001B). All'interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato.

Nelle tabelle già menzionate, sono evidenziati tutti i ricettori per cui i livelli acustici in facciata simulati eccedano i limiti normativi previsti e, in colore più chiaro, quelli che eccedano una soglia di attenzione ricavata dai limiti normativi decurtati di 0,5 dB, come indicato nel *Manuale di Progettazione RFI delle Opere Civili* cod. RFI DTC SI AM MA IFS 001 D del 31.12.2020.

11 METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO

Nei paragrafi seguenti si forniscono alcune note descrittive su metodi di contenimento dell'inquinamento acustico alternativi alle barriere antirumore, sui requisiti acustici delle barriere antirumore, sulle tipologie di barriere utilizzate in relazione alle prestazioni acustiche.

11.1 Interventi alternativi di mitigazione del rumore ferroviario

Finanziato dall'Unione Europea con il Fondo Europeo per lo Sviluppo Regionale (FESR) del periodo 2007-2013, il progetto **mitiga.rumore** “**Interventi alternativi di mitigazione del rumore ferroviario**” che prevedeva l'applicazione di un sistema di smorzatori di vibrazioni lungo la rotaia ed un sistema lubrificante del bordo della rotaia nei tratti curvilinei lungo la linea ferroviaria ai fini della mitigazione del rumore ferroviario, è stato sperimentato dalla Provincia di Bolzano in collaborazione con Rete Ferroviaria Italiana (RFI).

RFI ha permesso alla Provincia il montaggio in via sperimentale di questi due sistemi sulla linea del Brennero in due località distinte:

- in un tratto rettilineo tra i comuni di Bronzolo e di Ora sono installati due tipi diversi di smorzatori di vibrazioni rispettivamente della Schrey & Veit Srl ([Link esterno](#)) di Sprendlingen (DE) e della TATA ([Link esterno](#)) commercializzati da UUDEN BV ([Link esterno](#)) di Arnhem (NL).



Ammortizzatori Schrey & Veit (Foto: Schrey & Veit, 2012)

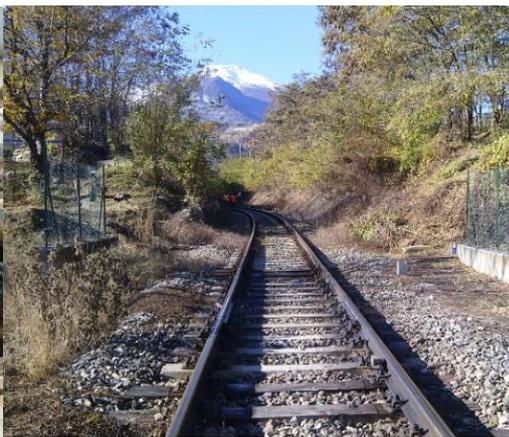


Ammortizzatori Van Uuden (Foto: Van Uuden, 2012)

- in un tratto in curva nel territorio comunale di Laion, adiacente all’abitato di Chiusa è installato un impianto di lubrificazione delle rotaie della P.A.L. Italia (Link esterno) di Novate Milanese (IT), lubrificanti della ditta Lincoln.



Lubrificatore P.A.L. Italia (Foto: P.A.L. Italia; 2012)



Impianto lubrificazione P.A.L. Italia (Foto: P.A.L. Italia; 2012)

I risultati del Progetto “mitiga.rumore”:

I lubrificatori installati nell’ambito del centro abitato di Chiusa, hanno contribuito ad attenuare il rumore di circa 1,5 dB. Oltre alla riduzione del rumore, con l’impiego dei lubrificatori si spera di limitare la formazione del corrugamento per logorio della superficie delle rotaie.

I due tipi di ammortizzatori sono stati invece testati tra i Comuni di Bronzolo e di Ora su un tratto di binario rettilineo di 300m circa, che fosse il più omogeneo possibile e che non presentasse irregolarità. Nel dettaglio, la riduzione media del livello sonoro per i treni merci è stata leggermente inferiore ad 1 dB mentre quella per i treni passeggeri supera 1 dB.

La riduzione del rumore ottenuta con i due sistemi è mediamente di 1 dB, e come riportato nelle conclusioni da parte della Provincia di Bolzano, nonostante il risultato positivo, la lieve riduzione del rumore ottenuta dalla sperimentazione non è chiaramente percepibile all’orecchio umano.

