

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J31H9600000011

U.O. ARCHITETTURA, AMBIENTE E TERRITORIO

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

**QUADRUPPLICAMENTO CIAMPINO-CAPANNELLE E PRG CIAMPINO 2^A
FASE LATO ROMA**

ELABORATI A CARATTERE GENERALE

STUDIO ACUSTICO

Relazione Generale

SCALA:



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

NR45 00 R 22 RG IM0004 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva		02/2021		02/2021		02/2021	

File: NR4500R22RGIM0004001A.doc

INDICE

1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
2.1	Legge Quadro 447/95	5
2.2	D.P.R. 459/98	7
2.3	D.P.R. 142/04	8
2.4	Decreto per la predisposizione degli interventi antirumore da parte dei gestori delle infrastrutture (DM 29/11/2000)	10
3	CONCORSUALITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO	12
4	LIMITI ACUSTICI E APPLICAZIONE DELLE CONCORSUALITÀ	13
5	LIMITI ACUSTICI E AREE DI ESPANSIONE	16
6	LIMITI ACUSTICI E AREE NATURALISTICHE E PARCHI	18
7	LIMITI ACUSTICI E ZONIZZAZIONI ACUSTICHE DEI COMUNI INTERESSATI	19
8	CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM	20
8.1	Descrizione dei ricettori	20
8.1.1	Il censimento dei ricettori	20
8.2	Stima dei livelli acustici Ante Operam	22
9	GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	24
9.1	Illustrazione delle tecniche previsionali adottate	24
9.2	Dati di input del modello	25
9.2.1	Modello di esercizio	26
9.2.2	Emissioni dei rotabili	27
9.3	Caratterizzazione acustica della sorgente e taratura del modello di simulazione	28
10	CONSIDERAZIONI SUI LIVELLI SONORI ANTE MITIGAZIONE	30
11	METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO	31

11.1	Interventi alternativi di mitigazione del rumore ferroviario	31
11.2	Requisiti acustici	33
11.3	Descrizione delle barriere antirumore	34
11.4	Gli interventi sugli edifici	37
12	LE OPERE DI MITIGAZIONE SUL TERRITORIO E I LIVELLI ACUSTICI <i>POST MITIGAZIONE</i>	39

1 PREMESSA

Il presente documento contiene i risultati dello studio relativo all'impatto acustico prodotto dalla realizzazione del quadruplicamento ferroviario "Ciampino-Capannelle" e del "PRG di Ciampino 2^ fase Lato Roma".

Il progetto in particolare prevede la costruzione della nuova coppia di binari fra Capannelle e Ciampino, i connessi interventi di adeguamento della fermata attuale di Capannelle e delle opere d'arte esistenti nonché le modifiche del PRG di Ciampino necessarie a ricevere la nuova coppia di binari.

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. Come anticipato, 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 un numero limitato di ricettori per i quali non è risultata possibile la completa mitigazione con intervento alla sorgente (Barriere Antirumore), causa notevole altezza e/o breve distanza dalla Linea o causa impossibilità tecnica di collocazione delle barriere. Per tali ricettori, oggetto di Intervento



QUADRUPPLICAMENTO CIAMPINO-CAPANNELLE E PRG CIAMPINO
2^ FASE LATO ROMA

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA
ELABORATI A CARATTERE GENERALE

STUDIO ACUSTICO
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR45	00	R 22 RG	IM 00.04.001	A	4 di 47

Diretto, si è proceduto alla verifica della necessità o meno di sostituzione degli infissi attualmente in uso.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 Legge Quadro 447/95

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

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

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

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

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

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

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

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

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

I - AREE PARTICOLARMENTE PROTETTE

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	QUADRUPPLICAMENTO CIAMPINO-CAPANNELLE E PRG CIAMPINO 2^ FASE LATO ROMA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA ELABORATI A CARATTERE GENERALE					
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA NR45	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00.04.001	REV. A

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			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 evidenzi l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui recettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

nella quale:

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

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

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

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

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

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

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

3 CONCURSUALITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO

La verifica di concursualità, 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 concursuali.

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

La sorgente concursuale 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 l'infrastruttura stradale che può essere ritenuta concursuale è rappresentata dal Grande Raccordo Anulare di Roma (strada esistente di categoria B):

Le fasce di pertinenza considerate per tale infrastruttura (Fascia A 100 metri – Fascia B 250 metri), sono riportate nella Corografia (elaborato NR4500R22C5IM0004001A), nelle Planimetrie di censimento dei ricettori (elaborati NR4500R22P6IM0004001A÷4A) e nelle Planimetrie di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (elaborati NR4500R22P6IM0004005A÷8A).

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.

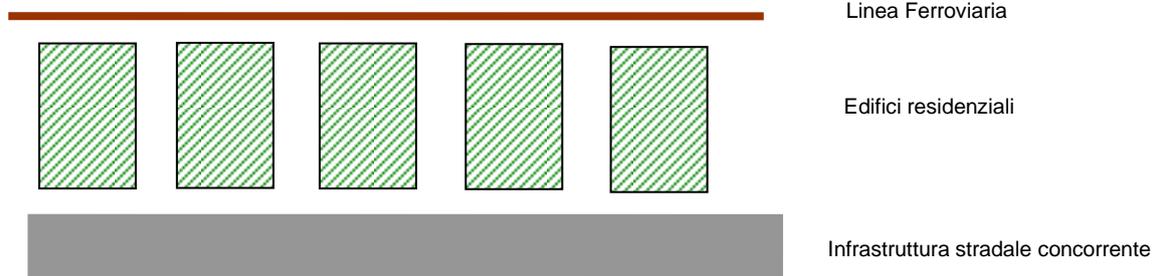
Per il tipo di ricettori, alcuni di essi assumono i limiti sia nel periodo diurno, sia nel periodo notturno, mentre altri nel solo periodo diurno: ciò perché il limite di riferimento è relativo al periodo in cui effettivamente l'edificio in questione è utilizzato in maniera continuativa.

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

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

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

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

Δ = riduzione egualmente ponderata dei singoli valori limite

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

Tabella B – Valori di soglia in presenza di sorgenti concorsuali

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

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

5 LIMITI ACUSTICI E AREE DI ESPANSIONE

Ai sensi del DPR 459/98, mediante l'analisi dei piani regolatori è stata eseguita una verifica delle aree di espansione (definite come ricettore nell'art.1, co.1, lett.e), che ricadono all'interno delle fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura in progetto e alle quali vanno applicati i limiti dettati da dette fasce, eventualmente decurtati del contributo di concorsualità. Nello specifico, dall'analisi è stata individuata la seguente area (campitura colore viola) riportata anche nelle Planimetrie di censimento dei ricettori e nelle Planimetrie di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (elaborati NR4500R22P6IM0004001A÷8A).



