

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



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

PROGETTO DEFINITIVO

DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE
LOTTO 1+2

STUDIO ACUSTICO

Relazione Generale

SCALA:

-

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

RS3Z 00 D 22 RG IM0004 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	R.Azzarito	12.2019	A.Corvaja	12.2019	A. Barreca	12.2019	C.Ercolani
B	Emissione Esecutiva a seguito di ODI	R.Azzarito	09.2021	A.Corvaja	09.2021	A. Barreca	09.2021	C. Ercolani PER EMISSIONE ITALFERR S.p.A. Dott.ssa Carolina Ercolani S.O. Ambiente
C	Emissione Esecutiva	R.Azzarito	11.2021	A.Corvaja	11.2021	A. Barreca	11.2021	

File: RS3Z00D22RGIM0004001C.doc

n. Elab.:

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

INDICE

1	PREMESSA	4
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
	2.1 Legge Quadro 447/95	6
	2.2 D.P.R. 459/98	8
	2.3 D.P.R. 142/04	9
	2.4 Decreto per la predisposizione degli interventi antirumore da parte dei gestori delle infrastrutture (DM 29/11/2000)	11
3	CONCORSUALITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO	13
4	LIMITI ACUSTICI E APPLICAZIONE DELLE CONCORSUALITÀ	14
5	LIMITI ACUSTICI E AREE DI ESPANSIONE	17
6	LIMITI ACUSTICI E ZONIZZAZIONI ACUSTICHE DEI COMUNI INTERESSATI	18
7	CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM	19
	7.1 Descrizione dei ricettori	19
	7.1.1 Il censimento dei ricettori	19
	7.2 Stima dei livelli acustici Ante Operam	20
8	GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	23
	8.1 Illustrazione delle tecniche previsionali adottate	23
	8.2 Dati di input del modello	24
	8.2.1 Modello di esercizio	25
	8.2.2 Emissioni dei rotabili	27
	8.3 Caratterizzazione acustica della sorgente e taratura del modello di simulazione	28
9	CONSIDERAZIONI SUI LIVELLI SONORI ANTE MITIGAZIONE	31
10	METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO	32
	10.1 Interventi alternativi di mitigazione del rumore ferroviario	32
	10.2 Barriere antirumore - Requisiti acustici	34

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

10.3	Descrizione delle barriere antirumore	35
10.4	Gli interventi sugli edifici	37
11	LE OPERE DI MITIGAZIONE SUL TERRITORIO E I LIVELLI ACUSTICI <i>POST MITIGAZIONE</i>	40

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

1 PREMESSA

Il presente documento contiene i risultati dello studio relativo all'impatto acustico prodotto dalla realizzazione del progetto ferroviario della tratta "Fiumetorto - Lercara Dir.", Lotto 1+2 nell'ambito del nuovo collegamento Palermo - Catania.

Il tracciato di progetto, un doppio binario di lunghezza pari a circa 30 km, si sviluppa dalla stazione di Fiumetorto (Termini Imerese) all'altezza della diramazione dalla Linea direttrice Palermo-Messina, sino alla Nuova Stazione di Lercara Diramazione, ove si allaccia al Lotto 3 della stessa Linea di progetto nuovo collegamento Palermo-Catania.

Dei 30 km di tracciato, circa 21 km si sviluppano in galleria (e distaccandosi dalla Linea attuale, da dismettere). Le tratte allo scoperto invece seguono la traccia della Linea attuale.

Viadotti e rilevati si alternano nelle parti allo scoperto, con presenza di brevi tratte in trincea.

Il presente studio riguarda gli scenari relativi alle Macrofasce di progetto 1 (Modello di Esercizio intermedio) e 2 (Modello di Esercizio a regime). Pertanto, gli interventi di mitigazione acustica previsti, quelli per la Macrofase 2, se riferiti alla prima Macrofase di progetto, possono considerarsi cautelativi a causa del minor numero di transiti dei convogli.