Viene ritenuto pertanto che entrambi i sistemi non costituiscano uno strumento di risanamento efficace per il nostro territorio e che non siano adeguati alla struttura dei binari utilizzati oltre che non sempre realizzabili.

La documentazione completa del Progetto “mitiga.rumore” è consultabile sul sito internet della Provincia di Bolzano al seguente indirizzo web:

<http://ambiente.provincia.bz.it/rumore/interventi-mitigazione-rumore-ferroviario.asp>

Altre sperimentazioni svolte - rail dampers

I rail dampers sono costituiti da masse metalliche inglobate in un elastomero, montati, su entrambi i lati del gambo della rotaia, per mezzo di elementi metallici e mediante incollaggio alla rotaia stessa.

A fronte di una mitigazione presunta indicata nel progetto europeo STAIRRS di 1-3 dB, nelle diverse sperimentazioni svolte da RFI su varie linee ferroviarie (v. tabella), è stato rilevato un abbattimento massimo di circa 1-2 dB, corrispondente ad un **valore medio di circa 1 dB**, se si tiene conto dell'incertezza di misura e della deviazione standard.

Nella tabella seguente sono riportate, in ordine temporale, le sperimentazioni eseguite per tale sistema.

Richiedente	Tipologia	Ditta	Linea	Anno
Provincia autonoma di Bolzano	rail dampers	Schrey & Veit TATA (Corus)	Linea ferroviaria: Verona - Brennero Tratta: Trento - Bolzano Comune di Bronzolo	2012
RFI (DTP DINV)	Attenuatore Acustico TRANSRAIL TR 1°	Pregymix	linea ferroviaria: Alessandria - Arona Tratta: Novara - Vignale	2015
	Attenuatore Acustico TRANSRAIL TR 1B	Pregymix	Linea ferroviaria: Alessandria - Arona Tratta: Novara - Vignale	2015
	Attenuatore Acustico TRANSRAIL TR 1C	Pregymix	Linea ferroviaria: Alessandria - Arona Tratta: Novara - Vignale	2015
	Attenuatore Acustico TRANSRAIL TR 1C	Pregymix	Linea ferroviaria: Bologna - Bari Comune: Francavilla al Mare	2016
	Attenuatore Acustico TRANSRAIL 2	Pregymix	Linea ferroviaria: Adriatica Tratta: Francavilla-Ortona Comune: Francavilla	2017
	Attenuatore Acustico TRANSRAIL	Pregymix	Linea ferroviaria: Cintura Sud Milano nella tratta a doppio binario tra Milano Romolo e Milano P.ta Romana	2018

La documentazione relativa alle suddette sperimentazioni è stata trasmessa al Ministero dell'Ambiente (oggi MITE) e alle Regioni nel 2016, mentre quella prodotta in tempi più recenti è stata trasmessa al Tavolo Tecnico, istituito nel 2017 dallo stesso Ministero per risolvere le criticità riscontrate nell'attuazione del Piano di risanamento. Si segnala che questo Tavolo ha coinvolto rappresentanti di RFI, MIT, ANCI, ISPRA. Regioni (rappresentate da Toscana, Lombardia e Emilia Romagna), ANSF (oggi ANSFISA) e rappresentanti dei Gestori dei servizi di trasporto pubblico ferroviario, i quali, dopo aver visionato i risultati delle varie sperimentazioni sui rail dampers, hanno preso atto della loro ridotta efficacia in termini acustici, in previsione anche di una possibile ulteriore riduzione nel tempo di detta efficacia, per via del degrado dei materiali componenti.

Effetti dei rail dampers sulle attività di manutenzione della linea

Lato armamento, si segnala che l'adozione dei "rail dampers" ha ripercussioni su aspetti relativi alla manutenzione e al controllo delle rotaie. Infatti, una volta installati, questi limitano l'ispezionabilità delle rotaie che va eseguita secondo le modalità di visita-linea previste dalle norme internazionali e dalle specifiche ferroviarie. In particolare, il documento di riferimento è la Fiche UIC 725 sulla gestione dei difetti delle rotaie, derivante a sua volta dalla IRS UIC 70712 che costituisce il catalogo dei difetti, recepito in ambito ferroviario.