Figura 5-1- Area ATO R1 Capannelle, vista estesa

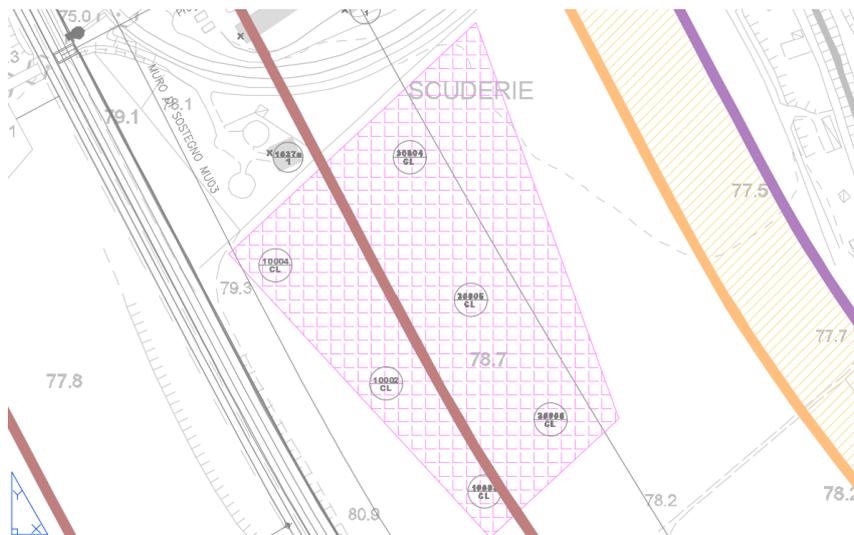


Figura 5-2- Area ATO R1 Capannelle vista ravvicinata

Trattasi dell'intervento urbanistico "ATO R1 Capannelle", sito nel Comune di Roma (X Municipio) in Via dello Scalo delle Capannelle.

In corrispondenza dell'area sono stati inseriti ricettori in campo libero, 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.

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.

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.

Pertanto, ricettori in campo libero (h pari a 2 metri da p.c.) sono stati posizionati in corrispondenza del Parco degli Acquadotti, al fine di verificare il rispetto dei limiti diurni. Sono state in particolare individuate aree fruibili (sentieri, percorsi).

Di seguito uno stralcio cartografico con l'indicazione del Parco (campitura arancio).

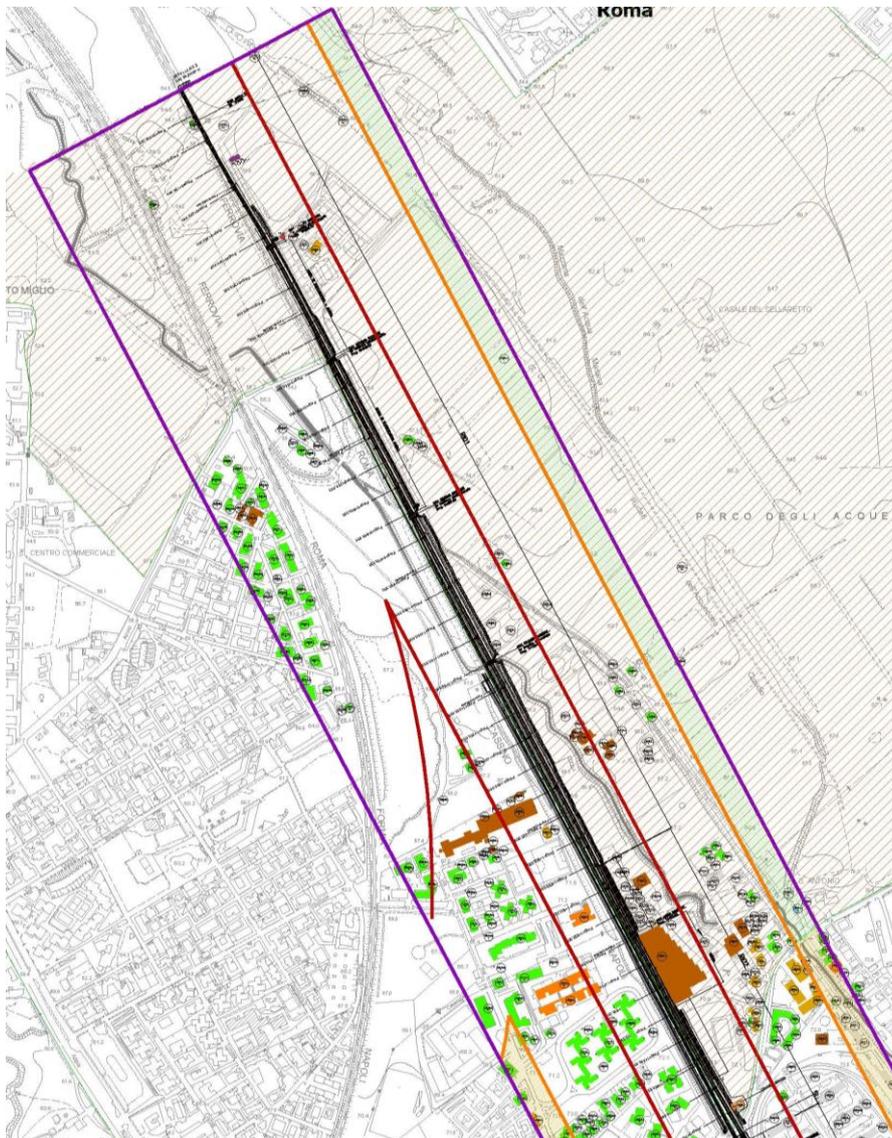


Figura 6-1 – Parco degli Acquadotti

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, entrambi i comuni interessati (Comune di Roma e Comune di Ciampino), sono provvisti di Piano di zonizzazione acustica. Nella tabella seguente si riporta lo stato di approvazione dei suddetti piani, aggiornato a novembre 2020.

<i>Comune</i>	<i>Delibera</i>
Comune di Ciampino	Delibera Consiglio Comunale 30 Settembre 2011 n. 63
Comune di Roma	Delibera Consiglio Comunale 29 Gennaio 2004 n. 12

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 NR4500R22P6IM0004001A÷8A).

Per quanto concerne la classificazione del territorio, in relazione alla tipologia di uso del prevalentemente residenziale o semiresidenziale, si riscontra la presenza per lo più di zone di classe III, con limiti acustici rispettivamente pari a 60 dB(A) di giorno e a 50 dB(A) di notte e zone di classe IV, con limiti acustici pari a 65 dB(A) di giorno e a 55 dB(A) di notte. Nella prima metà del tracciato si trova un'area in classe I, in corrispondenza del parco degli Acquadotti.

	QUADRUPPLICAMENTO CIAMPINO-CAPANNELLE E PRG CIAMPINO 2^ FASE LATO ROMA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA ELABORATI A CARATTERE GENERALE					
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA NR45	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00.04.001	REV. A

8 CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM

8.1 Descrizione dei ricettori

Il progetto si colloca nella zona sud est dell' hinterland romano e coinvolge i comuni di Roma e Ciampino.

Nel dettaglio l'intervento viene diviso in due lotti:

- Lotto 1.1: Quadruplicamento Linea
- Lotto 2.1: PRG Ciampino Radice Roma

Il Quadruplicamento consiste nell'affiancamento alla coppia di binari esistenti una nuova coppia di binari su un sedime ferroviario che per la maggior parte del tracciato è già stato realizzato e che è già proprietà delle ferrovie.

Il progetto del Lotto 1.1 inizia al km 7+805 (progetto km 0+000) con l'inserimento sull'attuale linea Roma – Cassino di un nuovo bivio "Capannelle" dal quale inizia il quadruplicamento della linea che termina all'altezza dell'Aeroporto ovvero alla progressiva Km 12+810 (progetto km 5+000) al limite del muro di linea di Ciampino la cui stazione fa parte del lotto 2.1 del progetto. Il progetto del PRG di Ciampino (Lotto 2.1) prevede le modifiche necessarie a ricevere la nuova coppia di binari del Quadruplicamento e nasce con l'obiettivo di ridurre i tempi e i costi di realizzazione dell'intervento di quadruplicamento.

