

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



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

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO

STUDIO ACUSTICO

Relazione Acustica Generale

SCALA:

-

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

RC1C 03 R 22 RG IM0004 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	F. Tamburini	Novembre 2021	R. Azzarito	Novembre 2021	I. D'Amore	Novembre 2021	C. Ercolani
B	Emissione a seguito di richiesta integrazioni CSLLPP Parere n.5/2022	R. Azzarito	Giugno 2022	A. Corvaja	Giugno 2022	I. D'Amore	Giugno 2022	Giugno 2022 PER EMISSIONE ITALFERR S.p.A. Dott.ssa Carolina Ercolani S.O. Ambiente

INDICE

1. INQUADRAMENTO DELL' INTERVENTO.....	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	6
2.1. Legge Quadro 447/95.....	6
2.2. D.P.R. 459/98.....	8
2.3. DPR 142/04	10
2.4. DM 29 Novembre 2000.....	12
3. CONCORSALE DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO	13
4. LIMITI ACUSTICI E APPLICAZIONE DELLE CONCORSALE.....	13
4.1. Limiti Extrafasce: Zonizzazione Acustica Comunale.....	15
5. CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM.....	16
5.1. Il Censimento Dei Ricettori	16
6. GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	17
6.1. Illustrazione Delle Tecniche Previsionali Adottate	17
6.2. Dati Di Input Del Modello.....	18
6.3. Modello Di Esercizio Attuale.....	22
6.4. Modello Di Esercizio Di Progetto.....	23
6.5. Emissioni Dei Rotabili	25
6.6. Caratterizzazione Acustica e Taratura Del Modello Di Simulazione	26
7. CONSIDERAZIONI SUI LIVELLI SONORI ANTE MITIGAZIONE.....	28
8. METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO.....	29
8.1. Interventi alternativi di mitigazione del rumore ferroviario	29
8.2. Requisiti Acustici Delle Barriere Antirumore	33
8.3. Descrizione Delle Barriere Antirumore.....	35
8.4. Gli interventi sugli edifici.....	36
9. Le opere di mitigazione sul territorio e i livelli acustici post mitigazione	38

1. INQUADRAMENTO DELL' INTERVENTO

La presente progettazione di fattibilità tecnica ed economica ha ad oggetto il Raddoppio Paola/S. Lucido – Cosenza (Galleria Santomarco), individuato come strettamente correlato alla realizzazione della nuova linea AV e finalizzato a potenziare il traffico passeggeri/merci della linea.

L'intervento di raddoppio si sviluppa per un'estensione di circa 22.2 km, di cui circa 17 km in sotterraneo (galleria naturale e gallerie artificiali). L'opera più rilevante dell'intervento è rappresentata dalla nuova galleria Santomarco inserita nell'itinerario tra la tratta Paola/S. Lucido – Cosenza, la cui configurazione finale prevede la realizzazione di una galleria a doppia a singolo binario con interasse di circa 60 m e con la presenza dei bypass (collegamenti trasversali tra le canne) ogni 500 m.

I restanti 5,2 km sono relativi a tratte all'aperto, che comprendono altre opere quali trincee, rilevati e viadotti. La tratta all'aperto lato Cosenza prevede una sezione di lunghezza pari a circa 3,2 km, si sviluppa prevalentemente come raddoppio della linea esistente (incluso tratti in rilevato in stretto affiancamento e due nuovi importanti viadotti in raddoppio a quelli esistenti), cui si aggiunge un tratto di nuova realizzazione a doppio binario che conduce all'imbocco della nuova galleria a doppia canna. In questo tratto si inseriscono brevi tratti in rilevato e trincea a doppio binario, ma soprattutto in esso è inserita la nuova fermata di Rende.

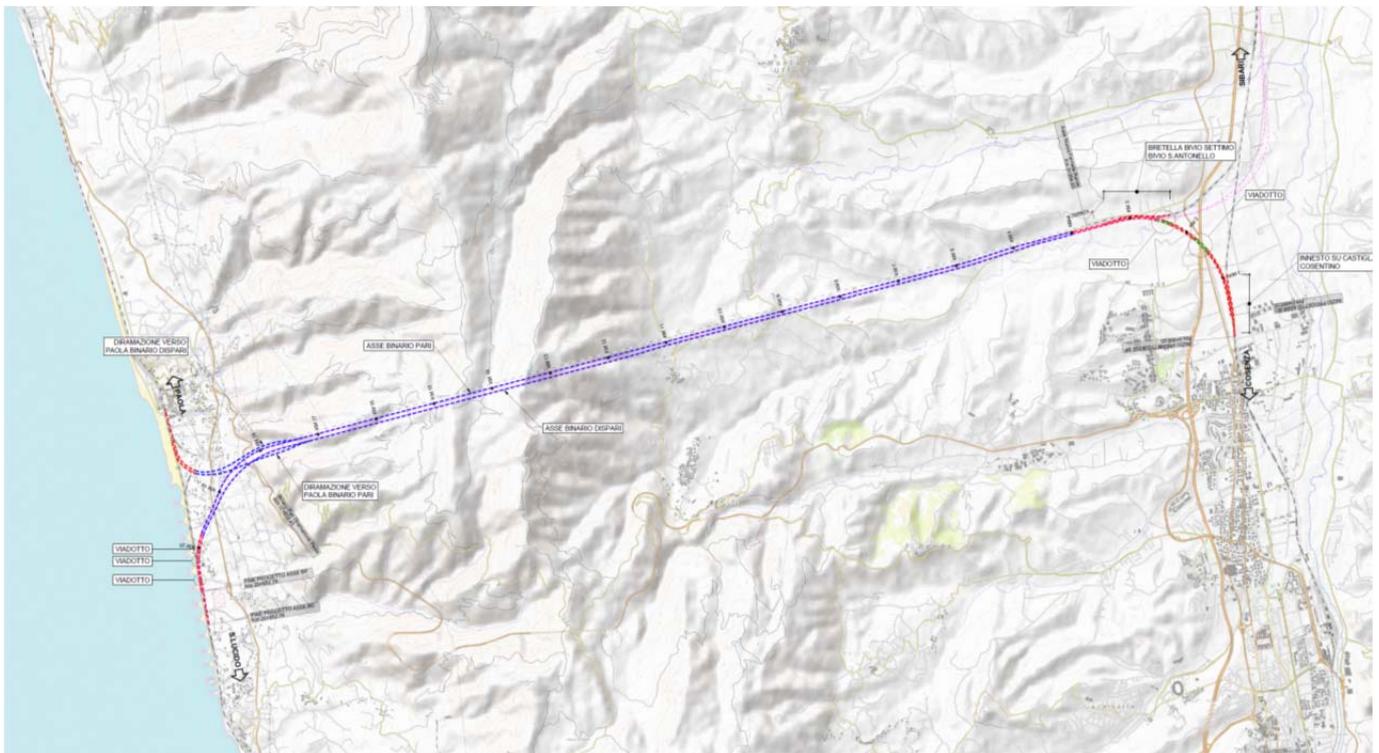


Figura 1-1 Inquadramento generale dell'area di intervento con indicazione del percorso della linea ferroviaria in progetto

L'iter metodologico seguito - nel rispetto del Manuale di Progettazione RFI delle Opere Civili cod. RFIDTCSIAMMAIFS001 D 31/12/2020 - può essere schematizzato secondo le fasi di lavoro di seguito riportate:

	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R. 22	RG	IM 0004 001	B	4 DI 40

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 dell'eventuale concorsualità del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali presenti all'interno dell'ambito di studio.

Caratterizzazione ante operam. In questa fase dello studio è stato analizzato il territorio allo stato attuale (situazione ante operam) identificando gli ingombri e le volumetrie di tutti i fabbricati presenti con particolare riguardo alla destinazione d'uso, all'altezza e allo stato di conservazione dei ricettori potenzialmente impattati e ricadenti nella fascia di pertinenza acustica ferroviaria (250 m per lato); tale analisi è stata estesa fino a 300m per lato, per tener conto di eventuali primi fronti edificati presenti al di fuori della fascia di pertinenza ferroviaria e fino a 500m per lato, per tener conto degli edifici sensibili.

Livelli acustici post operam. Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla valutazione dei livelli acustici con la realizzazione del progetto in esame. Gli algoritmi di calcolo scelti per valutare la propagazione dell'onda sonora emessa dall'infrastruttura ferroviaria fanno riferimento al metodo Schall 03, DIN 18005. I risultati del modello di simulazione sono stati quindi messi a confronto con i limiti acustici della linea, eventualmente ridotti per la presenza infrastrutture stradali concorrenti così come previsto dal D.M. 29 novembre 2000.

Metodi per il contenimento dell'inquinamento acustico. In questa parte dello studio sono state descritte le tipologie di intervento da adottare indicandone i requisiti acustici minimi.

Individuazione degli interventi di mitigazione. L'obiettivo è stato quello di abbattere l'impatto acustico mediante l'inserimento di barriere antirumore. Sono state a tale scopo previste barriere di altezza compresa tra 4,44m (H4) e 7,38m (H10) sul piano del ferro.