In particolare, la Fiche 725 indica, a seconda del tipo di difetto, l'efficacia dei possibili metodi di ispezione; quindi, dalla sua applicazione deriva che, per certe tipologie di difetti, il controllo visivo sia l'unico metodo efficace, ovvero non sostituibile con altre metodologie, ancorché strumentali.

Pertanto, al fine di poter eseguire il predetto controllo visivo della rotaia, risulterebbe necessario rimuovere i rail dampers; comunque, anche nel caso di una loro rimozione, l'ispezione visiva risulterebbe ancora difficoltosa a causa della presenza di una membrana elastica liquida, addizionata con micro polvere di gomma, che viene interposta tra la rotaia e il profilo in gomma dell'attenuatore durante la posa in opera.

L'utilizzo dei rail damper quindi comporterebbe maggiori oneri e la necessità di disporre di tempi più lunghi per le attività di manutenzione del binario che di certo limiterebbe la capacità della linea.

Considerazioni generali

I livelli di abbattimenti dell'emissione sonora, rilevati nelle sperimentazioni sopra elencate, sono stati misurati a valle dell'installazione degli smorzatori e non sono disponibili informazioni in merito al mantenimento nel tempo delle prestazioni dei rail damper né in letteratura né nella documentazione tecnica fornita dai produttori.

Tenendo conto dei materiali di cui sono composti (gomme) e della particolare aggressività dell'ambiente in cui sono collocati, non si può escludere che questi saranno suscettibili di degrado anche rapido e che quindi si dovranno prevedere diverse sostituzioni di rail damper nell'arco della vita utile delle barriere antirumore, con conseguenti soggezioni all'esercizio ferroviario e sostanziale incremento dei costi, a fronte di un beneficio assai ridotto in termini acustici.

Infine, si fa presente che, poiché questo sistema tende a ridurre la rumorosità prodotta dall'interazione ruota-rotaia (*riduzione dell'energia radiante emessa dalle rotaie*), il loro campo di applicazione è comunque limitato alle linee a bassa velocità nelle quali, come è noto, risulta prevalente il rumore di rotolamento. Inoltre, in base a ciò, si può ritenere che non assicurino prestazioni acustiche uniformi al variare della velocità di circolazione dei treni.

Conclusione

Per gli interventi alla sorgente relativi all'infrastruttura, allo stato attuale, si conferma che le soluzioni tecnologiche sinora individuate e sperimentate non hanno fornito abbattimenti di emissioni di entità tale da essere considerate come alternative, o anche solo integrative, delle barriere antirumore.

In particolare, per i rail dampers, i risultati ottenuti con l'attività di sperimentazione attestano che tali sistemi hanno una capacità di abbattimento delle emissioni acustiche di entità così ridotta da non poterli prendere in considerazione nella progettazione degli interventi di mitigazione, seppur in combinazione con le barriere antirumore.

Pertanto, l'intervento alla sorgente di maggiore efficacia resta il miglioramento del materiale rotabile, miglioramento che si sta concretizzando, ormai da anni, grazie alle norme europee che fissano le emissioni del materiale rotabile nuovo. Anche per il materiale rotabile esistente, il miglioramento nel medio-lungo termine è favorito dalla pubblicazione di nuove norme europee e dalle politiche nazionali che incentivano il retrofitting dei carri merci.

11.2 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)

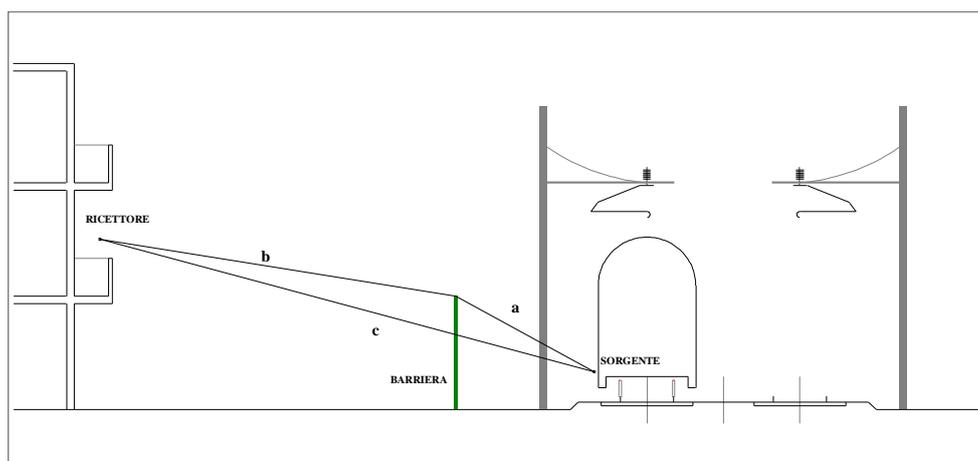


Figura 11-1- Propagazione onda sonora

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 *1a* 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