Il tracciato si sviluppa in affiancamento alle linee "Castelli" e "Cassino" e interessa aree semi residenziali della località Capannelle per poi inoltrarsi nel tratto finale nel fitto tessuto urbano di Ciampino. Nel tratto iniziale la linea lambisce il Parco degli Acquadotti.

La sede ferroviaria è costituita da quadruplici binario che corre per lo più in rilevato. Nel tratto finale in Ciampino, lato nord, si segnala un tratto in trincea.

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 NR4500R22P6IM0004001A÷8A).

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

Tipologia dei ricettori

- Residenziale;
- Asili, scuole, Università;
- Industriale, artigianale;
- Commerciale, servizi;
- Monumentale, religioso;
- Ruederi, dismessi, box, 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 NR4500R22SHIM0004001A.

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 Ante Operam

Come precedentemente detto, il territorio attraversato dal tracciato di progetto interessa aree semi residenziali della località Capannelle per poi inoltrarsi nel tratto finale nel fitto tessuto urbano di Ciampino. Nel tratto iniziale la linea lambisce il Parco degli Acquadotti.

Ad oggi la sede ferroviaria di progetto è costituita da duplice binario, e il rilevato dedicato al quadruplicamento di progetto risulta in parte già realizzato.

All'interno delle fasce di pertinenza acustica, i rilievi effettuati per la taratura del modello di simulazione indicano come a brevi distanze dalla linea il clima acustico dell'area è caratterizzato sostanzialmente dal rumore ferroviario della Linea. Allontanandosi da questa, il rumore ferroviario scema.

A tal proposito si riportano tabella riepilogative con indicazione dei risultati ottenuti presso le postazioni di misura dei rilievi effettuati, ove poter discernere tra rumore di origine ferroviaria ($L_{eq,tr}$) e rumore residuo ($L_{eq,r}$). Vengono indicate anche le distanze dall'asse del binario più esterno. Il rumore ambientale ($L_{eq,a}$) è la somma dei due contributi $L_{eq,tr}$ e $L_{eq,r}$.

PR1	$L_{eq,TR}$	$L_{eq,R}$	$L_{eq,A}$
Giorno	67	62	68,2
Notte	64	52,5	64,3

Distanza dalla Linea: 7 m

PR2	$L_{eq,TR}$	$L_{eq,R}$	$L_{eq,A}$
Giorno	68,7	57,4	69
Notte	64	52,9	64,3

Distanza dalla Linea: 7,5 m

PS1	$L_{eq,TR}$	$L_{eq,R}$	$L_{eq,A}$
Giorno	50,1	56,1	57,1
Notte	44,1	51	51,8

Distanza dalla Linea: 100 m

PS2	$L_{eq,TR}$	$L_{eq,R}$	$L_{eq,A}$
Giorno	54	52,6	56,3
Notte	51,9	49,6	53,9

Distanza dalla Linea: 30 m

PS3	$L_{eq,TR}$	$L_{eq,R}$	$L_{eq,A}$
Giorno	59,8	53,8	60,8
Notte	55,1	46,5	55,7

Distanza dalla Linea: 48 m

PS4	$L_{eq,TR}$	$L_{eq,R}$	$L_{eq,A}$
Giorno	56,9	56	59,5
Notte	53,4	45,6	54,1

Distanza dalla Linea: 39 m

Si può supporre che il clima acustico Ante Operam a ridosso della fascia di pertinenza ferroviaria, oltre i 250 metri dal binario più esterno, sia rappresentato dal piano di classificazione acustica stilato dal Comune di Roma (Paragrafo 7), dall'analisi del quale, nell'area di studio, si riscontra la presenza per lo più di zone di classe III, con limiti acustici rispettivamente pari a 60 dB(A) di giorno e a 50 dB(A) di notte e zone di classe IV, con limiti acustici pari a 65 dB(A) di giorno e a 55 dB(A) di notte. Nella prima metà del tracciato si trova un'area in classe I, in corrispondenza del parco degli Acquedotti.

Si sottolinea come a detti livelli acustici contribuiscano anche infrastrutture viarie, in primis il Grande Raccordo Anulare, per gli intorno del quale il Piano di zonizzazione acustica non prevede classe acustica dedicata. Altri contributi al clima acustico ambientale sono senza dubbio apportati dalle viabilità minori interferenti e, nel centro di Ciampino, dalla viabilità urbana.

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 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 progetto definitivo e dalle planimetrie, profili e sezioni di progetto. I dati territoriali sono stati verificati mediante i sopralluoghi in campo effettuati nel corso di elaborazione del censimento dei ricettori.

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

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

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

- Punti quota
- Curve di livello
- Bordi stradali

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

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 riassunto nella tabella seguente.

Modello di esercizio scenario di progetto

Servizio	Tipologia materiale	Linea	Lunghezza max [m]	Velocità [km/h]	Diurni 6 – 22	Notturni 22 – 6	Totale
Regionale FL4	Jazz, Vivalto, Rock 6 casse	Castelli	180 m	105	70	0	70
Regionale FL6	Vivalto, Rock 6 casse	Cassino	250 m	105	100	0	100
LP	nd	Cassino	400 m	110	15	0	15
Merci	PC80	Cassino	750	100	15	15	30

È stato reperito anche il MdE su altra Linea (tratta Roma Tuscolana - Torricola), che si sviluppa, nel tratto iniziale, all'interno delle fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura in progetto e pertanto rappresenta una sorgente di studio interferente.

Il Modello di Esercizio relativo a tale Linea è riassunto nella tabella seguente ed è ricavato da analisi dei PIC di Linea.

Modello di esercizio di progetto (Tuscolana - Torricola)

Linea Ferroviaria	Servizio	Velocità [km/h]	N. Treni Diurni 6 – 22	N. Treni Notturni 22 – 6	Totale N.treni
Linea Roma-Formia	Regionale	105	114	15	129
	LP	110	34	4	38
	Merci	100	15	10	25

	QUADRUPPLICAMENTO CIAMPINO-CAPANNELLE E PRG CIAMPINO 2^ FASE LATO ROMA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA ELABORATI A CARATTERE GENERALE					
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	COMMESSA NR45	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00.04.001	REV. A

9.2.2 Emissioni dei rotabili

Le emissioni sonore da associare ad ogni tipologia di convoglio ferroviario previsto nel Modello di Esercizio di progetto sono state ricavate da una campagna di rilievi fonometrici appositamente eseguita nell'ambito della Linea attuale (doppio binario: "Linea Castelli" e "Linea Cassino"), su due tratte (sezioni) differenti.

Tale campagna ha permesso:

- La caratterizzazione acustica delle diverse tipologie di materiale rotabile ad oggi in esercizio sull'attuale linea ferroviaria, con l'individuazione di due "Punti di Riferimento" (sezione 1: PR1 – sezione 2: PR2) posti in prossimità del binario di corsa.
- La taratura del modello di simulazione acustica, con l'individuazione, di quattro "Punti Significativi" (sezione 1: PS1 e PS2 – sezione 2: PS3 e PS4) posti in corrispondenza di altrettanti ricettori, a distanze crescenti dall'infrastruttura ferroviaria.

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

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

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

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

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

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

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.

Emissioni Treni

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(A)
	D	N	TOT			
REG MET	372	37	409	87,9	86,9	1,0
REG	5	0	5	92,9	92,3	0,6
IC	2	2	4	93,0	94,9	-1,9
Merci	5	2	7	103,4	102,5	0,9

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.