Il presente documento è stato redatto e/o verificato dall'ing. Renato Azzarito, iscritto all'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica n. 8494 (già iscritto nell'elenco dei Tecnici Competenti in Acustica Ambientale della Regione Calabria con D.D.S. n.1300 del 01/03/2007). Gli elaborati correlati, elencati nella seguente tabella sono stati redatti e/o verificati dallo stesso.

Si riporta di seguito l'elenco degli elaborati grafici e descrittivi relativi al Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica per il Progetto Linea Salerno-Reggio Calabria, Nuova Linea AV Salerno-Reggio Calabria: Lotto 3 Raddoppio Cosenza - Paola:

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE

 PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 RC1C 03 R 22 RG IM 0004 001 B 5 DI 40

ELENCO ELABORATI																						
DESCRIZIONE	CODIFICA																					
	Scala	Commessa			Lotto	F	Ente		Doc			Opera				Prog.		Rev				
Relazione Acustica Generale	-	R	C	I	C	0	3	R	2	2	R	G	I	M	0	0	0	4	0	0	1	B
Livelli Acustici in facciata Ante e Post Mitigazione	-	R	C	I	C	0	3	R	2	2	T	T	I	M	0	0	0	4	0	0	1	B
Schede di censimento dei ricettori	-	R	C	I	C	0	3	R	2	2	S	H	I	M	0	0	0	4	0	0	1	A
Corografia Generale Tav 1 di 1	Varie	R	C	I	C	0	3	R	2	2	C	X	I	M	0	0	0	4	0	0	1	A
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti (1/7)	1 : 2.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	1	B
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti (2/7)	1 : 2.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	2	B
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti (3/7)	1 : 2.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	3	B
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti (4/7)	1 : 2.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	4	B
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti (5/7)	1 : 2.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	5	B
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti (6/7)	1 : 2.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	6	B
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti (7/7)	1 : 2.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	7	B
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (1/7)	1 : 2.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	8	B
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (2/7)	1 : 2.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	9	B
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (3/7)	1 : 2.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	1	0	B
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (4/7)	1 : 2.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	1	1	B
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (5/7)	1 : 2.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	1	2	B
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (6/7)	1 : 2.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	1	3	B
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (7/7)	1 : 2.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	1	4	B
Mappe acustiche diurne stato attuale (1/2)	1 : 5.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	0	1	A
Mappe acustiche diurne stato attuale (2/2)	1 : 5.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	0	2	A
Mappe acustiche notturne stato attuale (1/2)	1 : 5.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	0	3	A
Mappe acustiche notturne stato attuale (2/2)	1 : 5.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	0	4	A
Mappe acustiche diurne ante mitigazione (1/2)	1 : 5.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	0	5	B
Mappe acustiche diurne ante mitigazione (2/2)	1 : 5.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	0	6	B
Mappe acustiche notturne ante mitigazione (1/2)	1 : 5.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	0	7	B
Mappe acustiche notturne ante mitigazione (2/2)	1 : 5.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	0	8	B
Mappe acustiche diurne post mitigazione (1/2)	1 : 5.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	0	9	B
Mappe acustiche diurne post mitigazione (2/2)	1 : 5.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	1	0	B
Mappe acustiche notturne post mitigazione (1/2)	1 : 5.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	1	1	B
Mappe acustiche notturne post mitigazione (2/2)	1 : 5.000	R	C	I	C	0	3	R	2	2	N	5	I	M	0	0	0	4	0	1	2	B
Report Indagini Acustiche	-	R	C	I	C	0	3	R	2	2	R	H	I	M	0	0	0	4	0	0	1	B
Relazione Generale Vibrazioni	-	R	C	I	C	0	3	R	2	2	R	G	I	M	0	0	0	4	0	0	2	A
Report Indagini Vibrazionali	-	R	C	I	C	0	3	R	2	2	R	H	I	M	0	0	0	4	0	0	2	A

	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R 22	RG	IM 0004 001	B	6 DI 40

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;

	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R. 22	RG	IM 0004 001	B	7 DI 40

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.

	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R. 22	RG	IM 0004 001	B	8 DI 40

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.

Le disposizioni del Decreto Attuativo in questione si applicano a:

- infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto superiore a 200 km/h
- infrastrutture esistenti, loro varianti, infrastrutture di nuova realizzazione in affiancamento a linee esistenti, infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h.

Di seguito, si sintetizzano i contenuti salienti del regolamento.

Per le *infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto superiore a 200 km/h* è prevista una fascia di pertinenza ferroviaria pari a 250 m per ciascun lato a partire dalla mezzeria dei binari esterni.

Nello studio di impatto acustico è inoltre necessario considerare tutti i ricettori presenti all'interno di un corridoio di 250 m per lato misurati a partire dalla mezzeria del binario esterno, esteso a 500 m per lato in presenza di ricettori particolarmente sensibili quali scuole, ospedali, case di cura e riposo.

Per tali infrastrutture all'interno dell'intera fascia di pertinenza ferroviaria valgono i limiti specificati nel seguito:

- 50 dB(A) Leq diurno e 40 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e riposo;
- 50 dB(A) Leq diurno per le scuole;
- 65 dB(A) Leq diurno e 55 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori.

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

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

FASCIA «A» pari a 100 m la più vicina alla sede ferroviaria

FASCIA «B» pari ad ulteriori 150 m più lontana da essa.

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

- Per scuole, ospedali, case di cura, e case di riposo il limite è di 50 dB(A) nel periodo diurno e di 40 dB(A) nel periodo notturno. Per le scuole vale solo il limite diurno;
- Per gli altri ricettori posti all'interno della fascia «A» il limite è di 70 dB(A) nel periodo diurno e di 60 dB(A) nel periodo notturno;
- Per gli altri ricettori posti all'interno della fascia «B» il limite è di 65 dB(A) nel periodo diurno e di 55 dB(A) nel periodo notturno;
- Oltre la fascia di rispetto «B» valgono i limiti previsti dai piani di zonizzazione acustica comunali

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

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

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

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

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

	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R 22	RG	IM 0004 001	B	10 DI 40

2.3. DPR 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 DPR 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

Ca - a carreggiate separate e tipo IV CNR

Cb - tutte le altre strade extraurbane secondarie

D - Strade urbane di scorrimento

Da - a carreggiate separate e interquartiere

Db - tutte le altre strade urbane di scorrimento

E - Strade urbane di quartiere

F - Strade locali

In particolare, per le infrastrutture appartenenti alle categorie A, B, Ca è individuata una fascia di rispetto: di ampiezza complessivamente pari a 250 m misurata a partire dall'infrastruttura stradale per ciascun lato dell'infrastruttura.

Tale fascia per le infrastrutture esistenti è a sua volta suddivisa in:

Fascia “A” pari a 100 m dalla sede stradale;

Fascia “B” pari ad ulteriori 150 m più lontana dalla sede.

Per le altre tipologie di strada la fascia si riduce come segue:

tipo Cb fascia A+B pari a 150 m

tipo Da e Db fascia unica pari a 100 m

tipo E ed F fascia unica pari a 30 m

Per quanto concerne i limiti gli stessi sono stabiliti in maniera diversa in funzione del tipo di infrastruttura e a seconda che si tratti di infrastruttura di nuova realizzazione o di infrastruttura esistente e di sue varianti. Nella tabella seguente vengono riportati i limiti per le infrastrutture esistenti e in relazione alle diverse fasce di pertinenza.

	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R.22	RG	IM 0004 001	B	11 DI 40

TIPO (secondo C.d.S)	SOTTOTIPO AI FINI ACUSTICI (secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	AMPIEZZA FASCIA	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		ALTRI RICETTORI	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
A – autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B – extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C – extraurbana secondaria	Ca (carreggiate a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D – urbana di scorrimento	Da (carreggiate a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E – urbana di quartiere		30	Definiti dai comuni e conformi alla zonizzazione acustica			
F – locale		30				

Figura 2-1 Limiti acustici per le strade esistenti e assimilabili

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

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

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

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

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

	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R 22	RG	IM 0004 001	B	12 DI 40

2.4. DM 29 Novembre 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 dB(A) rispetto al valore della sorgente avente massima immissione ed inferiore al livello di soglia calcolato con il numero di sorgenti diminuito di 1, il contributo della sorgente stessa può essere trascurato.

	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R.22	RG	IM 0004 001	B	13 DI 40

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 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 sorgenti infrastrutturali che possono essere ritenute concorsuali sono le seguenti:

- Autostrada A2;
- SS18.

Secondo quanto previsto dalla classificazione della viabilità i su citati assi stradali sono considerati ai sensi del DPR 142/04 categoria di Tipo A "Autostrada" e Tipo Cb "Strada Extraurbana Secondaria".

Le fasce di pertinenza delle infrastrutture considerate sono riportate nelle Planimetria di Localizzazione dei Ricettori Censiti (elab. RC1C03R22P6IM0004001 ÷ 007).

In riferimento a tali sorgenti, si è adottato il principio di concorsualità, così come definito nel DM 29/11/2000 e riportato in dettaglio nel paragrafo successivo.

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 che 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.