L'iter metodologico seguito -nel rispetto del Manuale di Progettazione RFI delle Opere Civili cod. RFI DTC SI AM MA IFS 001 B del 21.12.2018- può essere schematizzato secondo le fasi di lavoro di seguito riportate:

- Individuazione dei valori limite di immissione secondo il DPR 459/98 (decreto sul rumore ferroviario), il DMA 29/11/2000 (piani di contenimento e di risanamento acustico) e DPR 142/04 (decreto sul rumore stradale) per tener conto della concorsualità del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali presenti all'interno dell'ambito di studio. Al di fuori della fascia di pertinenza acustica ferroviaria si analizzano i limiti dettati dalle Classificazioni Acustiche dei Comuni interessati. Nella fattispecie, si è riscontrata assenza di Piano di Classificazione Acustica per tali Comuni e, di conseguenza, sono stati presi a riferimento i Limiti Transitori ("Tutto il territorio nazionale") descritti nel D.P.C.M. 1/3/91, desunti dall'analisi dei Piani Regolatori Generali.
- Caratterizzazione ante operam. In questa fase dello studio è stato analizzato il territorio allo stato attuale (situazione ante operam) identificando gli ingombri e le volumetrie di tutti i fabbricati presenti con particolare riguardo alla destinazione d'uso, all'altezza e allo stato di conservazione dei ricettori potenzialmente impattati e ricadenti nella fascia di pertinenza acustica ferroviaria (250 m per lato); è stata altresì effettuata una verifica di clima acustico all'interno delle aree di espansione residenziale così come individuate dai PRG comunali. Tali analisi sono state estese fino a 300m per lato, per tener conto dei primi fronti edificati presenti al di fuori della fascia di pertinenza ferroviaria.
- Livelli acustici ante mitigazione. Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla valutazione dei livelli acustici con la realizzazione del progetto in esame. Gli algoritmi di calcolo scelti per valutare la propagazione dell'onda sonora emessa dall'infrastruttura ferroviaria fanno riferimento al metodo Schall 03, DIN 18005. I risultati del modello di simulazione sono stati quindi messi a confronto con i limiti acustici della linea, eventualmente ridotti per la presenza infrastrutture concorrenti così come previsto dal D.M. 29 novembre 2000.
- Metodi per il contenimento dell'inquinamento acustico. In questa parte dello studio sono state descritte le tipologie di intervento da adottare indicandone i requisiti acustici minimi.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

- Individuazione degli interventi di mitigazione. L'obiettivo è stato quello di abbattere le eccedenze acustiche dai limiti di norma mediante l'inserimento di barriere antirumore. Sono state a tale scopo previste barriere di modulo standard RFI da H0 a H3 (da 3,32 metri da piano di posa a 5,27 metri da piano di posa – in caso di tipologia ferroviaria a rilevato, da 2 metri da piano ferro a 3,95 metri da piano ferro).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

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

III - AREE DI TIPO MISTO

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

IV - AREE DI INTENSA ATTIVITÀ UMANA

Rientrano in questa classe:

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

V - AREE PREVALENTEMENTE INDUSTRIALI

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

VI - AREE ESCLUSIVAMENTE INDUSTRIALI

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

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

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

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

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

2.2 D.P.R. 459/98

Per quanto concerne la disciplina del rumore ferroviario, il D.P.C.M del 14/11/97, coerentemente con quanto previsto dalla Legge Quadro 447/95, rimanda pertanto al D.P.R. n. 459 del 18/11/98.

Di seguito, si sintetizzano i contenuti salienti del regolamento.

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

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

1. Per scuole, ospedali, case di cura, e case di riposo il limite è di 50 dBA nel periodo diurno e di 40 dBA nel periodo notturno. Per le scuole vale solo il limite diurno;
2. Per i ricettori posti all'interno della fascia A di pertinenza ferroviaria, il limite è di 70 dBA nel periodo diurno e di 60 dBA nel periodo notturno;
3. Per i ricettori posti all'interno della fascia B di pertinenza ferroviaria, il limite è di 65 dBA nel periodo diurno e di 55 dBA nel periodo notturno;
4. Oltre la fascia di pertinenza, valgono i limiti previsti dai piani di zonizzazione acustica comunali

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

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

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

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

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

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

2.3 D.P.R. 142/04

In data 1 Giugno 2004 viene pubblicato il Decreto del Presidente della Repubblica 30 marzo 2004, n. 142, - "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447".