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

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

Sezione	punti di misura e controllo	Valori misurati		Valori simulati		Scarti simulati-misurati	
		Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n
1	PR1	67	64	67,9	64,2	0,9	0,2
	PS1	50,1	44,1	48,7	45,6	-1,4	1,5
	PS2	54	51,9	54,8	51,8	0,8	-0,1
2	PR2	68,7	64	69,4	64,1	0,7	0,1
	PS3	59,8	55,1	60,9	55,6	1,1	0,5
	PS4	56,9	53,4	59,4	54	2,5	0,6
<i>media degli scarti sui punti PS</i>						0,8	0,6

Per i Punti di Riferimento PR, si osservano lievi sovrastime (contenute comunque ovunque entro 1 dB), consentendo pertanto di poter operare di fatto in condizioni cautelative.

In corrispondenza dei Punti di Controllo PS si osserva un'ottima corrispondenza dei valori simulati rispetto a quelli misurati (con differenze ovunque inferiori a 2,5 dBA e con medie degli scarti non significative, contenute entro 1 dBA). Anche presso questi punti si osservano in genere lievi sovrastime nel periodo di riferimento notturno, dimensionante le opere di mitigazione acustica (condizione cautelativa).

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.

Per una visualizzazione cromatica dei livelli sonori lungo tutto il tracciato, sono state prodotte le Mappe Acustiche Isofoniche (elaborati NR4500R22N5IM0004001-2A), relative ad un'altezza da piano campagna pari a 4 metri.

Le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati sono invece riportate nell'elaborato Output del modello di simulazione cod. NR4500R22TTIM0004001A. All'interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato.

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)

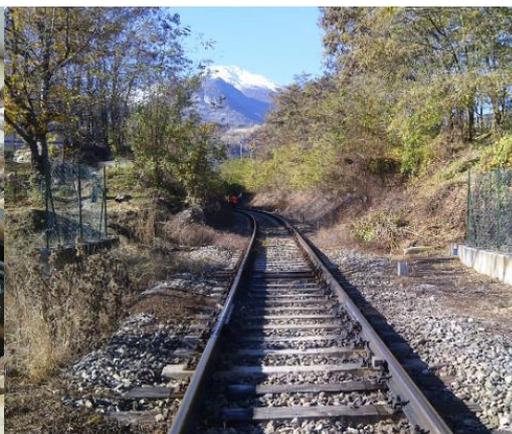


Ammortizzatori Van Uuden (Foto: Van Uuden, 2012)

- 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>

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)

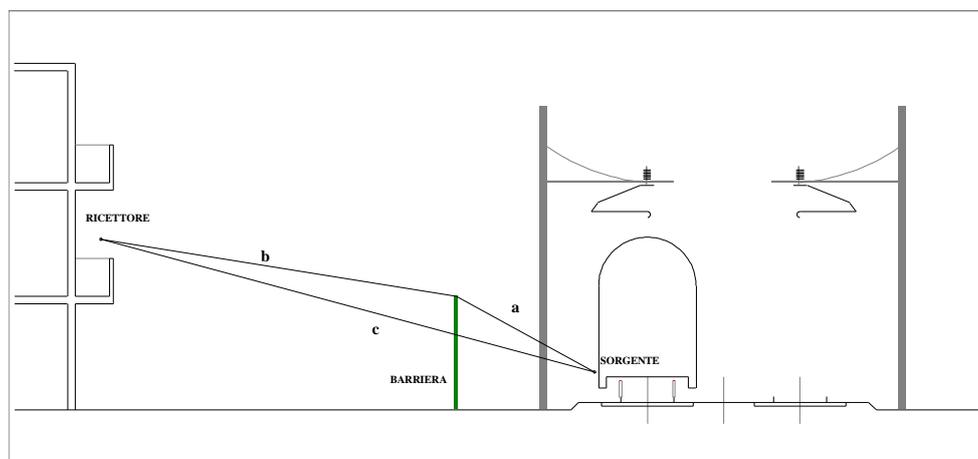


Figura 11-1- Propagazione onda sonora

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

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

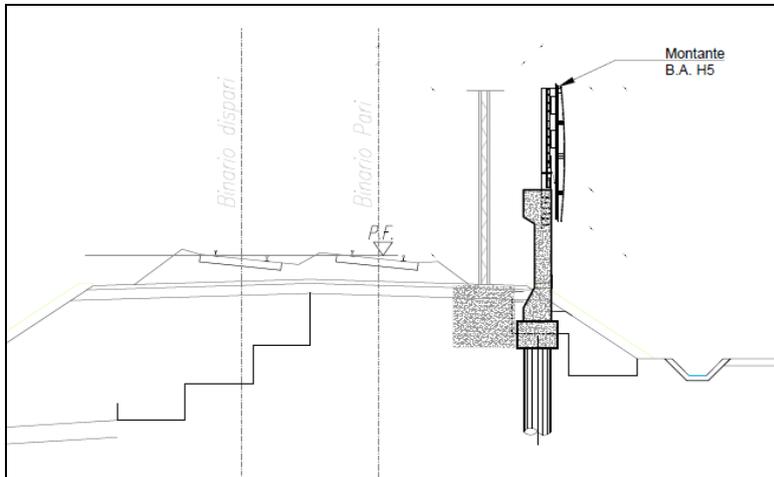
11.3 Descrizione delle barriere antirumore

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

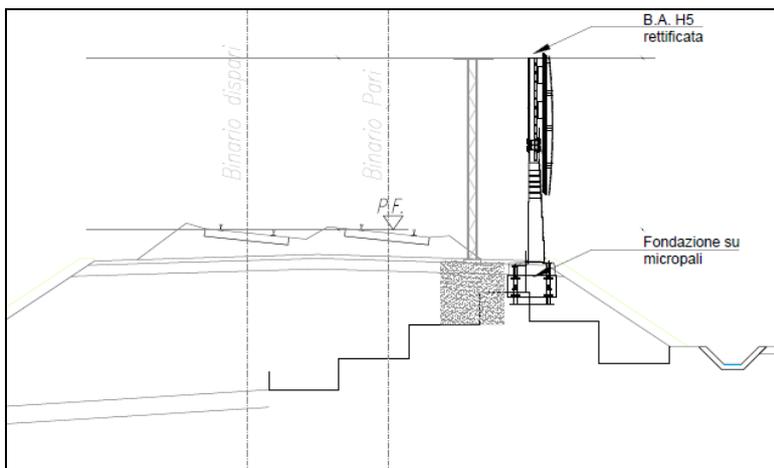
Le barriere previste sono fonoassorbenti con pannelli in acciaio inox, posizionate (in posizione verticale) su apposito basamento in cls.