Tipo di ricettore	Fascia A (0-100 m)		Fascia B (100-250 m)	
	Periodo diurno dB(A)	Periodo notturno dB(A)	Periodo diurno dB(A)	Periodo notturno dB(A)
Residenziale	70.0	60,0	65.0	55,0
Produttivo	-	-	-	-
Terziario/Culto	70.0	-	65.0	-

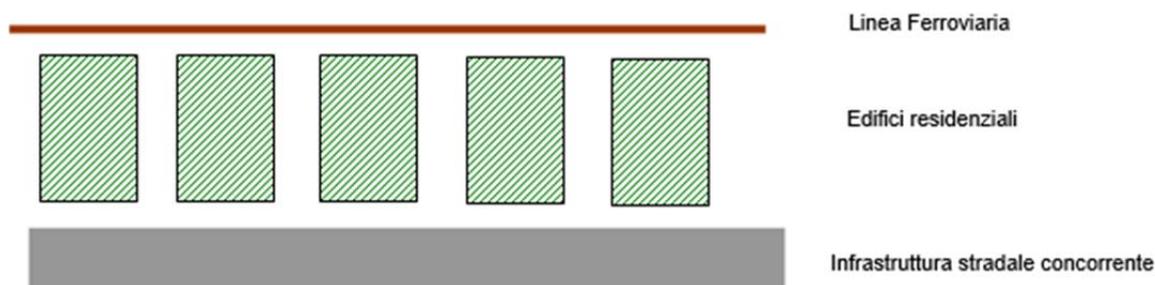
	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R.22	RG	IM 0004 001	B	14 DI 40

Ospedale/Casa di Cura	50,0	40,0	50,0	40,0
Scuola	50,0	-	50,0	-
Altro (utilizzo saltuario)	-	-	-	-

Figura 4-1 Limiti acustici in assenza di sorgenti concorsuali

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

Infatti ove la linea ferroviaria e l'infrastruttura stradale concorrente insistono su fronti opposti di nuclei di residenziali consolidati la presenza stessa dell'edificato costituisce un ostacolo alla propagazione dell'uno o dell'altro contributo acustico e pertanto non vi è 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 ferroviario, si applicano i valori limite sintetizzati nella Tabella prima riportata. Mentre nel caso di concorsualità fra due o più infrastrutture, si è applicato il criterio indicato dal D.M. 29/11/2000 nell'Allegato 4 in cui si 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 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 dB(A) diurni e 60 dB(A) notturni, con la lettera "B" la fascia di pertinenza acustica caratterizzata dal valore limite e 65 dB(A) diurni e 55 dB(A) notturni, si riportano di seguito i limiti concorsuali nelle diverse situazioni relative allo studio:

Tabella 1 Valori di soglia in presenza di sorgenti concorsuali

Fasce di pertinenza		Valori di soglia dell'infrastruttura ferroviaria	
Fascia Ferroviaria	Infrastruttura Stradale esistente	Diurno dBA	Notturmo dBA
A	-	70.0	60.0
B	-	65.0	55.0
A	A	67.0	57.0

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R 22	RG	IM 0004 001	B	15 DI 40

A	B	67.0	57.0
B	A	67.0	57.0
B	B	62.0	52.0

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.

4.1. Limiti Extrafasce: Zonizzazione Acustica Comunale

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. In ottemperanza a quanto previsto dalla Legge Quadro 447/95, il tracciato di progetto attraversa il territorio di diversi comuni campani, di cui alcuni sprovvisti del Piano di Classificazione Acustica Comunale.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei comuni intercettati dalla Linea Ferroviaria di Progetto con indicazione degli estremi di approvazione della zonizzazione acustica comunale, ove presente:

Comune	PCCA
Paola	PCCA approvato D.C.C. n. 12 del 27/05/2021
Rende	non zonizzato
San Lucido	non zonizzato
Montalto Uffugo	non zonizzato

Le classi acustiche del piano di classificazione acustica comunale sono state rappresentate nelle Planimetria di Localizzazione dei Ricettori Censiti (elab. RC1C03R22P6IM0004001 ÷ 007).

Per quanto concerne la classificazione, in relazione alla varietà dell'uso del suolo presente vi è una diversificazione delle aree e quindi dei limiti acustici previsti.

	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R 22	RG	IM 0004 001	B	16 DI 40

5. CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM

5.1. Il Censimento Dei Ricettori

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

Il censimento ha riguardato una fascia di 250 m per lato a partire dal binario esterno (fascia di pertinenza acustica ai sensi del DPR 459/98) in tutti i tratti di linea ferroviaria allo scoperto. L'indagine è stata estesa anche oltre tale fascia, fino a 300 metri, in caso di fronti edificati prossimi alla stessa, per la valutazione dei limiti di zonizzazione e fino a 500 metri per la valutazione dei ricettori sensibili.

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 RC1C03R22P6IM0004001÷007) e nelle Schede di Censimento dei Ricettori (elaborato RC1C03R22SHIM0004001).

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

Tipologia dei ricettori

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

Altezza dei ricettori

Indicato come numero di piani fuori terra.

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

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 RC1C03R22SHIM0004001.

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 entro 250 m dalla linea di progetto;
- 2 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto entro 250 m dalla linea di progetto;

- 5 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto compresi nella fascia 250 – 300m dalla linea di progetto (fascia esterna);
- 6 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto compresi nella fascia 250 – 300m dalla linea di progetto (fascia esterna);
- 9 lato pari e lato dispari compresi nella fascia 50m dalla linea di progetto, fino ad un ricoprimento dei tratti in galleria minore di 70m;
- 10 lato pari e lato dispari per edifici sensibili compresi nella fascia 250 – 500m dalla linea di progetto (fascia esterna);

ZZZ è il numero progressivo del ricettore

B) Dati localizzativi

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

C) Dati caratteristici dell'edificio esaminato

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

D) Caratterizzazione degli infissi

- Numero infissi fronte parallelo e/o obliqui

E) Caratterizzazione del corpo ferroviario

F) Descrizione porzione di territorio tra edificio e infrastruttura

- Destinazione d'uso terreno
- Altre sorgenti di rumore

G) Note

6. GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

6.1. 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.

	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R 22	RG	IM 0004 001	B	18 DI 40

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.

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

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

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

I contributi forniti dai diversi raggi vengono evidenziati nei diagrammi di output. In tali schematizzazioni la lunghezza dei raggi 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.

6.2. 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 e dalle planimetrie, profili e sezioni di progetto. I dati territoriali sono stati verificati mediante l'analisi di foto aeree.

Lo standard di calcolo utilizzato è quello delle *Deutsche Bundesbahn* sviluppato nelle norme *Shall 03*. I parametri di calcolo adottati sono i seguenti:

	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R. 22	RG	IM 0004 001	B	19 DI 40

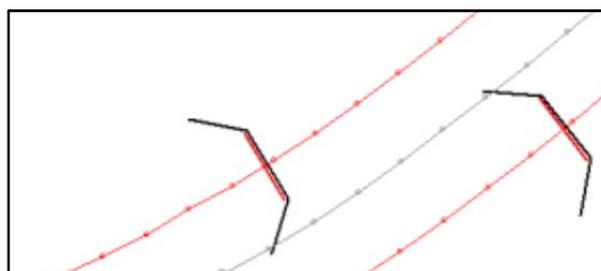
Ordine di riflessione	<input type="text" value="2"/>	Ponderazione dB	<input type="text" value="dB(A)"/>
Max raggio di ricerca [m]	<input type="text" value="5000"/>	Imposta bonus ferrovia di 5 dB	<input type="checkbox"/>
Max.distanza riflessioni da Ric. [m]	<input type="text" value="200"/>	Crea aree di Ground Effect dalle superfici stradali	<input checked="" type="checkbox"/>
Max.distanza riflessioni da Srg. [m]	<input type="text" value="50"/>		
Tolleranza consentita (dB)	<input type="text" value="0,1"/>		
Tolleranza consentita valida per..	<input type="text" value="contributo di livello di ciascuna sorgente"/>		

Nell'ambito della modellazione delle emissioni acustiche dei tratti in viadotto e in ingresso/entrata dalle gallerie si è tenuto conto di tali aspetti come di seguito descritto:

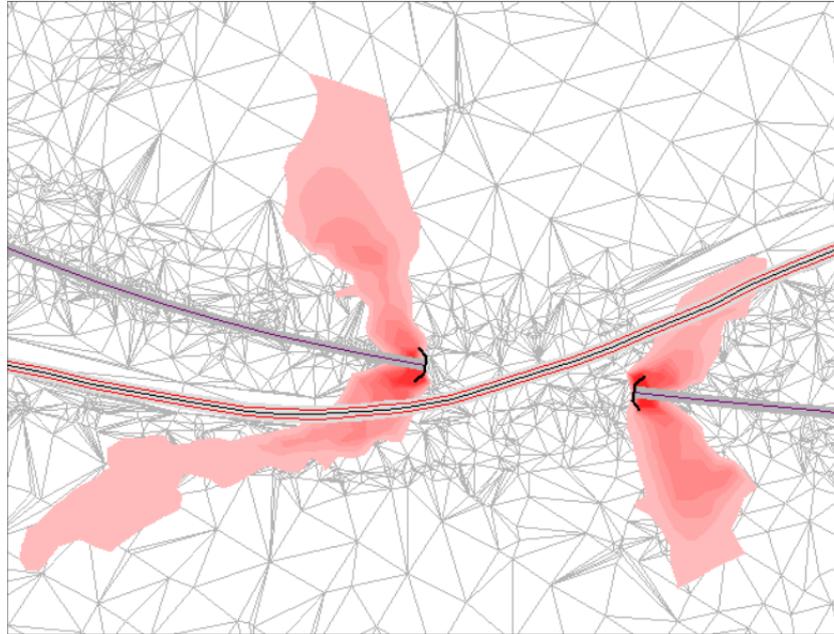
Imbocco Galleria

Il software previsionale SoundPLAN implementa un algoritmo specifico, denominato "Tunnel openings", che ha permesso di simulare l'emissione delle aperture delle gallerie che interessano la tratta ferroviaria oggetto di studio.