Il decreto per le infrastrutture stradali, così come previsto dal suddetto art. 5 del D.P.C.M. 14/11/1997, fissa le fasce di pertinenza a partire dal confine dell'infrastruttura (art. 3 comma 3) ed i limiti di immissione che dovranno essere rispettati.

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

Sono in particolare indicate le seguenti classi di strade:

A - Autostrade

B - Strade extraurbane principali

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

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

E - Strade urbane di quartiere

F - Strade locali

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

Strade di nuova realizzazione

TIPI DI STRADA Secondo codice della strada	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo D.M. 5.11.02 - Norme funz. E geom. Per la costruzione delle strade)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(a)	Notturmo dB(a)	Diurno dB(a)	Notturmo dB(a)
A- autostrada		250	50	40	65	55
B - extraurbane principali		250	50	40	65	55
C - extraurbane secondarie	C 1	250	50	40	65	55
	C 2	150	50	40	65	55
D - urbane di scorrimento		100	50	40	65	55
E - urbane di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come previsto dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			
F - locali		30				

* per le scuole vale il solo limite diurno

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

TIPI DI STRADA Secondo codice della strada	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo Norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(a)	Notturmo dB(a)	Diurno dB(a)	Notturmo dB(a)
A- autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbane principali		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbane secondarie	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbane di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le strade urbane di scorrimento)	100			65	55
E - urbane di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come previsto dall'art. 5, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			
F - locali		30				

* per le scuole vale il solo limite diurno

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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;

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

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

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

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

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

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

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

3 CONCORSUALITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO

La verifica di concorsualità, come indicata dall'Allegato 4 del DM 29/11/2000 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto", richiede in primo luogo l'identificazione degli ambiti interessati dalle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale e dalle infrastrutture secondarie presenti sul territorio. La verifica è di tipo geometrico e viene svolta considerando le aree di sovrapposizione tra le fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie potenzialmente concorsuali.

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

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

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

- Autostrada A19 "Palermo-Catania" - strada esistente di categoria A;
- Strada Statale 113 "Settentrionale Sicula" - strada esistente di categoria Ca;
- Strada Statale 120 "dell'Etna e delle Madonie" - strada esistente di categoria Ca.

Le fasce di pertinenza considerate,

per la Autostrada A19: Fascia A 100 metri – Fascia B 150 metri oltre Fascia A,

per la Strada Statale 113: Fascia A 100 metri – Fascia B 150 metri oltre Fascia A,

per la Strada Statale 120: Fascia A 100 metri – Fascia B 150 metri oltre Fascia A,

sono riportate nelle Planimetrie di censimento dei ricettori e nelle Planimetrie di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (elaborati RS3Z00D22P6IM0004001÷22).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

4 LIMITI ACUSTICI E APPLICAZIONE DELLE CONCURSUALITÀ

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

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

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

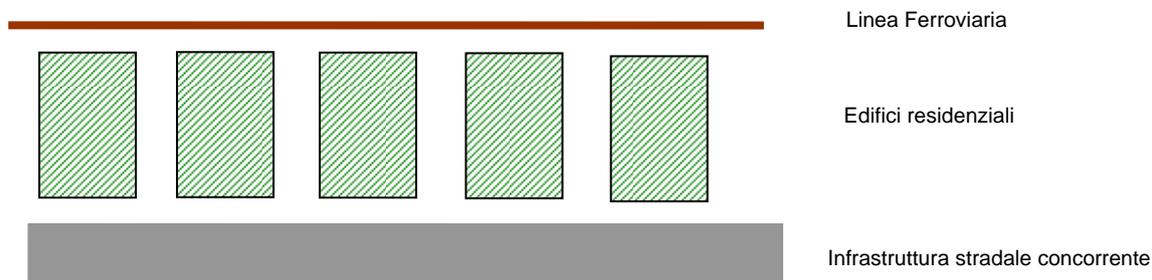
Tabella A – Valori di riferimento in assenza di sorgenti concorsuali