Di seguito si riportano gli schemi esemplificativi delle soluzioni adottate e sopra descritte (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:

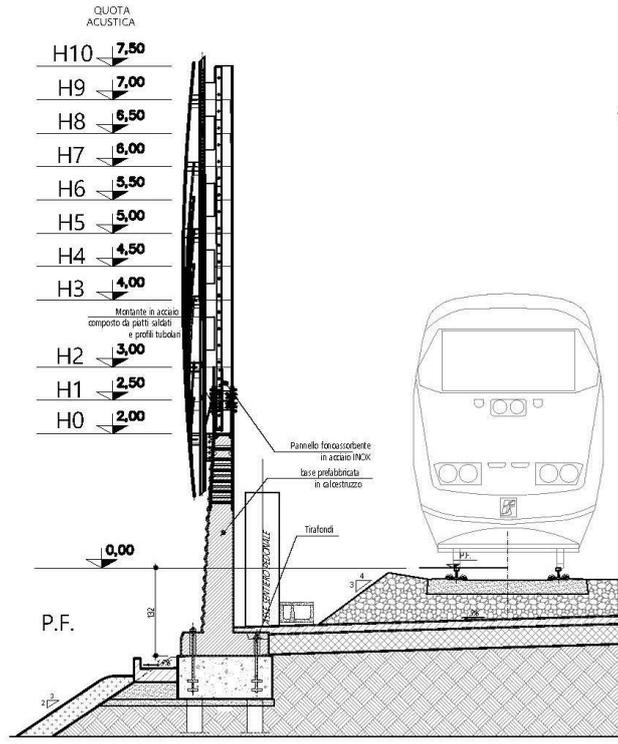
- altimetricamente: +2.00 m sul P.F.
- planimetricamente: distanza minima del montante dall'asse del binario più vicino pari a 4 m; tale distanza può essere modificata in presenza di situazioni particolari, come ad esempio i marciapiedi di fermata o di stazione. In tali ambiti il posizionamento delle barriere antirumore è stato adeguato anche nei file di simulazione acustica.

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.

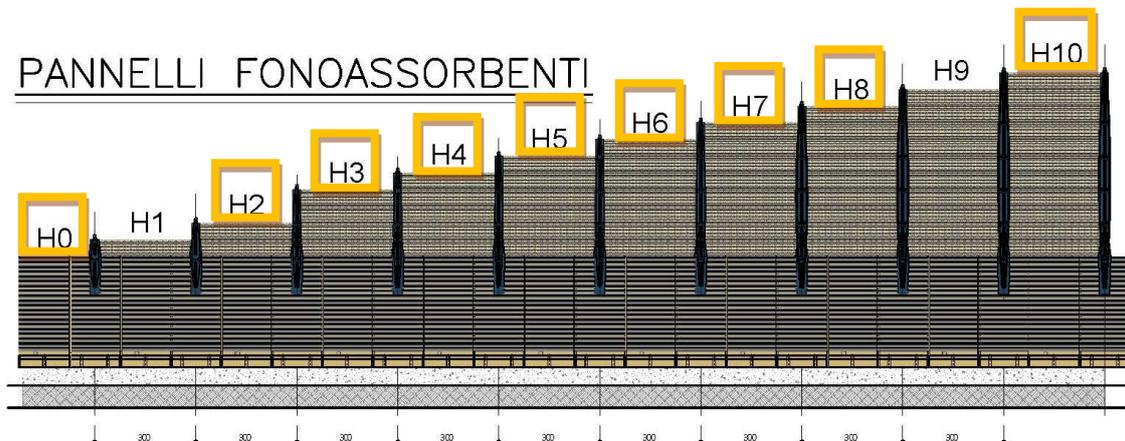
Nelle immagini seguenti sono riportate le sezioni ed i prospetti tipo dei diversi moduli previsti per le barriere antirumore su rilevato.

BARRIERA VERTICALE

SEZIONE TRASVERSALE



PANNELLI FONOASSORBENTI



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

In Ciampino, nel tratto finale, le Barriere sono state collocate in testa alla trincea ad U, per sfruttare anche la schermatura della parete della trincea stessa. La descrizione tecnica di tali interventi è riportata nei relativi elaborati progettuali di dettaglio delle Opere Civili, cui si rimanda per i particolari.

11.4 Gli interventi sugli edifici

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

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

a) Sostituzione dei vetri con mantenimento degli infissi esistenti

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

b) Sostituzione delle finestre

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

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

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

c) Realizzazione di doppie finestre

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

Con riferimento a quanto la Norma (oggi abrogata e non sostituita) UNI 8204 indicava, si sono stabilite tre classi R1, R2 e R3 per classificare i serramenti esterni a seconda del diverso grado di isolamento acustico RW da questi offerto.

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

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

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

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

- Vetro semplice con lastra di medio spessore (4÷6 mm), e guarnizioni addizionali. Doppio vetro con lastre di limitato spessore (3 mm), e distanza tra queste di almeno 40 mm.
-

CLASSE R2 - $27 \leq RW \leq 35$ dBA

- Vetro semplice con lastra di elevato spessore (8÷10 mm) e guarnizioni addizionali. Vetro stratificato antirumore con lastra di medio/elevato spessore (6÷8 mm) e guarnizioni addizionali.
 - Doppio vetro con lastre di medio spessore (4÷6 mm) guarnizioni addizionali e distanza tra queste di almeno 40 mm.
 - Doppia finestra con vetri semplici di spessore medio (4÷6 mm) senza guarnizioni addizionali.
-

CLASSE R3 - $RW > 35$ dBA

- Vetro stratificato antirumore di elevato spessore (10÷12 mm) e guarnizioni addizionali. Vetro camera con lastre di medio spessore (4÷6 mm), camera d'aria con gas fonoisolante e guarnizioni addizionali.
 - Doppia finestra con vetri semplici di spessore medio (4÷6 mm) e distanza tra le lastre di almeno 100 mm.
-

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

Gli aspetti che più frequentemente vengono infatti considerati come negativi, sono quelli relativi alla ventilazione ed al surriscaldamento dei locali nel periodo estivo. Ne consegue che gli infissi fonoisolanti dovranno essere dotati anche di aeratori che dovranno garantire il ricambio di aria necessario.

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.

Codice BA	Lato Linea	Lunghezza [m]	Altezza da p.f. [m]	Standard RFI	pk inizio	pk fine	Note
BA-P-01	Castelli	186	3,0	H2	0+575	0+760	
BA-D-01	Cassino	138	5,0	H5	0+670	0+810	
BA-D-02	Cassino	117	4,5	H4	0+950	1+070	
BA-D-03	Cassino	312	6,0	H7	1+140	1+450	
BA-P-02	Castelli	210	7,5	H10	1+190	1+400	
BA-P-03	Castelli	84	5,0	H5	1+400	1+485	
BA-P-04	Castelli	651	7,5	H10	1+485	2+135	
BA-D-04	Cassino	201	5,5	H6	1+505	1+705	147 m su muro
BA-D-05	Cassino	252	5,0	H5	1+835	2+090	147 m su muro
BA-D-06	Cassino	72	2,0	H0	2+090	2+160	
BA-P-05	Castelli	56	5,5	H6	2+235	2+290	
BA-D-07	Cassino	315	4,0	H3	2+505	2+820	
BA-D-08	Cassino	66	4,0	H3	3+585	3+650	interlinea
BA-D-09	Cassino	198	4,0	H3	3+625	3+825	
BA-P-06	Castelli	195	4,0	H3	3+590	3+785	39 m su viadotto
BA-P-07	Castelli	102	4,0	H3	4+850	4+955	
BA-D-10	Cassino	123	3,0	H2	4+950	5+070	51 m su muro
BA-D-11	Cassino	225	5,0	H5	5+070	5+295	195 m su muro
BA-D-12	Cassino	141	4,5	H4	5+295	5+435	
BA-D-13	Cassino	189	6,5	H8	5+435	5+625	33 m su muro
BA-D-14	Cassino	172	7,5	H10	5+625	5+800	muro
BA-P-08	Castelli	375	7,5	H10	5+655	6+015	18 m su muro
BA-D-15	Cassino	77	6,5	H8	5+800	5+875	17 m su muro
BA-D-16	Cassino	49	5,3 (da p.c.)	H3	5+875	5+925	trincea
BA-D-17	Cassino	201	7,8 (da p.c.)	H8	5+925	6+125	trincea

Le progressive pk sono approssimate ai 5 metri. Gli estremi della schermatura acustica indicati nella tabella, rappresentati graficamente ed indicati nelle *Planimetrie degli interventi di mitigazione acustica* (elaborati NR4500R22P6IM0004005A÷8A), 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 i dettagli del posizionamento su linea delle BA si rimanda agli elaborati progettuali delle Opere Civili.