Questo algoritmo, identificato nell'oggetto "Apertura tunnel", determina la potenza sonora e la direttività della propagazione del rumore proveniente dall'apertura della galleria. Dalla geometria dell'imbocco della galleria, dalla lunghezza della galleria e dalle proprietà di assorbimento dei materiali vicino all'imbocco, il programma calcola la potenza sonora che viene poi assegnata a quattro sorgenti puntiformi poste nell'imbocco stesso.



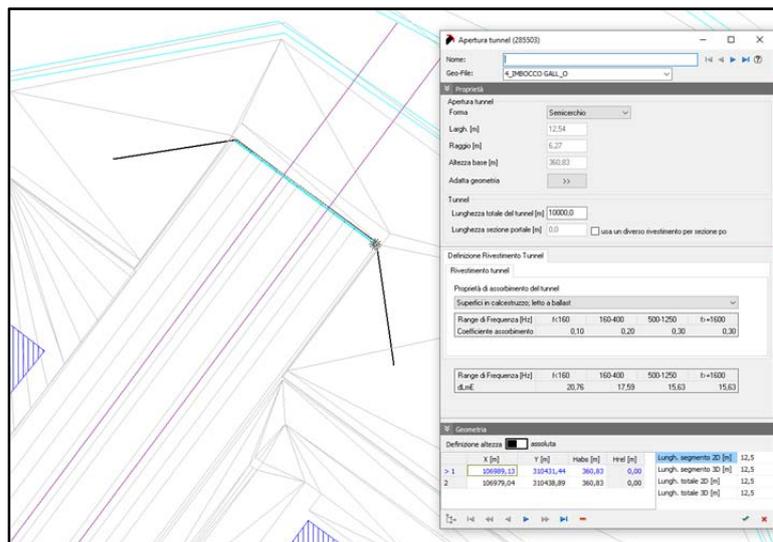
L'emissione della bocca del tunnel rappresenta una sorgente a sé stante e va a sommarsi al contributo della linea ferroviaria.



Questa figura mostra l'aumento dei livelli di rumore dovuto al rumore emesso dall'apertura del tunnel.

Le quattro sorgenti sonore puntiformi nell'apertura del tunnel hanno ciascuna $LwT - 10 \log(4)$ come potenza sonora. La propagazione delle quattro sorgenti puntiformi avviene secondo quanto riportato nella norma ISO 9613-2.

Il software permette di selezionare la forma dell'apertura (semicerchio per gli imbocchi oggetto di studio) e per la descrizione acustica delle pareti, SoundPLAN fornisce 4 casi tipici con il coefficiente di assorbimento α .



Di seguito si riportano le principali espressioni utilizzate dal software nel calcolo dei vari parametri, desunte dal manuale d'uso.

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R. 22	RG	IM 0004 001	B	21 DI 40

Perdita di trasmissione del rumore (come un fattore non in dB) da una sorgente stazionaria a distanza dall'apertura del tunnel

Per gallerie a sezione semicircolare:

$$dP_T(a,x) = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{ax}{\sqrt{r^2 + (ax)^2}} \right)$$

dove:

r: raggio del tunnel [m]

a: parametro che definisce l'assorbimento medio del tunnel ($0 \leq a \leq 1$)

generalmente:

$$a \approx 1 - \sqrt{1 - \alpha}$$

dove

α è l'indice di assorbimento acustico delle pareti della galleria.

Valori tipici per α

Frequency range [Hz]	<160	160-400	>400-1250	>1250
Smooth concrete surfaces; Roads or reflecting ballast bed Reference case for directivity	0.08	0.08	0.08	0.08
Rough concrete surfaces; Roads or reflecting ballast bed	0.08	0.11	0.14	0.14
Concrete surfaces; Ballast beds for railways	0.1	0.2	0.3	0.3
Typical sound absorption material	0.15	0.5	0.8	0.65

Se si considera una sorgente lineare in galleria con una potenza sonora per metro $L'w$, la potenza sonora totale irradiata dall'imboccatura della galleria è:

$$L_{WT} = 10 \log \int_0^L 10^{0.1L'w} dP_T(a,x) dx$$

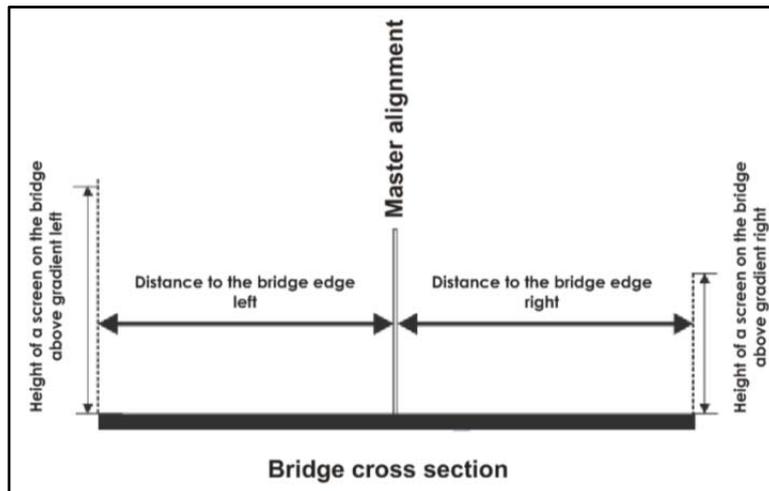
dove

L: lunghezza della galleria [m]

Ponte - Viadotto

Per quanto riguarda i viadotti, il software di simulazione SoundPLAN utilizzato prevede anche per questo aspetto l'utilizzo di una specifica funzione per la generazione di ponti e viadotti con la possibilità di inserimento di tutti i parametri per il corretto dimensionamento e valutazione da parte del software previsionale degli effetti che il viadotto comporta nell'ambito del clima acustico oggetto di studio.

Di seguito si riportano a titolo esemplificativo le impostazioni e i parametri che il software SoundPlan permette di imputare all'oggetto "ponte":




The screenshot shows the "Bridge" configuration window in SoundPlan. The "Bridge" checkbox is checked. Parameters are set as follows: Bridge thickness [m] = 0.5; Distance to bridge edge [m] = 3.25; Height of bridge wall above surface [m] = 0.80; Constant element height is checked. Reflection properties are set for both left and right walls, with "Single value" selected. The reflection table for both walls is:

	Reflection loss [dB]	Absorption coeff.	Reflection coeff.
Inner	1.0	0.206	0.794
Outer	1.0	0.206	0.794

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

6.3. Modello Di Esercizio Attuale

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

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

Vengono nel seguito riportate, per tratta e tipologia di convogli (treni passeggeri e treni merci), le sintesi delle informazioni tratte dai rilievi acustici effettuati ad hoc:

Relazione	MdE Attuale										
	Treni diurni (06:00 - 22:00)					Treni notturni (22:00 - 06:00)					TOT
	REG	IC	ES	MRC	tot	REG	IC	ES	MRC	tot	
Paola - S.Lucido	23	16	18	7	64	1	4	0	0	5	69

Paola - Bivio Pantani	40	0	2	0	42	2	0	0	0	2	44
S.Lucido - B.Pantani	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	4
B. Pantani - B. Settimo	40	0	2	4	46	2	0	0	0	2	48
B. Settimo - B.S.Antonello	0	0	2	3	5	0	0	0	1	1	6
B. Settimo - Castiglione C.	40	0	0	0	40	2	0	0	0	2	42