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

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

Infatti, ove la linea ferroviaria e l'infrastruttura stradale concorrente insistono su fronti opposti di nuclei di residenziali consolidati, la presenza stessa dell'edificio costituirebbe un ostacolo alla propagazione dell'uno o dell'altro contributo acustico e pertanto non vi dovrebbe essere concorsualità effettiva.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C



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

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

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

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

Δ = riduzione egualmente ponderata dei singoli valori limite

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

Tabella B – Valori di soglia in presenza di sorgenti concorsuali

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C	FOGLIO 16 di 41

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

5 LIMITI ACUSTICI E AREE DI ESPANSIONE

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

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

6 LIMITI ACUSTICI E ZONIZZAZIONI ACUSTICHE DEI COMUNI INTERESSATI

Per l'articolo 4 e 5 del DPR 459/98 i ricettori che ricadono al di fuori della fascia di pertinenza acustica dell'infrastruttura devono rispettare i limiti della tabella C del DPCM 14/11/97, ossia i limiti imposti dalle zonizzazioni acustiche comunali attraversate dalla linea ferroviaria. Tuttavia, tutti i comuni interessati risultano sprovvisti di Piano di zonizzazione acustica.

Per quanto concerne la classificazione del territorio, di conseguenza, sono stati presi a riferimento i Limiti Transitori ("Tutto il territorio nazionale") descritti nel D.P.C.M. 1/3/91, desunti dall'analisi dei Piani Regolatori Generali.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

7 CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM

7.1 Descrizione dei ricettori

Il tracciato di progetto, un doppio binario di lunghezza pari a circa 30 km, si sviluppa dalla stazione di Fiumetorto (Termini Imerese) all'altezza della diramazione dalla Linea direttrice Palermo-Messina, sino alla Nuova Stazione di Lercara Diramazione, ove si allaccia al Lotto 3 della stessa Linea di progetto nuovo collegamento Palermo-Catania.

Dei 30 km di tracciato, circa 21 km si sviluppano in galleria (e distaccandosi dalla Linea attuale, da dismettere). Le tratte allo scoperto invece seguono sostanzialmente la traccia della Linea attuale.

7.1.1 Il censimento dei ricettori

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

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

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 1:2.000 (elaborati RS3Z00D22P6IM0004001÷19).

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;
- Industriale, artigianale;
- Commerciale, servizi;
- Ruderi, 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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

Le schede sono riportate nel documento RS3Z00D22SHIM0004001.

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 binario¹
 - 1 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria A)
 - 2 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria A)
 - 3 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria B)
 - 4 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria B)
 - 5 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto (oltre 250 m)
 - 6 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto (oltre 250 m)

ZZZ è il numero progressivo del ricettore anomalia

B) *Dati localizzativi*

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

C) *Dati caratteristici dell'edificio esaminato*

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

D) *Caratterizzazione degli infissi*

- Numero infissi fronte parallelo e/o obliqui

E) *Altre sorgenti di rumore*

F) *Note*

7.2 Stima dei livelli acustici Ante Operam

Sebbene il DPR 459/98 indichi esclusivamente limiti acustici per la ferrovia in progetto Post Operam e non contempli valutazioni in merito al criterio differenziale (confronto post/ante operam), a titolo meramente indicativo vengono comunque fornite Mappe isofoniche dello

¹ Possibili anomalie di corrispondenza tra numerazione e fascia di appartenenza

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

scenario Ante Operam (periodi diurno e notturno), relativamente al rumore di origine ferroviaria, in coerenza con i dettami del citato DPR 459/98, nelle aree in cui la ferrovia esistente rientra nell'ambito di studio acustico della linea in progetto.