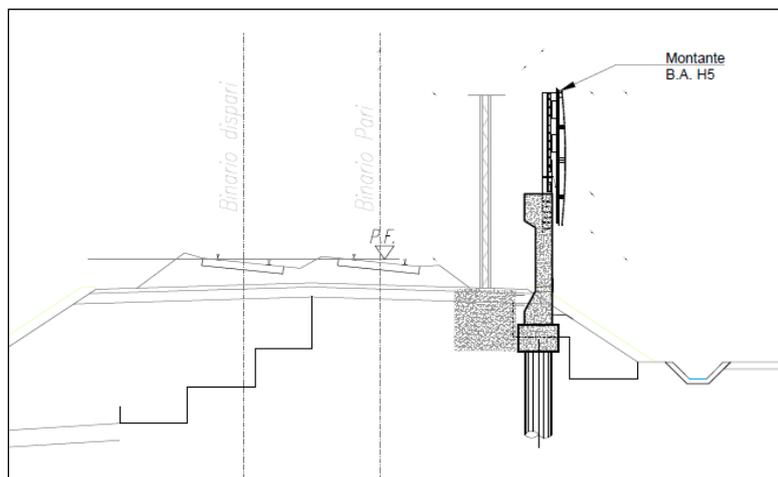
11.3 Descrizione delle barriere antirumore

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

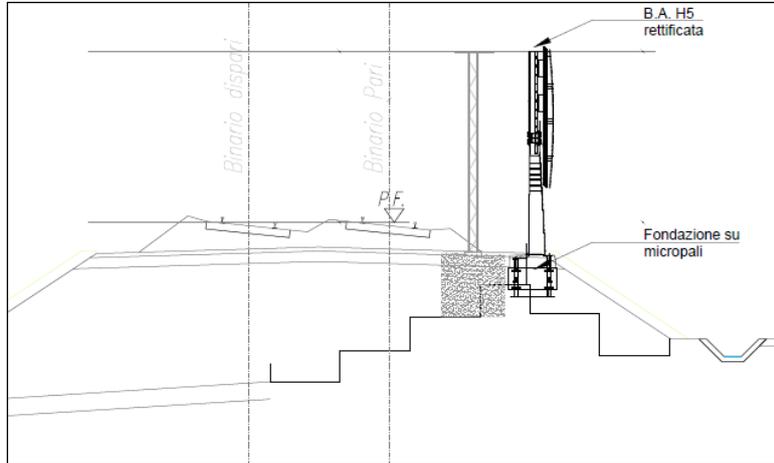
Le barriere previste sono fonoassorbenti con pannelli in acciaio inox, implementate in posizione verticale su apposito basamento in cls. Nei tratti in cui è previsto un muro antisvio, la barriera fonoassorbente viene montata direttamente sul muro antisvio, senza il basamento in calcestruzzo. Per quanto riguarda gli ambiti di fermata o di stazione, nei file di simulazione sono stati inseriti anche i muri e le pensiline previste nei relativi elaborati di dettaglio, cui si rimanda per i particolari. In presenza di muri di recinzione, le barriere sono montate direttamente su muro.

Di seguito si riportano gli schemi esemplificativi delle soluzioni adottate (sezione in rilevato).