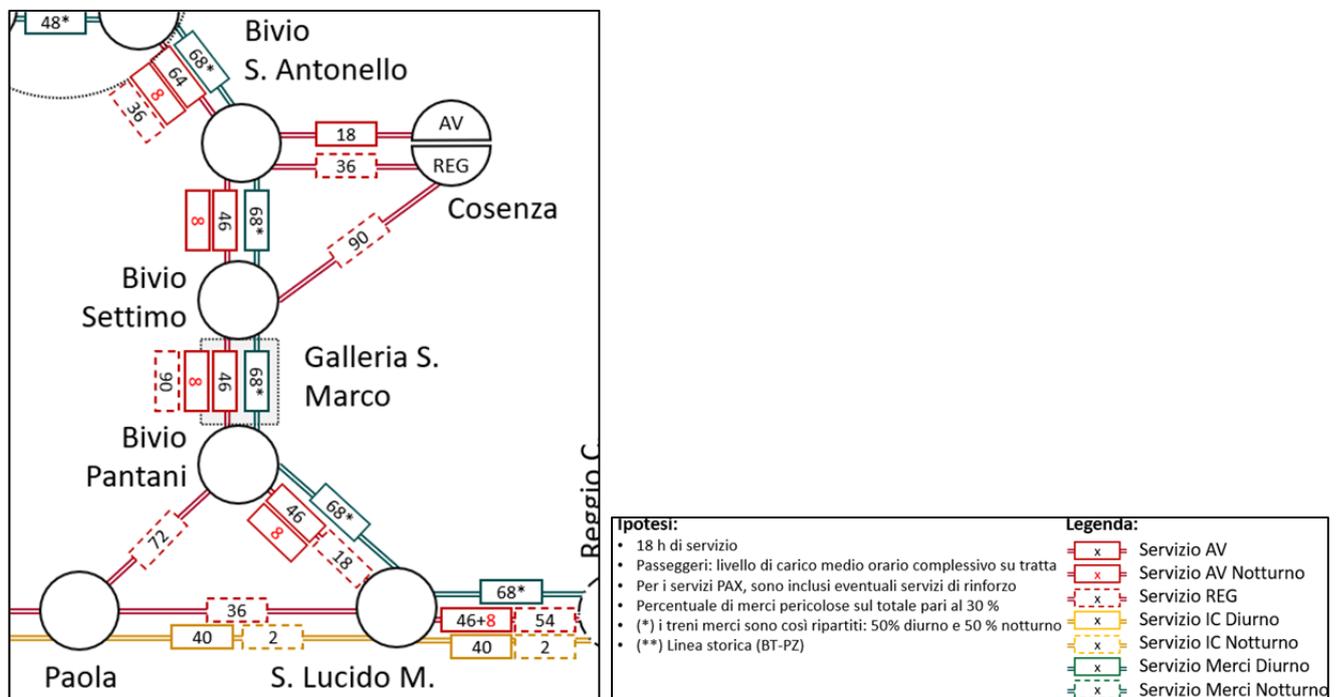
I flussi riportati all'interno delle tabelle relative allo stato attuale sulla linea storica, sono stati recepiti analizzando le misure effettuate presso due sezioni di misura lungo la tratta ferroviaria esistente.

I passaggi dei convogli, suddivisi per categoria e per periodo di riferimento, sono stati valutati in prossimità della stazione di Paola per quanto riguarda i flussi sulla linea Paola – Cosenza e Paola – San Lucido, e presso il Bivio di Settimo per la valutazione dei transiti nella tratta Paola - Cosenza direzione Cosenza e direzione Sibari.

È possibile valutare il clima acustico ante operam delle linee ferroviarie esistenti attraverso le Mappe Acustiche Stato Attuale prodotte dal modello di simulazione sia per il periodo diurno che notturno (Doc. RC1C03R22N5IM0004001 ÷ 004).

6.4. Modello Di Esercizio Di Progetto

Di seguito lo schematico del MdE di progetto utilizzato per il dimensionamento degli interventi di mitigazione sull'opera di progetto:



I flussi relativi al MdE di progetto hanno riguardato esclusivamente il versante lato Paola, ovvero le tratte Paola - San Lucido, Paola – Bivio Pantani (Galleria Santomarco) e San Lucido – Bivio Pantani.

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R.22	RG	IM 0004 001	B	24 DI 40

I flussi ferroviari relativi al MdE versante Settimo non sono stati inseriti in quanto, tali tipologie e numero di convogli sarà oggetto della Fase 2 di progettazione del Lotto 3, la riguarderà specificamente la progettazione dei binari AV della tratta Rende – Sibari, i quali non sono oggetto del presente studio.

Pertanto, per il calcolo dei livelli in facciata ai ricettori versante Settimo e per le relative mappe di simulazione, sono stati inseriti i flussi del MdE attuale in direzione Sibari, mentre sono stati inseriti i flussi di esercizio per la tratta Bivio Settimo – Cosenza.

Di seguito si riporta la tabella con il dettaglio dei flussi di esercizio relativi alla linea di progetto sul versante lato Paola:

Relazione	MdE di Progetto (Lato Paola) e MdE Attuale (Lato Settimo)												TOT
	Treni diurni (06:00 - 22:00)						Treni notturni (22:00 - 06:00)						
	AV	REG	IC	ES	MRC	tot	AV	REG	IC	ES	MRC	tot	
Paola - S.Lucido	0	36	40	0	0	76	0	0	2	0	0	2	78
Paola - Bivio Pantani	0	72	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0	72
S.Lucido - B.Pantani	46	18	0	0	34	98	8	0	0	0	34	42	140
B. Pantani - B. Settimo	0	90	0	2	3	95	0	0	0	0	1	1	96
B. Settimo - B.S.Antonello (*)	0	0	0	2	3	5	0	0	0	0	1	1	6
B. Settimo - Castiglione C.	0	90	0	0	0	90	0	0	0	0	0	0	90

(*) MdE attuale

Si riportano di seguito le velocità massime consentite sulla tratta di progetto, per maggiori dettagli si rimanda alla relazione tecnica di esercizio (Elab: RCIC03R16RGES00010010).

Le velocità utilizzate per le tratte versante Settimo sono state reperite dal FL143.

Per i tratti relativi ai flussi di MdE di esercizio si utilizzerà la velocità di progetto:

Lotto 3		
Assi Diramazione Paola		
Velocità [km/h]	pk iniziale	pk finale
100	0+000	0+286
140	0+286	4+233
250	4+233	17+265
160	17+265	17+516
100	17+516	20+404
Assi Diramazione San Lucido		
Velocità [km/h]	pk iniziale	pk finale
100	0+000	0+286
140	0+286	4+233
250	4+233	17+516
160	17+516	18+491
100	18+491	20+728

6.5. 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 simulazioni sono state svolte implementando i traffici ed i relativi livelli sonori indotti dai transiti sulle opere ferroviarie, utilizzando come dati di input per le emissioni i seguenti valori, già adottati da RFI per i piani di bonifica acustica su tutto il territorio nazionale:

Tabella 2 Sommario LAeqTr diurno a 25 m dal binario normalizzati a 100 Km/h fonte RFI – Livelli in dB

Classi Acustiche	L _{AeqTr}	63Hz	125Hz	250 Hz	500 Hz	1KHz	2KHz	4KHz	8KHz
ALn 668	42.3	10.3	16.5	25.8	37.1	38.2	34.2	30.1	18.6
DIR/IR	46.7	13.5	19.6	31.2	36.8	40.8	43.1	36.9	26.5
E/EN	49.1	15.1	26.3	38.1	43.0	43.3	43.2	40.2	28.6
ETR450/460/480	41.3	7.9	12.9	20.7	25.3	30.1	39.3	34.3	21.9
ETR500	43.0	9.4	14.2	24.1	29.9	34.2	40.9	34.2	22.2
IC	47.3	12.9	18.2	28.1	33.4	40.1	44.9	38.0	26.5
REG	44.7	13.3	20.0	30.3	36.0	38.7	40.3	35.7	25.9
REG-MET	39.3	6.3	15.6	26.5	31.7	34.3	33.4	30.3	21.7
MERCI	54.9	17.7	29.5	40.1	47.9	50.1	48.7	44.3	32.2

Si riportano di seguito i valori di SEL normalizzati a 25 metri dal binario a 100 Km/h (fonte RFI):

Sommario SEL @ 25 m normalizzati a 100 Km/h

	dBA	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

I livelli equivalenti diurni relativi ai singoli passaggi sono poi stati utilizzati, assieme ai dati di traffico, per determinare il livello equivalente complessivo a 25 metri di distanza da ogni binario e tarare il modello di simulazione. Analoga procedura è stata seguita per il livello notturno, considerando la durata di 8 ore anziché 16.

	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R. 22	RG	IM 0004 001	B	26 DI 40

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

I treni inseriti all'interno del modello di esercizio sono stati caratterizzati secondo la tabella di emissione sopra riportata, si riportano di seguito le emissioni calcolate a 25 metri di distanza dal binario alla velocità pari a 100 km/h dei treni di progetto.

Tipo convoglio	Composizione	SEL@25m,100km/h dB(A)	Leq@25m,100km/h dB(A)
Servizio AV	HP (doppia composizione ETR1000)	90.6	43.0
Servizio Regionale	E402B (5carrozze)	92.3	44.7
Servizio IC	IC	94.9	47.3
Merci	HP (max 2500 t)	102.5	54.9

6.6. Caratterizzazione Acustica e Taratura Del Modello Di Simulazione

Inserendo nella libreria del modello di simulazione i valori di emissione così come rilevati sperimentalmente ed associandoli alla linea ferroviaria esistente, sono stati calcolati i Livelli Equivalenti diurni e notturni in corrispondenza dei punti di misura e controllo PR e PS. Confrontando i valori ottenuti dalla simulazione con quelli rilevati si è proceduto alla taratura del modello di simulazione SoundPLAN.

Per i dettagli della campagna di misura si rimanda all'apposito elaborato "Report Indagini Acustiche" (codifica elaborato RC1C03R22RHIM0004001), 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 taratura del modello di simulazione acustica, con l'individuazione di 2 "Punti di Riferimento" (PR) posti in prossimità dei binari di corsa e di 4 "Punti Significativi" (PS) posti in corrispondenza di altrettanti ricettori, a distanze differenti 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

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R.22	RG	IM 0004 001	B	27 DI 40

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; di seguito una tabella di confronto tra i livelli misurati e quelli ottenuti dal modello di simulazione.