Tali elaborati grafici *Mappe Acustiche - Ante Operam Stato Attuale - H=4,00m da Piano Campagna* presentano codifica RS3Z00D22N5IM0004005÷6

Si fa presente che è stata comunque condotta una campagna di monitoraggio presso 3 sezioni di misura che hanno permesso la caratterizzazione della sorgente ferroviaria (punti PR) nonché la valutazione del clima acustico ambientale in corrispondenza delle 6 postazioni PS. Per i dettagli si rimanda all'apposito "Report indagini acustiche" (elaborato RS3Z00D22RHM0004001)

A tal proposito si riportano tabella riepilogative con indicazione dei risultati ottenuti presso le postazioni di misura dei rilievi effettuati, ove poter discernere tra rumore di origine ferroviaria ($L_{eq,tr}$) e rumore residuo ($L_{eq,r}$).

PR1	$L_{eq,TR}$	$L_{eq,R}$	$L_{eq,A}$
Giorno	54,2	54,4	57,3
Notte	46,3	46,1	49,2

PS1	$L_{eq,TR}$	$L_{eq,R}$	$L_{eq,A}$
Giorno	47,8	49,9	51,4
Notte	39,5	40,6	44,1

PS2	$L_{eq,TR}$	$L_{eq,R}$	$L_{eq,A}$
Giorno	50,7	49,3	53,1
Notte	42,6	41,7	45,3

PR2	$L_{eq,TR}$	$L_{eq,R}$	$L_{eq,A}$
Giorno	47,0	44,7	49,0
Notte	37,3	42,4	43,6

PS3	$L_{eq,TR}$	$L_{eq,R}$	$L_{eq,A}$
Giorno	44,5	53,9	54,4
Notte	32,7	49,7	49,8

PS4	$L_{eq,TR}$	$L_{eq,R}$	$L_{eq,A}$
Giorno	42,7	54,5	54,8
Notte	31,4	47,4	47,5

PR3	$L_{eq,TR}$	$L_{eq,R}$	$L_{eq,A}$
Giorno	51,8	43,6	52,4
Notte	37,3	31,7	38,4

PS5	$L_{eq,TR}$	$L_{eq,R}$	$L_{eq,A}$
Giorno	52,3	50,6	54,6
Notte	41,6	38,2	43,4

PS6	$L_{eq,TR}$	$L_{eq,R}$	$L_{eq,A}$
Giorno	46,6	54,6	55,2
Notte	32,9	52,0	52,0

Infine, nell'elaborato Output del modello di simulazione *Livelli acustici in facciata Ante e Post Operam* cod. RS3Z00D22TTIM0004001 vengono altresì riportati i livelli sonori relativi a tale scenario Ante Operam presso ciascun piano di ogni ricettore ricadente nell'ambito di studio acustico.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

Il territorio attraversato dal tracciato di progetto interessa aree sostanzialmente agricole e poco urbanizzate.

Allontanandosi dalla linea, il contributo del rumore ferroviario scema sino a divenire sorgente secondaria.

Visto che tutti i comuni interessati dal tracciato di progetto sono sprovvisti di Piano di zonizzazione acustica, si può supporre che il clima acustico ambientale Ante Operam a ridosso della fascia di pertinenza ferroviaria, oltre i 250 metri dal binario più esterno, sia rappresentato dai Limiti Transitori (“Tutto il territorio nazionale”) descritti nel D.P.C.M. 1/3/91.

Si sottolinea come a detti livelli acustici contribuiscano anche infrastrutture viarie, in primis la S.S. 113, la S.S. 120 e l'Autostrada A19. Altri contributi al clima acustico ambientale sono senza dubbio apportati dalle viabilità minori interferenti e da attività antropiche.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

8 GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

8.1 Illustrazione delle tecniche previsionali adottate

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

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

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

Tale modello è sviluppato dalla Braunstein & Berndt GmbH sulla base di norme e standard definiti dalle ISO da altri standards utilizzati localmente come le Shall 03 e DIN 18005 emanate della Germania Federale, le ÖAL 30 Austriache e le Nordic Kilde 130.

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

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

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

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

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

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

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

coefficienti che tengono conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati.