Barriera acustica su muro di recinzione



Barriera acustica in assenza di muro di recinzione



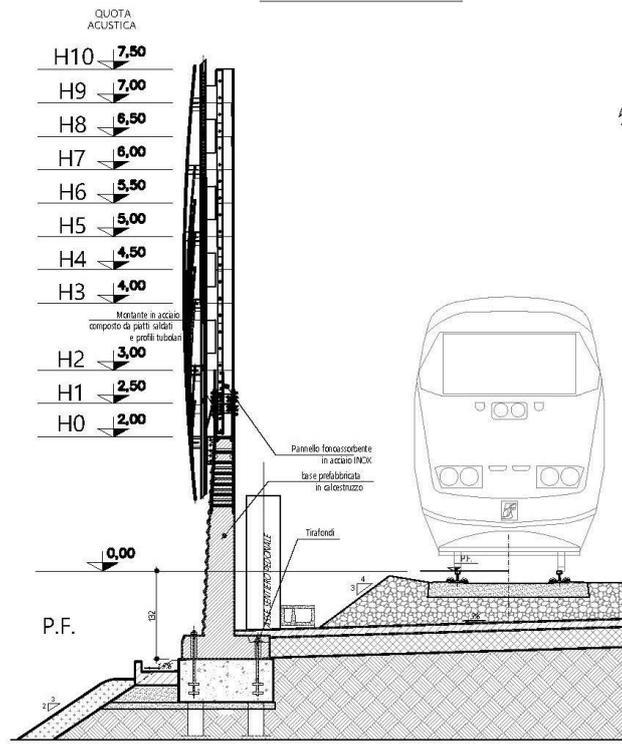
Il posizionamento dei pannelli fonoassorbenti lungo ogni tratto di intervento rispetta per quanto possibile le due misure seguenti:

- altimetricamente: tra +2.00 e +8.00 m sul P.F.
- 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 ad esempio i marciapiedi di fermata o di stazione. In tali ambiti il posizionamento delle barriere antirumore è stato adeguato anche nei file di simulazione acustica.

Nelle immagini seguenti sono riportate le sezioni ed i prospetti tipo dei diversi moduli previsti per le barriere antirumore su rilevato.

BARRIERA VERTICALE

SEZIONE TRASVERSALE



PANNELLI FONOASSORBENTI

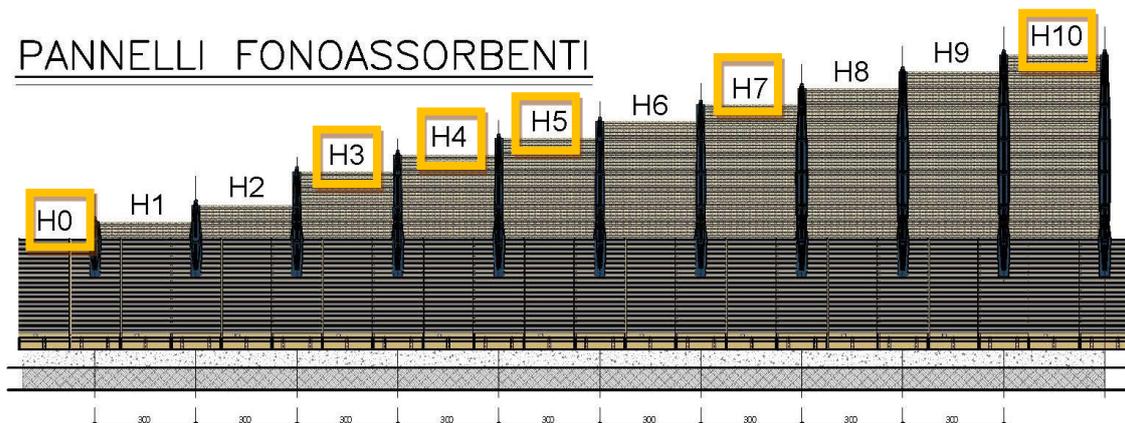


Figura 11.3-1 - Sezioni-tipo e prospetti dei moduli di barriera antirumore previsti nello Studio Acustico (evidenziati in rettangolo colore giallo)

Per alcune particolari situazioni, come le barriere montate sulle rampe dei sottopassi o quella montata sullo scavalco di via Ferrarirs, sono state utilizzate delle barriere verticali leggere. Di seguito le sezioni e i prospetti relativi a queste soluzioni. Nelle tabelle riassuntive degli interventi di mitigazione acustica (Tabella 12-1 e Tabella 12-2) sono riportati i tipologici utilizzati.