Sezioni di misura	punti di misura e controllo	Valori simulati		Valori misurati		Scarti simulati-misurati	
		Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n
1	PR01	62,7	51,5	61,6	50,5	1,1	1,0
2	PR02	61,7	54,1	61,1	53,7	0,6	0,5
<i>media degli scarti sui punti PR</i>						0,8	0,7

Sezioni di misura	punti di misura e controllo	Valori simulati		Valori misurati		Scarti simulati-misurati	
		Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n
1	PS_01-a	58,8	49,2	59,7	49,1	-0,9	0,1
	PS_01-b	50,5	41,1	52,5	41,3	-1,9	-0,2
2	PS_02-a	47,4	39,8	46,4	38,9	1,0	0,9
	PS_02-b	41,1	33,6	41,2	32,3	-0,1	1,3
<i>media degli scarti sui punti PS</i>						-0,5	0,5

In corrispondenza dei punti di controllo posizionati in corrispondenza di ricettori acustici (PS), si osserva una buona corrispondenza dei valori simulati rispetto a quelli misurati (con medie degli scarti inferiori a 0,8 dBA).

Al fine di caratterizzare il clima acustico prima della realizzazione del progetto in esame, sono state incluse nella campagna di rilievi fonometrici delle misure supplementari, atte a fornire una rappresentazione del clima acustico ante operam del territorio.

L'ubicazione di tali punti di misura è riportata nelle Planimetria di Censimento dei Ricettori (Elab. RC1C03R22P6IM0004001÷007) ed è stata scelta in modo da individuare zone omogenee dal punto di vista acustico e rappresentative delle classi acustiche di appartenenza.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei Livelli Acustici Ambientali emersi dai rilievi fonometrici nelle postazioni dislocate lungo il tratto in cui si inserirà la nuova linea ferroviaria e considerate rappresentative del clima acustico dell'area:

Postazione	Comune	Classe acustica	Leq _{AMB} dB(A) Periodo Diurno	Leq _{AMB} dB(A) Periodo Notturno
PS_01-a	Paola	III	61,8	52,5
PS_01-b	Paola	III	56,8	48,0
PS_02-a	Rende	TTN	62,8	49,0
PS_02-b	Rende	TTN	59,9	43,3

	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R.22	RG	IM 0004 001	B	28 DI 40

Di seguito invece si riporta una tabella di sintesi dei livelli acustici rilevati nelle postazioni dislocate nelle vicinanze della linea ferroviaria esistente Battipaglia-Potenza (postazioni PR, PS) in cui vengono distinti i livelli ambientali (Leq_{AMB}), livelli acustici imputabili alla linea ferroviaria (Leq_{TR}) e livelli acustici residui (Leq_{RES}):

Postazione	Comune	Classe acustica da Zonizzazione Comunale	Leq_{AMB} Periodo Diurno	Leq_{AMB} Periodo Notturno	Leq_{TR} Periodo Diurno	Leq_{TR} Periodo Notturno	Leq_{Res} Periodo Diurno	Leq_{Res} Periodo Notturno
PS_01-a	Paola	III	61,8	52,5	59,7	49,1	59,8	48,6
PS_01-b	Paola	III	56,8	48,0	52,5	41,3	55,4	46,6
PS_02-a	Rende	TTN	62,8	49,0	46,4	38,9	61,8	48,5
PS_02-b	Rende	TTN	59,9	43,3	41,2	32,3	59,7	42,9

Le postazioni di indagine fonometrica PS_02-a e PS_02-b risultano collocate in un'area molto influenzata dal traffico veicolare presente principalmente sulla SP91, all'interno del comune di Rende. Tali misure risultano pertanto risentire, in termini di Leq ambientale diurno e notturno, del contributo acustico dovuto al traffico veicolare molto intenso, tale da ottenere un delta significativo con il Leq_{TR} , il quale analizza esclusivamente il tempo di riferimento relativo al passaggio dei convogli ferroviari.

7. CONSIDERAZIONI SUI LIVELLI SONORI ANTE MITIGAZIONE

L'applicazione del modello di simulazione sopra descritto ha permesso di stimare i livelli sonori con la realizzazione delle opere in progetto e con il Modello di Esercizio di progetto a regime.

Da un primo esame si nota che i superamenti maggiori si verificano nel periodo notturno e soprattutto nei tratti in cui vi è una sovrapposizione delle fasce di pertinenza con quelle delle infrastrutture stradali concorsuali in virtù della riduzione dei limiti acustici di norma.

Le valutazioni previsionali evidenziano l'impatto da rumore di origine ferroviaria con superamenti dei limiti acustici principalmente nel periodo notturno, nell'area è pertanto necessario prevedere idonei interventi di mitigazione che dovranno essere dimensionati in relazione al periodo più critico e cioè rispetto al periodo notturno.

Per una visualizzazione cromatica dei livelli sonori lungo tutto il tracciato, sono state prodotte le Mappe Acustiche Isofoniche Ante Mitigazione (Doc. RC1C03R22N5IM0004005 ÷ 008), relative ad un'altezza da piano campagna pari a 4 metri.

Le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati sono riportate nell'elaborato "Livelli Acustici in facciata Ante e Post Mitigazione" (cod. RC1C03R22TTIM0004001). All'interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato.

	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R. 22	RG	IM 0004 001	B	29 DI 40

8. METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO

Come noto, il DM Ambiente 29.11.2000 prevede che gli interventi finalizzati all'attività di risanamento acustico debbano essere effettuati secondo la seguente scala di priorità:

- a) **direttamente sulla sorgente sonora,**
- b) **lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore,**
- c) **direttamente sul ricettore,**

evidenziando che gli interventi di cui alla lettera c) sono adottati qualora mediante le tipologie di intervento di cui ai punti a) e b) non è tecnicamente conseguibile il raggiungimento dei valori limite di immissione (DPR 459/98), oppure qualora lo impongano valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale.

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.

8.1. 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)

	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R 22	RG	IM 0004 001	B	30 DI 40

- 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.



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:

	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R 22	RG	IM 0004 001	B	31 DI 40

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

Nei documenti allegati a progetti internazionali quali il *Progetto STAIRRS* e in quelli allegati alla Conferenza Unificata Stato-Regioni del 2012, sono state prese in considerazione diverse tipologie di interventi alla sorgente che consistono sostanzialmente in:

- a) interventi sul materiale rotabile (*ruote silenziate, sistema frenante, riprofilatura delle ruote*)
- b) interventi sul binario (*molatura della rotaia, sistemi smorzanti sul binario, "embedded rail", sistemi per lo "squeal noise" ovvero lo stridio in curva*).

Con specifico riferimento agli **interventi alla sorgente realizzabili sull'infrastruttura ferroviaria**, intesa come **sottosistema costituito da linee e impianti fissi** (*Dlgs 57/2019*) (tipologia b), RFI negli anni ha condotto, sull'infrastruttura, varie sperimentazioni di sistemi di abbattimento del rumore, d'intesa con gli Enti Locali coinvolti, allo scopo di verificare la possibilità di ricorrere a barriere antirumore di minore altezza sul piano del ferro e quindi meno impattanti sul territorio.

Nello specifico, per quanto riguarda la **molatura della rotaia**, si segnala che questa è già attuata nell'ambito delle politiche manutentive standard del binario; in ogni caso, non è opportuno considerarla nel dimensionamento degli interventi di mitigazione in quanto la sua efficacia ha un valore modesto, paragonabile alle approssimazioni del calcolo, ma soprattutto perché il suo effetto di riduzione delle emissioni viene velocemente vanificato, qualora il materiale rotabile in transito non sia sottoposto ad adeguata e continua manutenzione per quanto riguarda la regolarità delle ruote (onere in capo alle Imprese Ferroviarie e non al Gestore dell'infrastruttura).

Le altre soluzioni quali **l'embedded rail per i ponti in ferro** o i dispositivi per lo **squeal noise** per i tratti in curva di raggio ridotto, pure sperimentate da RFI, sono di carattere puntuale, ovvero legate a particolari condizioni locali e quindi non hanno una valenza generale nel processo di pianificazione e di progettazione degli interventi di mitigazione.

In particolare, il sistema dell'**embedded rail**, prevedendo l'inglobamento della rotaia in un materiale elastomerico, si può adottare solo su ponti metallici di nuova realizzazione.

Infine, si hanno gli smorzatori di vibrazione della rotaia, denominati **rail dampers**, che costituiscono un sistema finalizzato ad attenuare il rumore che si genera nella zona di contatto ruota-rotaia (*rumore da rotolamento*) durante il transito dei treni in normali condizioni di esercizio.

Sperimentazioni svolte sui 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 Steel (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 ed 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.

Inoltre, le varie sperimentazioni sono state eseguite su tratte di linee ferroviarie non AV/AC come la linea oggetto di studio e quindi non si conoscono né l'efficienza e né la risposta alle sollecitazioni dovute a velocità di transito dei treni superiori a 200km/h.

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.

	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R 22	RG	IM 0004 001	B	33 DI 40

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 dalla 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.