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

Per una visualizzazione cromatica dei livelli sonori lungo tutto il tracciato per lo scenario Post Mitigazioni, sono state prodotte le Mappe Acustiche Isofoniche (elaborati NR4500R22N5IM0004003A-4A), 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 cod. NR4500R22TTIM0004001A. All'interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato.

Come si evince dai dati riportati negli Output del modello di calcolo, a fronte del dimensionamento proposto degli interventi di mitigazione acustica lungo linea è possibile abbattere considerevolmente i livelli sonori prodotti con la realizzazione del progetto in esame.

Tuttavia, considerata la particolare morfologia del territorio attraversato, a causa della prossimità alla linea ferroviaria di alcuni edifici di notevole altezza e considerata l'impossibilità tecnica di collocazione di BA in alcuni tratti, si riscontrano superamenti dei limiti in corrispondenza di quei ricettori per i quali non è risultata possibile la completa mitigazione con intervento lungo linea (Barriere Antirumore). Per tali ricettori, oggetto di Intervento Diretto, si è proceduto pertanto alla verifica della necessità o meno di sostituzione degli infissi attualmente in uso.

Si rimanda all'elaborato Output del modello di simulazione cod. NR4500R22TTIM0004001A per l'analisi di dettaglio di ogni singolo ricettore.

In caso di ricettori con più facciate potenzialmente impattate dalla linea di progetto e/o in corrispondenza delle quali si sono rese necessarie verifiche del clima acustico, sono stati collocati punti di controllo identificabili con suffisso "_x" (con "x" carattere alfanumerico). Attraverso l'informazione inserita nella colonna "Orient." è agevole l'individuazione dell'orientamento della facciata simulata.

Come detto nel cap.5, alcuni ricettori in campo libero (h da piano campagna pari a 4m), sono stati collocati presso l'area di espansione residenziale dell'intervento urbanistico "ATO R1 Capannelle". Tali ricettori sono identificabili con la codifica 10002—3-4 (Fascia A) e 30004-5-6 (Fascia B). Con la Barriera Antirumore prevista a protezione di tali ricettori, ne risulta garantito il rispetto dei limiti di norma.

Come detto invece nel cap.6, ulteriori ricettori in campo libero (h pari a 2m da p.c.) sono stati posizionati in corrispondenza del Parco degli Acquedotti. Trattasi dei ricettori 10001 (fascia A, immediatamente a ridosso della fascia di pertinenza ferroviaria), 30001-2-3 (Fascia B, percorsi), 50001-2 (fuori fascia di pertinenza acustica, aree in Classe I, secondo la

Zonizzazione Acustica del Comune di Roma). Viene garantito praticamente ovunque il rispetto dei limiti di norma.

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

Id. edificio	Piano edificio	Destinaz. d'uso	Limiti		Livelli PM		Eccedenze	
			LimD dB(A)	LimN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)	LD,diff dB	LN,diff dB
1059	piano 1	Residenz.	70	60	59,2	60,3		0,3
1096	piano 3	Residenz.	70	60	59,3	59,9		-0,1
1096	piano 4	Residenz.	70	60	60,5	60,8		0,8
1115	piano 2	Residenz.	70	60	60,3	61,2		1,2
1135	piano 2	Residenz.	70	60	62,3	63,3		3,3
1135	piano 3	Residenz.	70	60	69,5	70,4		10,4
2032	PT	Scuola	50	-	52,6	53,5	2,6	
2033	PT	Scuola	50	-	50,6	51,5	0,6	
2033	piano 1	Scuola	50	-	51,7	52,6	1,7	
2034	PT	Scuola	50	-	50,6	51,5	0,6	
2035	piano 4	Residenz.	70	60	58,6	59,6		-0,4
2035	piano 5	Residenz.	70	60	60,2	61,2		1,2
2035	piano 6	Residenz.	70	60	61,5	62,6		2,6
2035	piano 7	Residenz.	70	60	63,4	64,3		4,3
2035_2	piano 6	Residenz.	70	60	58,9	59,9		-0,1
2035_2	piano 7	Residenz.	70	60	60,4	61,5		1,5
2035_3	piano 7	Residenz.	70	60	58,6	59,7		-0,3
2069	piano 3	Residenz.	70	60	59,5	60,6		0,6
2071	piano 2	Residenz.	70	60	61,1	62,3		2,3
2073	piano 2	Residenz.	70	60	61,3	62,5		2,5
2073	piano 3	Residenz.	70	60	64,9	66,2		6,2
2073	piano 4	Residenz.	70	60	68,1	69,4		9,4
2073	piano 5	Residenz.	70	60	69,1	70,3		10,3
2073	piano 6	Residenz.	70	60	69,3	70,3		10,3
2074	piano 5	Residenz.	70	60	58,5	59,7		-0,3
2074	piano 6	Residenz.	70	60	59,7	60,9		0,9
2077	piano 1	Residenz.	70	60	58,4	59,6		-0,4
2077	piano 2	Residenz.	70	60	64,2	65,4		5,4
2077	piano 3	Residenz.	70	60	68,3	69,6		9,6

Id. edificio	Piano edificio	Destinaz. d'uso	Limiti		Livelli PM		Eccedenze	
			LimD dB(A)	LimN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)	LD,diff dB	LN,diff dB
2077	piano 4	Residenz.	70	60	70,1	71,2	0,1	11,2
2077_2	piano 2	Residenz.	70	60	60,4	61,6		1,6
2077_2	piano 3	Residenz.	70	60	64,8	66,0		6,0
2077_2	piano 4	Residenz.	70	60	67,3	68,4		8,4
2077_2	piano 5	Residenz.	70	60	67,5	68,6		8,6
2078	piano 3	Residenz.	70	60	58,7	59,9		-0,1
2078	piano 4	Residenz.	70	60	60,8	62,0		2,0
2079	piano 2	Residenz.	70	60	61,8	63,0		3,0
2079	piano 3	Residenz.	70	60	65,9	67,1		7,1
2079	piano 4	Residenz.	70	60	67,3	68,4		8,4
2079	piano 5	Residenz.	70	60	67,8	68,8		8,8
2079_2	piano 2	Residenz.	70	60	61,5	62,7		2,7
2079_2	piano 3	Residenz.	70	60	65,6	66,8		6,8
2079_2	piano 4	Residenz.	70	60	67,6	68,6		8,6
2079_2	piano 5	Residenz.	70	60	68,0	69,1		9,1
2082	piano 3	Residenz.	70	60	60,6	61,8		1,8
2082	piano 4	Residenz.	70	60	63,2	64,4		4,4
2082	piano 5	Residenz.	70	60	64,0	65,1		5,1
2083	PT	Residenz.	70	60	60,3	61,4		1,4
2083	piano 1	Residenz.	70	60	62,1	63,2		3,2
2083	piano 2	Residenz.	70	60	63,8	65,0		5,0
2083	piano 3	Residenz.	70	60	66,0	67,1		7,1
2085	piano 1	Residenz.	70	60	58,7	59,8		-0,2
2085	piano 2	Residenz.	70	60	61,0	62,2		2,2
2085	piano 3	Residenz.	70	60	62,0	63,2		3,2
2086	PT	Residenz.	70	60	61,3	62,5		2,5
2086	piano 1	Residenz.	70	60	62,6	63,8		3,8
2089	piano 2	Residenz.	70	60	59,7	60,9		0,9
2089	piano 3	Residenz.	70	60	60,5	61,7		1,7
2089	piano 4	Residenz.	70	60	61,3	62,5		2,5
2089	piano 5	Residenz.	70	60	62,0	63,2		3,2
2090	PT	Residenz.	70	60	59,1	60,2		0,2
2090	piano 1	Residenz.	70	60	60,8	61,9		1,9
2090	piano 2	Residenz.	70	60	61,9	63,0		3,0