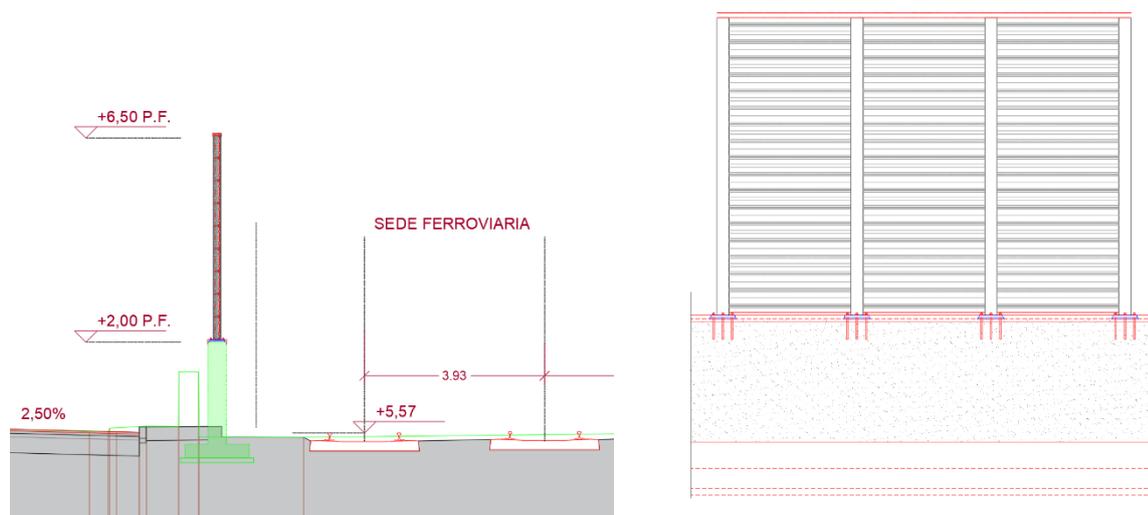


Figura 11.3-2 - Sezione e prospetto barriera Verticale Leggera

11.4 Gli interventi sugli edifici

11.4.1 Aeratore/estrattore di aria

Sulla base di quanto riportato al precedente paragrafo, per ricondurre almeno all'interno degli ambienti abitativi i livelli acustici entro specifici valori è quindi possibile intervenire direttamente sugli edifici esposti. La necessità di mantenere chiusi gli infissi per garantire il livello acustico all'interno dell'edificio al di sotto della normativa può avere conseguenze sulla trasmissione di calore e sulla corretta ventilazione degli ambienti interni. Gli aspetti che più frequentemente vengono infatti considerati come negativi, sono quelli relativi alla ventilazione ed al surriscaldamento dei locali nel periodo estivo.

Gli aeratori/estrattori di aria sono composti da due griglie, una interna ed una esterna, che permettono il passaggio di aria dall'esterno verso l'interno (e viceversa) e quindi la ventilazione del locale. Le tipologie di aeratore/estrattore possono essere:

- non chiudibile (ventilazione passiva) con ricircolo di aria naturale in continuo per effetto della differenza di pressione esterno/interno e senza usare sistemi meccanici di ventilazione;
- autoregolanti con membrana mobile sulla griglia interna o esterna;
- comandati con sistema manuale o elettrico, se l'aeratore è posto molto in alto, o quando si desidera una ventilazione automatica.

L'afflusso controllato di aria regola l'umidità nell'ambiente riducendo le necessità di riscaldamento.

In linea generale l'aeratore/estrattore di aria viene installato nella zona alta del serramento per evitare correnti di aria ad altezza uomo o in alternativa sulla vetratura o sul cassonetto. Esistono anche tipologie di aeratori a parete che possono essere installati in qualsiasi punto della parete a prescindere dalla localizzazione dell'infisso.

11.4.2 Sostituzione degli infissi

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

a) *Sostituzione dei vetri con mantenimento degli infissi esistenti*

Questa soluzione può essere utilizzata nel caso in cui si voglia ottenere un isolamento interno ad un edificio fra 28 e 33 dB rispetto al rumore in facciata e gli infissi 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 voglia 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 voglia 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 (oggi abrogata e non sostituita) si sono stabilite tre classi R1, R2 e R3 per classificare i serramenti esterni a seconda del diverso grado di isolamento acustico RW da questi offerto.

La classe R1 include le soluzioni in grado di garantire un RW compreso tra 20 e 27 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.

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.
-

Per il calcolo del clima acustico interno post installazione dei serramenti antirumore sono stati presi a riferimento per R1 un valore pari a 25 dBA, per R2 un valore pari a 30 dB(A) e per R3 un valore pari a 35 dB(A).