8.2. Requisiti Acustici Delle Barriere Antirumore

La scelta della tipologia di barriera antirumore è stata effettuata tenendo conto di tutti i criteri tecnici e progettuali atti a garantire l'efficacia globale dell'intervento. L'effetto di una barriera è condizionato dalla minimizzazione dell'energia acustica che, come noto, schematicamente si propaga attraverso:

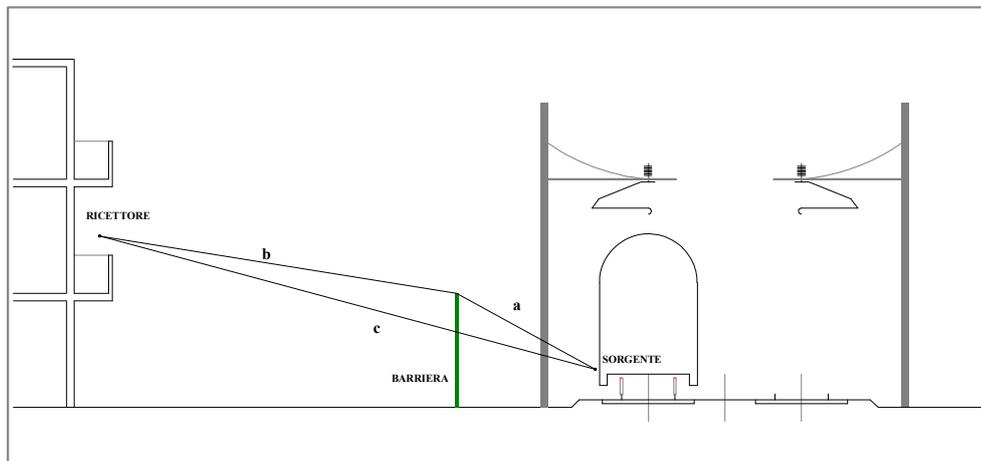
1. l'onda diretta, che, se la barriera non è sufficientemente dimensionata, giunge in corrispondenza del ricettore senza essere condizionata da ostacoli;
2. l'onda che giunge al ricettore dopo essere stata diffratta dal bordo superiore della barriera;
3. l'onda diffratta dal bordo superiore della barriera, riflessa dal suolo e quindi diretta verso il ricettore;
4. l'onda che si riflette tra la barriera e le pareti laterali dei vagoni;
5. l'onda che giunge al ricettore per trasmissione attraverso i pannelli che compongono la barriera;
6. l'onda riflessa sulla sede ferroviaria, diffratta dal bordo superiore della barriera e quindi diretta verso il ricettore.

7. l'onda assorbita.

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

Relativamente ai punti 4, 5, e 7 invece sono maggiormente influenti le caratteristiche acustiche dei materiali impiegati e le soluzioni costruttive adottate in particolare devono essere opportunamente definite le proprietà fonoisolanti e fonoassorbenti della barriera. L'abbattimento prodotto da una barriera si basa comunque principalmente sulle dimensioni geometriche. L'efficienza di una barriera è infatti strettamente legata alla differenza tra il cammino diffratto sul top dell'elemento e il cammino diretto (α):

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



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

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

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

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

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

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

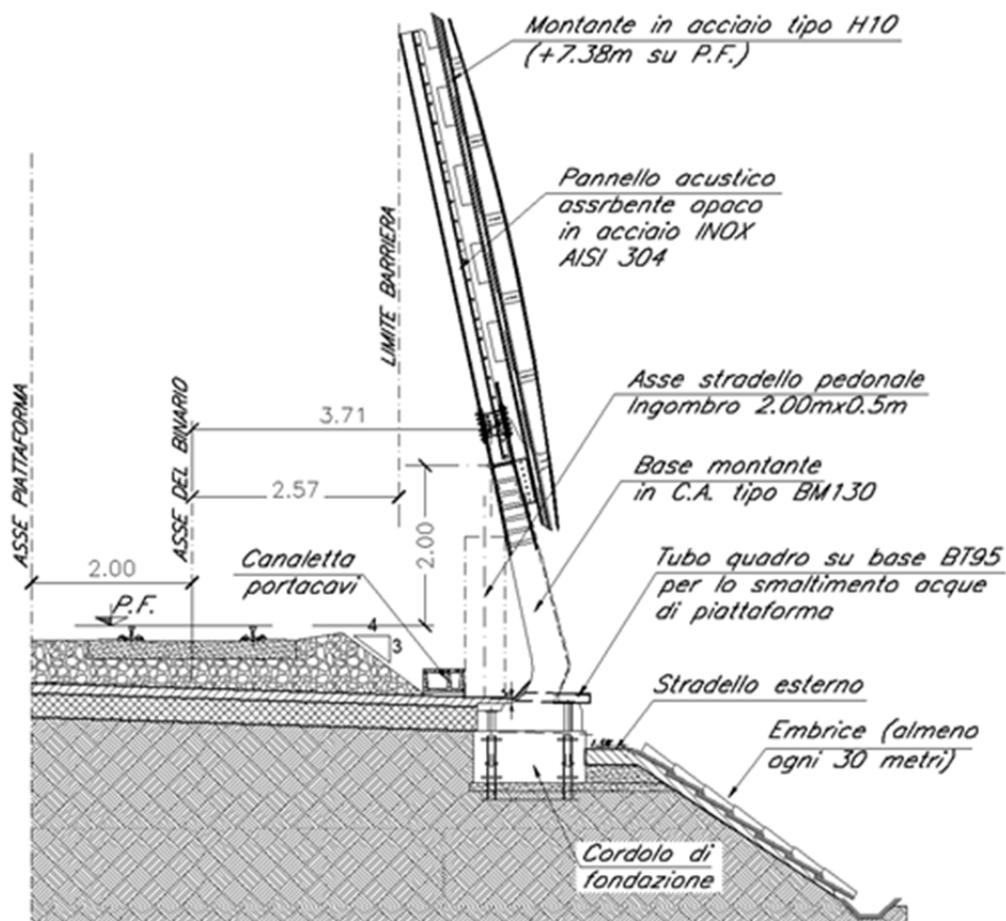
Freq.	α
125	0,30

250	0,60
500	0,80
1000	0,85
2000	0,85
4000	0,70

8.3. Descrizione Delle Barriere Antirumore

La soluzione adottata è costituita dal tipologico di schermo acustico che RFI ha appositamente sviluppato. In relazione agli interventi previsti, nelle successive fasi di progettazione andrà verificato l'esatto posizionamento della barriera antirumore rispetto a quanto ipotizzato in questa prima fase.

La barriera Standard RFI è nello specifico composta da un basamento in calcestruzzo fino a 2 m sul p.f. per un'altezza complessiva di 2,80 m, sormontato da una pannellatura leggera fino all'altezza di barriera indicata dal dimensionamento acustico.

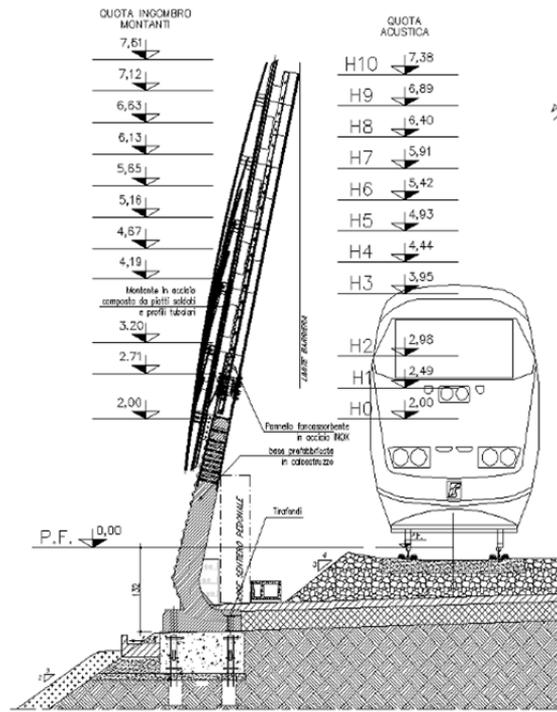


Sul basamento in cls è ancorata una struttura in acciaio che è costituita da un traliccio composto da un tubo in acciaio e due tondi calandrati a formare ciascuno un arco in un piano diagonale. La pannellatura leggera da realizzarsi sopra la parte in cls sarà interamente costituita pannelli fonoassorbenti in acciaio inox.

Al fine di ottenere il massimo rendimento acustico del sistema, 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 2.57 m (vedi figura)

Nelle immagine seguente è riportato un tipologico con indicazione delle quote acustiche delle tipologie di barriere installabili.



8.4. GLI INTERVENTI SUGLI EDIFICI

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

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

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

Questa soluzione può essere utilizzata nel caso in cui si 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:

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R 22	RG	IM 0004 001	B	37 DI 40

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).

Essendo la normativa UNI 8204 ritirata ma non sostituita è stata presa come riferimento per la classificazione degli infissi e per le caratteristiche fonoisolanti di essi. Vi 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, sono pertanto 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 dB(A); la classe R2 le soluzioni che garantiscono un RW compreso tra 27 e 35 dB(A); la classe R3 tutte quelle soluzioni che offrono un RW superiore a 35 dB(A). I serramenti esterni che offrono un potere fonoisolante minore di 20 dB(A) non sono presi in considerazione.