8.2 Dati di input del modello

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

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

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

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

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

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

- Punti quota
- Curve di livello
- Bordi stradali
- Bordi del rilevato ferroviario

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

- Sommità e base di rilevati e trincee

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

8.2.1 Modello di esercizio

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

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

Il modello di esercizio, inteso come numero di transiti giornalieri suddivisi per periodo diurno/notturno e velocità di percorrenza per ogni tipologia di convoglio è stato acquisito dal documento di progetto *Relazione Tecnica di Esercizio* (cod. RS3Z00D16RGES0001001), ed è illustrato nelle tabelle seguenti.

Si riportano anche i transiti relativi alla Macrofase 1 di progetto al fine di poter constatare come siano meno consistenti di quelli della Macrofase 2.

Modello di esercizio scenario di progetto Macrofase 1

Ripartizione diurna (06:00-22:00) tra linea nuova e linea esistente Prima Macrofase Funzionale			
		Lotto 1+2 FIUMETORTO- LERCARA DIR. [treni/gg]	
Macrofase 1 GIORNO	Linea Nuova	Intercity	7
		Regionali Veloci	27
		Merci	3
		Regionali	37
	Totale Treni su Linea Nuova		74
Linea Esistente	Regionali-Totale Treni su Linea Esistente	-	
Totale Modello di Esercizio di 1° Fase - Diurno		74	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

Ripartizione notturna (22:00-06:00) tra linea nuova e linea esistente Prima Macrofase Funzionale			
		Lotto 1+2 FIUMETORTO- LERCARA DIR. [treni/gg]	
Macrofase 1 <u>NOTTE</u>	Linea Nuova	Intercity	1
		Regionali Veloci	3
		Merci	1
		Regionali	3
	Totale Treni su Linea Nuova		8
	Linea Esistente	Regionali-Totale Treni su Linea Esistente	-
Totale Modello di Esercizio di 1° Fase - Notturmo		8	

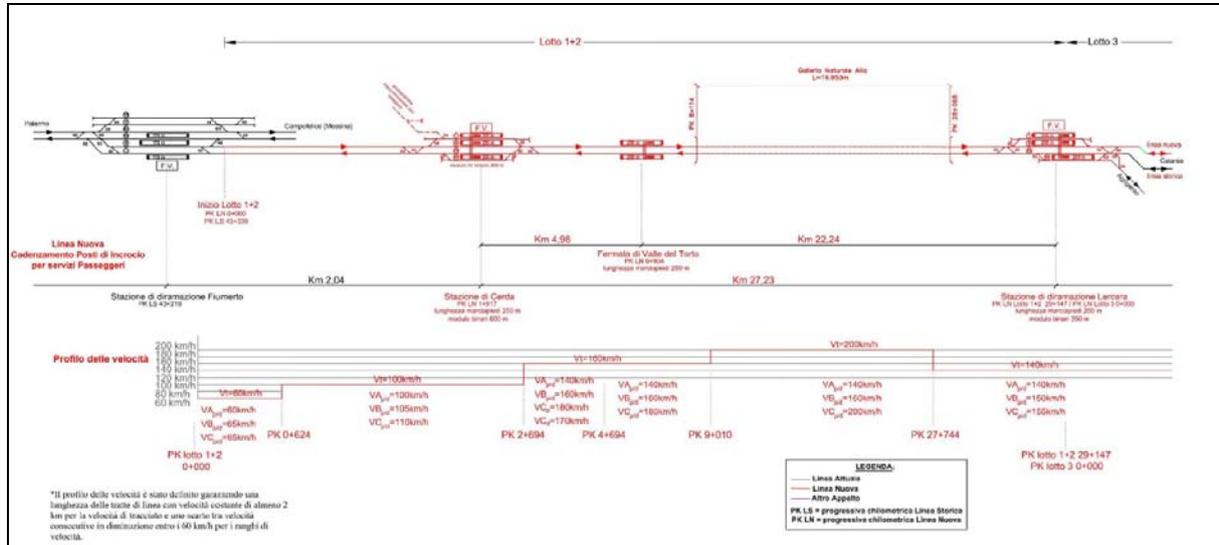
Modello di esercizio scenario di progetto Macrofase 2