L'adozione di infissi antirumore o comunque la necessità di mantenere chiusi gli infissi può avere conseguenze in particolare sulla trasmissione di calore e sulla aerazione dei locali.

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

12 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.

Tabella 12-1 - Interventi di mitigazione acustica lungo il binario Dispari

BARRIERA	pk inizio	pk fine	lunghezza [m]	altezza da pf [m]	tipologico	note
BA_D_01	45+264	45+341	77	2,0	Verticale leggera	
BA_D_02	45+341	45+408	67	6,5	Verticale leggera	
BA_D_03	45+408	45+481	72	6,0 da pc	Verticale leggera	rampa sottopasso
BA_D_04	45+481	45+504	24	3,0	Verticale leggera	
BA_D_05	45+504	45+516	12	6,0	Verticale leggera	
BA_D_06	45+516	45+552	36	6,0	H7V	
BA_D_07	45+552	45+610	58	2,0	H0V	
BA_D_08	45+628	45+691	64	8,0	H10V	su cordolo
BA_D_09	45+691	45+711	21	8,0	H10V	su muro

Tabella 12-2 - Interventi di mitigazione acustica lungo il binario Pari

BARRIERA	pk inizio	pk fine	lunghezza [m]	altezza da pf [m]	tipologico	note
BA_P_01	44+375	44+459	84	4,0	H3V	
BA_P_02	44+706	44+857	175	2,0	H0V	
BA_P_03	45+165	45+319	158	7,5	H10V	su muro base cls con trattamento fonoassorbente
BA_P_04	45+319	45+341	23	4,5	Verticale leggera	su opera di scavalco base cls con trattamento fonoassorbente
BA_P_05	45+341	45+392	55	5,0	H5V	base cls con trattamento fonoassorbente

BARRIERA	pk inizio	pk fine	lunghezza [m]	altezza da pf [m]	tipologico	note
BA_P_06	45+392	45+433	43	7,5	H10V	
BA_P_07	45+433	45+458	26	4,5	H4V	
BA_P_08	45+458	45+482	24	2,0	H0V	
BA_P_09	45+482	45+514	34	2,0 da pc	Verticale leggera	rampa sottopasso
BA_P_10	45+514	45+556	42	4,0 da pc	Verticale leggera	rampa sottopasso
BA_P_11	45+556	45+632	76	4,0 da pc	Verticale leggera	
BA_P_12	45+632	45+669	36	4,0	Verticale leggera	
BA_P_13	45+669	45+729	65	3,0	Verticale leggera	

Le progressive pk sono approssimate al metro. Gli estremi della schermatura acustica indicati nella tabella, rappresentati graficamente ed indicati nelle *Planimetrie degli interventi di mitigazione acustica* (elaborati IV0H02D22P6IM0004003B÷4B), 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, ove non specificato altrimenti. 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, sono state prodotte le *Mappe Acustiche Isofoniche nello Scenario Post Mitigazione per i periodi Diurno e Notturno* (elaborato IV0H02D22N5IM0004003B) relative ad un'altezza da piano campagna pari a 4 metri.

Nella simulazione dello scenario Post Mitigazione sono state considerate anche le barriere previste dal Piano di Risanamento Acustico, che non verranno realizzate nell'ambito del presente progetto. Le barriere del PRA sono riportate nelle *Planimetrie degli interventi di mitigazione acustica* (elaborati IV0H02D22P6IM0004003B÷4B) con apposita simbologia. Nella fattispecie, al di fuori dell'ambito di progetto, sono stati considerati i seguenti interventi previsti nei Comuni di Savona, di Quiliano e di Vado Ligure: C.I. 009052002, C.I. 009052004, C.I. 009056030, C.I. 009056031, C.I. 009056034, C.I. 009056035. Di seguito la tavoletta che illustra gli interventi citati:



Figura 11.4-1 - Interventi del Piano di Risanamento Acustico previsti

Le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati sono riportate nell'elaborato Output del modello di simulazione cod. IV0H02D22TTIM0004001B. 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.