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

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

----- CLASSE R1 - $20 \leq RW \leq 27$ dB(A) -----
- Vetro semplice con lastra di medio spessore (4÷6 mm), e guarnizioni addizionali. Doppio vetro con lastre di limitato spessore (3 mm), e distanza tra queste di almeno 40 mm.
----- CLASSE R2 - $27 \leq RW \leq 35$ dB(A) -----
- Vetro semplice con lastra di elevato spessore (8÷10 mm) e guarnizioni addizionali. Vetro stratificato antirumore con lastra di medio/elevato spessore (6÷8 mm) e guarnizioni addizionali. - Doppio vetro con lastre di medio spessore (4÷6 mm) guarnizioni addizionali e distanza tra queste di almeno 40 mm. - Doppia finestra con vetri semplici di spessore medio (4÷6 mm) senza guarnizioni addizionali.
----- CLASSE R3 - $RW > 35$ dB(A) -----

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

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

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

9. Le opere di mitigazione sul territorio e i livelli acustici post mitigazione

Il dimensionamento degli interventi di mitigazione acustica è stato finalizzato all'abbattimento dai livelli acustici prodotti dall'infrastruttura ferroviaria.

La scelta progettuale è stata quella di privilegiare l'intervento sull'infrastruttura stessa.

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

Complessivamente è stata prevista la messa in opera di 1558,00 metri di barriere antirumore, con l'utilizzo di moduli da +4,44 m su p.f. a +7,38m su p.f..

Gli interventi sono rappresentati graficamente nelle *Mappe acustiche post mitigazione diurne e notturne* (Doc RC1C03R22N5IM0004009 ÷ 012) e nella *Planimetria di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica* (codifica elaborati RC1C03R22P6IM0004008÷014) indicate con dimensione e tipologia nella tabella seguente.

Si evidenzia che l'altezza dei manufatti è considerata sempre rispetto alla quota del piano del ferro eccetto dove eventualmente diversamente specificato:

BARRIERE ANTIRUMORE PFTE LINEA AV SA - RC – RADDOPPIO COSENZA – PAOLA /S. LUCIDO								
Codice Barriera	Lato	Linea	Modalità realizzazione	Altezza da p.f.	Km inizio	km fine	Lungh m	Tipologia Sede Ferroviaria
BA_D_001	Dispari	AV	H10 Su muro Trincea	15,39	Km 19+307.00	Km 19+465.00	162	Trincea
BA_D_002	Dispari	AV	H10	7,38	Km 19+465.00	Km 19+570.00	105	Rilevato
BA_D_003	Dispari	AV	H4	4,44	Km 19+570.00	Km 19+590.00	20	Viadotto
BA_D_004	Dispari	AV	H10	7,38	Km 19+590.00	Km 19+653.00	59	Rilevato
BA_D_005	Dispari	AV	H10	7,38	Km 19+653.00	Km 19+711.00	58	Rilevato
BA_D_006	Dispari	AV	H4	4,44	Km 19+740.00	Km 19+760.00	22	Viadotto

	LINEA COSENZA – PAOLA / S.LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
RELAZIONE ACUSTICA GENERALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC1C	03 R 22	RG	IM 0004 001	B	39 DI 40

BARRIERE ANTIRUMORE PFTE LINEA AV SA - RC – RADDOPPIO COSENZA – PAOLA /S. LUCIDO								
Codice Barriera	Lato	Linea	Modalità realizzazione	Altezza da p.f.	Km inizio	km fine	Lunghezza m	Tipologia Sede Ferroviaria
BA_D_007	Dispari	AV	H5	4,93	Km 19+760.00	Km 20+081.00	319	Rilevato
BA_D_008	Dispari	AV	H4	4,44	Km 20+081.00	Km 20+111.00	30	Viadotto
BA_D_009	Dispari	AV	H4	4,44	Km 20+111.00	Km 20+892.00	781	Rilevato
BARRIERE LATO DISPARI							1588,00	
TOTALE BARRIERE							1558,00	

Si evidenzia che nel caso in cui la realizzazione delle barriere antirumore è prevista in corrispondenza di muri di recinzione o muri di sostegno i montanti e la pannellatura verranno posati sulla testa dell'opera nei tratti coincidenti, con un'elevazione in altezza tale da rispettare la quota acustica indicata in tabella riferita sempre al piano ferro.

Gli interventi di mitigazione acustica sono rappresentati graficamente ed indicati con dimensione e tipologia nella *Planimetria di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica* (codifica elaborati RC1C03R22P6IM0004008÷014) e nelle *Mappe Acustiche Post Mitigazione Diurne e Notturne* (Elab. RC1C03R22N5IM0004009 ÷ 012).

Gli estremi della schermatura acustica indicati nella tabella potranno subire minime modifiche in fase di progettazione e realizzazione in funzione delle reali condizioni al contorno, ma comunque di entità tale da non modificare l'efficacia mitigativa complessiva. Laddove la continuità delle barriere antirumore non è stata possibile per interferenza con altre opere di progetto (fabbricati di stazione, accessi, PT ecc.) dovrà essere ristabilita nel caso in cui, nelle fasi successive, la localizzazione di tali opere non dovesse coincidere col progetto in esame.

Come si evince dai dati riportati negli Output del modello di calcolo (elaborato "*Livelli Acustici in facciata Ante e Post Mitigazione*" RC1C03R22TTIM0004001), a fronte del dimensionamento proposto degli interventi di mitigazione acustica lungo linea è possibile abbattere considerevolmente i livelli sonori in corrispondenza dei ricettori protetti da barriera antirumore, garantendo quasi ovunque il rispetto dei limiti imposti dalla normativa vigente.

In merito ai superamenti residui, riportati per semplicità nella tabella sottostante, si segnala come gli sforamenti ai limiti normativi, per i ricettori, siano ascrivibili principalmente alla riduzione dei limiti acustici di norma dovuti alla concorsualità delle infrastrutture stradali presenti e alla loro posizione in quota rispetto alla linea ferroviaria di progetto, mentre in altri casi si è dovuto interrompere la continuità della barriera di progetto per interferenza con le opere annesse alla linea ferroviaria.

Infine, per quanto riguarda i superamenti anche post mitigazione, n. 9 edifici di cui 6 Residenziali e 3 Edifici Scolastici, facenti parte dello stesso plesso, si prevedono interventi diretti tali da ottenere il rispetto del limite interno.

Caratteristiche Ricettori			Fascia Ferroviaria	Fascia infrastruttura concorsuale	Classe acustica PCCA (DPCM 14/11/1997) PRG (DPCM 1/3/1991)	Limiti Acustici di Riferimento		FASE ESERCIZIO - ANTE MITIGAZIONE				FASE ESERCIZIO - POST MITIGAZIONE			
								Livelli Acustici in Facciata		Impatto Acustico Residuo in Facciata		Livelli Acustici in Facciata		Impatto Acustico Residuo in Facciata	
Numero Ricettore	Destinazione d'uso	Piano				Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)
1130	RES	p. terra	B	---	---	65	55	62,0	63,6	-	8,6	56,8	55,6	-	0,6
1130	RES	piano 1	B	---	---	65	55	62,4	64,1	-	9,1	57,2	56,3	-	1,3
1130	RES	piano 2	B	---	---	65	55	62,9	64,7	-	9,7	57,6	57,0	-	2,0
1133	RES	p. terra	B	B	---	62	52	56,8	58,2	-	6,2	53,3	52,6	-	0,6
1133	RES	piano 1	B	B	---	62	52	59,2	60,7	-	8,7	54,7	54,0	-	2,0
1133	RES	piano 2	B	B	---	62	52	59,5	61,1	-	9,1	54,9	54,3	-	2,3
1135	RES	p. terra	B	B	---	62	52	58,0	59,5	-	7,5	53,8	53,3	-	1,3
1135	RES	piano 1	B	B	---	62	52	59,2	60,7	-	8,7	54,6	54,0	-	2,0
1143	RES	piano 1	B	---	---	65	55	61,0	62,6	-	7,6	55,4	55,8	-	0,8
1144	RES	p. terra	B	---	---	65	55	64,1	65,8	-	10,8	57,5	58,6	-	3,6
1144	RES	piano 2	B	---	---	65	55	64,6	66,3	-	11,3	58,2	59,1	-	4,1
1145	RES	p. terra	B	---	---	65	55	63,2	64,9	-	9,9	55,3	56,2	-	1,2
1145	RES	piano 1	B	---	---	65	55	63,5	65,2	-	10,2	55,9	56,8	-	1,8
1145	RES	piano 2	B	---	---	65	55	63,9	65,6	-	10,6	56,6	57,2	-	2,2
10001	SCH	piano 2	---	---	Classe I	50	40	50,7	25,5	0,7	-	50,7	25,5	0,7	-
10002	SCH	p. terra	---	---	Classe I	50	40	53,3	36,3	3,3	-	53,3	36,3	3,3	-
10002	SCH	piano 1	---	---	Classe I	50	40	53,5	36,4	3,5	-	53,5	36,4	3,5	-
10003	SCH	piano 2	---	---	Classe I	50	40	51,6	37,7	1,6	-	51,6	37,7	1,6	-