Id. edificio	Piano edificio	Destinaz. d'uso	Limiti		Livelli PM		Eccedenze	
			LimD dB(A)	LimN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)	LD,diff dB	LN,diff dB
2090	piano 3	Residenz.	70	60	63,1	64,2		4,2
2090	piano 4	Residenz.	70	60	64,0	65,2		5,2
2090	piano 5	Residenz.	70	60	65,2	66,4		6,4
3213	piano 3	Residenz.	65	55	54,8	55,8		0,8
3213	piano 4	Residenz.	65	55	55,7	56,8		1,8
3218	piano 3	Residenz.	65	55	54,4	55,4		0,4
3218	piano 4	Residenz.	65	55	55,5	56,5		1,5
3219	piano 4	Residenz.	65	55	54,3	55,2		0,2
4013	piano 6	Residenz.	65	55	53,7	54,6		-0,4
4013	piano 7	Residenz.	65	55	54,3	55,3		0,3
4032	PT	Casa di cura	50	40	48,2	49,0		9,0
4032	piano 1	Casa di cura	50	40	49,8	50,6	-0,2	10,6
4032	piano 2	Casa di cura	50	40	50,6	51,4	0,6	11,4
4032	piano 3	Casa di cura	50	40	51,5	52,4	1,5	12,4
4032	piano 4	Casa di cura	50	40	52,8	53,7	2,8	13,7
4032	piano 5	Casa di cura	50	40	53,5	54,5	3,5	14,5
4035	piano 4	Residenz.	65	55	54,1	55,3		0,3
4036	piano 2	Residenz.	65	55	53,9	55,1		0,1
4036	piano 3	Residenz.	65	55	54,6	55,8		0,8
4039	piano 2	Residenz.	65	55	53,5	54,6		-0,4
4039	piano 3	Residenz.	65	55	54,0	55,1		0,1
4040	piano 1	Residenz.	65	55	53,6	54,8		-0,2
4040	piano 2	Residenz.	65	55	54,3	55,4		0,4
4040	piano 3	Residenz.	65	55	55,1	56,2		1,2
4040	piano 4	Residenz.	65	55	56,0	57,1		2,1
4040	piano 5	Residenz.	65	55	55,7	56,8		1,8
4040	piano 6	Residenz.	65	55	56,3	57,4		2,4
4040	piano 7	Residenz.	65	55	56,6	57,7		2,7
4040	piano 8	Residenz.	65	55	57,1	58,2		3,2
4067	piano 3	Residenz.	65	55	53,6	54,9		-0,1
4067	piano 4	Residenz.	65	55	55,4	56,6		1,6
4067	piano 5	Residenz.	65	55	56,6	57,8		2,8
4095	piano 4	Residenz.	65	55	54,2	55,4		0,4
4100	piano 1	Residenz.	65	55	53,9	55,1		0,1

Id. edificio	Piano edificio	Destinaz. d'uso	Limiti		Livelli PM		Eccedenze	
			LimD dB(A)	LimN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)	LD,diff dB	LN,diff dB
4100	piano 2	Residenz.	65	55	55,7	57,0		2,0
4100	piano 3	Residenz.	65	55	57,1	58,3		3,3
4100	piano 4	Residenz.	65	55	58,4	59,6		4,6
4100_2	piano 1	Residenz.	65	55	53,7	54,9		-0,1
4100_2	piano 2	Residenz.	65	55	56,1	57,3		2,3
4100_2	piano 3	Residenz.	65	55	57,3	58,4		3,4
4100_2	piano 4	Residenz.	65	55	58,3	59,4		4,4

Per i ricettori indicati in tabella, oggetto quindi di Intervento Diretto (individuabili nelle planimetrie *Planimetrie degli interventi di mitigazione acustica* - elaborati NR4500R22P6IM0004005A÷8A), 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 planimetrici, sono inoltre indicate tutte le facciate (o partizioni di esse), anche quelle meno esposte, che presentano superamenti dai limiti, discriminando tra quelle che necessitano di sostituzione degli infissi, di installazione di aeratore in facciata e estrattore interno (ambienti con limiti interni non garantiti) e quelle invece per le quali è sufficiente l'installazione di aeratore ed estrattore (ambienti nei quali è garantito il rispetto dei limiti interni di legge con gli infissi ad oggi esistenti).

Si procede in ultima analisi alla verifica dei livelli sonori in facciata presso i ricettori ricadenti in area di pertinenza acustica ferroviaria della Linea in progetto, ma allo stesso tempo frontisti la Linea Roma Tuscolana - Torricola, che si sviluppa, nel tratto iniziale, all'interno delle fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura in progetto e che pertanto rappresenta necessariamente una sorgente di studio interferente.

Dall'analisi dei livelli di Output si riscontrano eccedenze presso tali edifici. La tabella seguente (all'interno della quale si riportano i contributi globali e quelli della sola "Linea Tuscolana-Torricola"), però indica come tali superamenti siano da imputare sostanzialmente al rumore dei convogli sulla Linea Tuscolana - Torricola, con differenze tra "Livelli Totali" e "Livelli solo Linea Tuscolana - Torricola" per lo più risibili, comunque sempre contenute entro 3 dBA.

Ric.	Piano	Limiti		Livelli TOTALI		Livelli Tuscolana-Torricola		Differenze	
		LimD dB(A)	LimN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)
2009	PT	70	60	65,1	63,7	64,9	63,3	0,2	0,4
2009a	PT	65	55	59,8	58,6	59,2	57,6	0,6	1,0
2009a	piano 1	65	55	62,0	60,8	61,4	59,8	0,6	1,0
2010	PT	70	60	66,3	64,9	66,2	64,5	0,1	0,4
2011	PT	70	60	68,0	66,6	67,7	66,1	0,3	0,5
2011	piano 1	70	60	69,8	68,4	69,6	68,0	0,2	0,4