Come detto nel capitolo 5, alcuni ricettori in campo libero (h da piano campagna pari a 4m), sono stati collocati presso le aree di espansione residenziale, per ogni fascia di pertinenza ferroviaria interessate e, al di fuori delle fasce di pertinenza, per ogni classe di zonizzazione acustica. Con le Barriere Antirumore previste a protezione di tali ricettori, ne risulta garantito il rispetto dei limiti di norma.

Come detto invece nel capitolo 6, ulteriori ricettori in campo libero (h pari a 2m da p.c.). sono stati posizionati in corrispondenza delle aree naturali e dei parchi individuati, per ogni fascia di pertinenza ferroviaria interessate e, al di fuori delle fasce di pertinenza, per ogni classe di zonizzazione acustica. Viene garantito praticamente ovunque il rispetto dei limiti di norma.

Tuttavia, a seguito dell'analisi dei risultati delle simulazioni acustiche si sono evinti superamenti dei limiti in corrispondenza di sette edifici di cui:

- 2052 e 2055 posizionati in maniera da non poter essere mitigato completamente con intervento lungo la via di propagazione (Barriere Antirumore) causa estrema vicinanza, altezza

Per tali ricettori, oggetto di Intervento Diretto (di seguito ID), si è proceduto alla verifica della necessità o meno di sostituzione degli infissi attualmente in uso.

Si rimanda all'elaborato Output del modello di simulazione cod. IV0H02D22TTIM0004001B per l'analisi di dettaglio di ogni singolo ricettore.

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).

Tabella 12-3 - Ricettori con residui in facciata per cui sono previsti Interventi Diretti

Ricettore	Utilizzo	Piano fuori terra	Direzione	LIMITI in FACCIATA [dB(A)]		LIVELLI in FACCIATA POST MITIGAZIONE [dB(A)]		RESIDUI in FACCIATA [dB]		LIVELLI INTERNI [dB(A)]		LIMITE INTERNO [dB(A)]	RESIDUO INTERNO [dB]	TIPOLOGIA INFISSI
				D	N	D	N	D	N	D	N			
2052	Residenziale	1	NW	67	57	38,8	41,8	-	-	18,8	21,8	40	-	
2052	Residenziale	2	NW	67	57	40,8	43,7	-	-	20,8	23,7	40	-	
2052	Residenziale	3	NW	67	57	43,9	46,6	-	-	23,9	26,6	40	-	
2052	Residenziale	4	NW	67	57	47,0	49,7	-	-	27,0	29,7	40	-	
2052	Residenziale	5	NW	67	57	49,8	52,6	-	-	29,8	32,6	40	-	
2052	Residenziale	6	NW	67	57	53,2	56,2	-	-	33,2	36,2	40	-	
2052	Residenziale	7	NW	67	57	54,5	57,5	-	0,5	34,5	37,5	40	-	Esistenti
2052	Residenziale	8	NW	67	57	55,3	58,3	-	1,3	35,3	38,3	40	-	Esistenti
2055	Residenziale	1	NW	67	57	39,2	42,2	-	-	19,2	22,2	40	-	
2055	Residenziale	2	NW	67	57	41,4	44,3	-	-	21,4	24,3	40	-	
2055	Residenziale	3	NW	67	57	45,3	48,2	-	-	25,3	28,2	40	-	
2055	Residenziale	4	NW	67	57	48,3	51,2	-	-	28,3	31,2	40	-	
2055	Residenziale	5	NW	67	57	49,7	52,6	-	-	29,7	32,6	40	-	
2055	Residenziale	6	NW	67	57	52,0	54,9	-	-	32,0	34,9	40	-	
2055	Residenziale	7	NW	67	57	53,4	56,4	-	-	33,4	36,4	40	-	
2055	Residenziale	8	NW	67	57	54,3	57,3	-	0,3	34,3	37,3	40	-	Esistenti

Per i ricettori indicati in tabella, oggetto quindi di Intervento Diretto (individuabili nelle planimetrie *Planimetrie degli interventi di mitigazione acustica* - elaborati IV0H02D22P6IM0004003B-4B), 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.

In detti elaborati, sono inoltre indicate tutte le facciate (o partizioni di esse), anche quelle meno esposte, che presentano superamenti dai limiti.

I ricettori che presentano superamenti dei limiti in facciata sono elencati nell'elaborato *Relazione interventi diretti sui ricettori* (elaborato IV0H02D22RGIM0004003B), 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. IV0H02D22SHIM0004002B).