Ric.	Piano	Limiti		Livelli TOTALI		Livelli Tuscolana-Torricola		Differenze	
		LimD dB(A)	LimN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)
2011	piano 2	70	60	70,8	69,3	70,6	69,0	0,2	0,3
2011	piano 3	70	60	71,0	69,5	70,8	69,2	0,2	0,3
2011a	PT	65	55	55,2	54,3	54,3	52,7	0,9	1,6
2011a	piano 1	65	55	55,9	55,2	54,5	52,9	1,4	2,3
2011a	piano 2	65	55	56,9	56,3	55,2	53,6	1,7	2,7
2011b	PT	65	55	54,9	54,1	53,7	52,0	1,2	2,1
2011b	piano 1	65	55	56,8	56,1	55,4	53,8	1,4	2,3
2011b	piano 2	65	55	57,9	57,4	56,2	54,6	1,7	2,8
2012	PT	70	60	69,8	68,3	69,6	68,0	0,2	0,3
2012	piano 1	70	60	72,9	71,4	72,8	71,2	0,1	0,2
2012	piano 2	70	60	73,0	71,4	72,9	71,2	0,1	0,2
2013	PT	70	60	60,8	59,6	60,3	58,6	0,5	1,0
2013	piano 1	70	60	62,0	60,7	61,4	59,8	0,6	0,9
2013_2	PT	70	60	56,5	55,5	55,8	54,1	0,7	1,4
2013_2	piano 1	70	60	58,0	57,0	57,1	55,4	0,9	1,6
2015a	PT	65	55	53,4	52,9	51,7	50,0	1,7	2,9
2015a	piano 1	65	55	56,7	56,2	55,0	53,4	1,7	2,8
2015a	piano 2	65	55	58,8	58,3	56,9	55,3	1,9	3,0
2016a	PT	65	55	57,0	56,0	56,2	54,6	0,8	1,4
2016a	piano 1	65	55	58,4	57,6	57,4	55,7	1,0	1,9
2016a	piano 2	65	55	59,9	59,3	58,5	56,8	1,4	2,5
2016b	PT	65	55	56,3	55,7	54,8	53,1	1,5	2,6
2016b	piano 1	65	55	57,7	57,1	56,0	54,4	1,7	2,7
2016b	piano 2	65	55	59,0	58,5	57,1	55,5	1,9	3,0
2016b	piano 3	65	55	60,1	59,7	58,1	56,5	2,0	3,2
2017	PT	70	60	70,3	68,8	70,1	68,5	0,2	0,3
2017	piano 1	70	60	73,3	71,7	73,1	71,5	0,2	0,2
2017	piano 2	70	60	73,4	71,9	73,3	71,7	0,1	0,2
2018	PT	70	60	60,6	59,6	59,8	58,2	0,8	1,4
2018	piano 1	70	60	61,7	60,7	60,9	59,2	0,8	1,5
2018	piano 2	70	60	62,7	61,6	61,9	60,3	0,8	1,3
2018a	PT	65	55	55,7	55,1	54,2	52,6	1,5	2,5
2018a	piano 1	65	55	57,5	56,9	55,9	54,3	1,6	2,6
2018a	piano 2	65	55	58,9	58,4	57,2	55,6	1,7	2,8
2018a	piano 3	65	55	60,0	59,7	57,9	56,3	2,1	3,4
2018b	PT	65	55	59,2	58,3	58,2	56,5	1,0	1,8
2018b	piano 1	65	55	60,0	59,1	58,9	57,2	1,1	1,9
2018b	piano 2	65	55	60,8	60,1	59,4	57,7	1,4	2,4

Ric.	Piano	Limiti		Livelli TOTALI		Livelli Tuscolana-Torricola		Differenze	
		LimD dB(A)	LimN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)
2018b	piano 3	65	55	62,0	61,5	60,3	58,6	1,7	2,9
2019	PT	70	60	71,4	69,9	71,2	69,6	0,2	0,3
2019	piano 1	70	60	72,7	71,1	72,5	70,9	0,2	0,2
2019	piano 2	70	60	72,7	71,2	72,5	70,9	0,2	0,3
2020	PT	70	60	69,1	67,8	68,8	67,2	0,3	0,6
2020	piano 1	70	60	71,2	69,8	71,0	69,4	0,2	0,4
2022	PT	70	60	62,1	61,0	61,5	59,8	0,6	1,2
2022	piano 1	70	60	63,2	62,1	62,6	61,0	0,6	1,1
2022	piano 2	70	60	64,8	63,7	63,9	62,3	0,9	1,4
2022a	PT	65	55	56,7	56,0	55,3	53,7	1,4	2,3
2022a	piano 1	65	55	57,6	57,0	56,1	54,5	1,5	2,5
2023	PT	70	60	72,3	70,8	72,2	70,5	0,1	0,3
2023	piano 1	70	60	73,6	72,0	73,4	71,8	0,2	0,2
2023	piano 2	70	60	73,5	72,0	73,4	71,8	0,1	0,2
2024	PT	70	60	68,5	67,1	68,2	66,5	0,3	0,6
2024	piano 1	70	60	70,4	69,0	70,2	68,6	0,2	0,4
2024	piano 2	70	60	71,2	69,7	71,0	69,4	0,2	0,3
2024a	PT	65	55	60,2	59,2	59,2	57,6	1,0	1,6
2024a	piano 1	65	55	61,0	60,1	60,0	58,3	1,0	1,8
2024a	piano 2	65	55	62,0	61,3	60,8	59,1	1,2	2,2
2025	PT	70	60	67,5	66,2	67,2	65,5	0,3	0,7
2025	piano 1	70	60	69,4	68,0	69,1	67,5	0,3	0,5
2025	piano 2	70	60	70,3	68,9	70,1	68,4	0,2	0,5
2025a	PT	65	55	59,5	58,5	58,5	56,9	1,0	1,6
2025a	piano 1	65	55	60,7	59,7	59,8	58,2	0,9	1,5
2025a	piano 2	65	55	61,5	60,6	60,5	58,9	1,0	1,7
2025a	piano 3	65	55	62,5	61,7	61,3	59,7	1,2	2,0
2025b	PT	65	55	60,6	59,5	59,9	58,3	0,7	1,2
2026	PT	70	60	70,9	69,4	70,8	69,2	0,1	0,2
2027	PT	65	55	67,2	65,9	66,8	65,2	0,4	0,7
2027	piano 1	65	55	68,7	67,3	68,4	66,7	0,3	0,6
2027	piano 2	65	55	69,9	68,4	69,6	68,0	0,3	0,4
2027	piano 3	65	55	70,3	68,8	70,1	68,4	0,2	0,4
2027	piano 4	65	55	70,3	68,9	70,1	68,5	0,2	0,4
2027a	PT	65	55	61,9	60,7	61,2	59,5	0,7	1,2
2027a	piano 1	65	55	63,0	61,8	62,3	60,7	0,7	1,1
2027a	piano 2	65	55	63,8	62,6	63,3	61,6	0,5	1,0
2027a	piano 3	65	55	64,3	63,1	63,8	62,2	0,5	0,9

Ric.	Piano	Limiti		Livelli TOTALI		Livelli Tuscolana-Torricola		Differenze	
		LimD dB(A)	LimN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)	LD dB(A)	LN dB(A)
2027b	PT	65	55	67,3	65,9	67,1	65,5	0,2	0,4
2028	PT	70	60	77,6	76,0	77,5	75,9	0,1	0,1
2028	piano 1	70	60	77,1	75,5	77,1	75,4	0,0	0,1

Un intervento finalizzato alla mitigazione del rumore prodotto dall'esercizio della Linea in progetto risulterebbe non efficace: in tutti i casi, anche quando la differenza sopra descritta raggiunge 3 dBA, l'intervento ottimale è difatti certamente quello di collocare la BA lungo la linea Tuscolana-Torricola, in quanto in grado di schermare i contributi di entrambe le sorgenti ferroviarie.

Per tale intervento si rimanda pertanto al Piano di Risanamento della Rete Ferroviaria Italiana, nell'ambito del quale saranno dimensionate le idonee opere di mitigazione acustica.

Si riporta di seguito la tavola del PRA RFI con indicazione degli interventi già previsti a protezione degli edifici elencati nella tabella precedente. Il Codice Intervento C.I. è 058091283.