Ripartizione diurna (06:00-22:00) tra linea nuova e linea esistente Seconda Macrofase Funzionale			
		Lotto 1+2 FIUMETORTO- LERCARA DIR. [treni/gg]	
Macrofase 2 <u>GIORNO</u>	Linea Nuova	Intercity	10
		Regionali Veloci	32
		Merci	5
		Regionali	44
	Totale Treni su Linea Nuova		91
	Linea Esistente	Regionali-Totale Treni su Linea Esistente	-
Totale Modello di Esercizio di 2° Fase - Diurno		91	

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

Ripartizione notturna (22:00-06:00) tra linea nuova e linea esistente Seconda Macrofase Funzionale		Lotto 1+2 FIUMETORTO- LERCARA DIR. [treni/gg]
Macrofase 2 NOTTE	Linea Nuova	Intercity 2 Regionali Veloci 4 Merci 2 Regionali 4 Totale Treni su Linea Nuova 12
	Linea Esistente	Regionali-Totale Treni su Linea Esistente -
	Totale Modello di Esercizio di 2° Fase - Notturmo 12	

Profilo delle Velocità



Dall'analisi dei layout funzionali riportati nell'elaborato sopra citato si evince come le velocità siano discretizzate per tratta e tipologia di convogli. Le velocità dei treni merci sono limitate a 100 km/h.

8.2.2 Emissioni dei rotabili

Le emissioni sonore da associare alle tipologie di convoglio ferroviario regionali previste nel Modello di Esercizio di progetto sono state ricavate da una campagna di rilievi fonometrici

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

appositamente eseguita nell'ambito della Linea attuale in corrispondenza di una sezione di misura. Per i dettagli si rimanda all'apposito "Report indagini acustiche" (elaborato RS3Z00D22RHM0004001), nel quale sono riportate anche tutte le grandezze acustiche acquisite per ciascun transito avvenuto nell'arco delle 24 ore della misura.

Tale campagna ha permesso:

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

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

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

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

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

A partire dai dati così elaborati è stato anche possibile ricavare il valore del Livello Equivalente diurno e notturno sia nei 3 PR che nei 6 PS.

8.3 Caratterizzazione acustica della sorgente e taratura del modello di simulazione

Inserendo nella libreria del modello di simulazione i valori di emissione così come rilevati sperimentalmente, ed il Modello di Esercizio effettivo (numero di transiti realmente avvenuti nelle 24 ore di misura) associato alla linea ferroviaria esistente, sono stati calcolati i Livelli

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

Equivalenti diurni e notturni in corrispondenza dei punti di misura e controllo PR e PS, ricavando i seguenti valori:

punti di misura e controllo	Valori simulati		Valori misurati		Scarti simulati-misurati	
	Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n
PR1	54,1	47,8	54,2	46,3	-0,1	1,5
PS1	48,3	42	47,8	39,5	0,5	2,5
PS2	49,3	43	50,7	42,6	-1,4	0,4
PR2	46,5	38,2	47	37,3	-0,5	0,9
PS3	43,8	31,5	44,5	32,7	-0,7	-1,2
PS4	42,3	32,2	42,7	31,4	-0,4	0,8
PR3	51,5	38,5	51,8	37,3	-0,3	1,2
PS5	51,5	42,9	52,3	41,6	-0,8	1,3
PS6	46,0	33,8	46,6	32,9	-0,6	0,9
media degli scarti sui punti PS					-0,5	0,9

In corrispondenza dei punti di controllo (PS), si osserva una buona corrispondenza dei valori simulati rispetto a quelli misurati, con medie degli scarti ovunque contenute entro i 2,5 dB e positive nel periodo notturno (dimensionante le opere di mitigazione acustica), indice di una lieve e diffusa sovrastima, che consente di poter operare di fatto in condizioni cautelative.

Per i Punti di Riferimento PR, si ottiene una lieve sovrastima notturna, condizione anch'essa cautelativa.

Per le simulazioni acustiche relative allo scenario di progetto, le emissioni dei convogli Merci, IC e regionali veloci sono state estratte dalla banca dati delle emissioni dei singoli transiti riportata nella Tabella 2 contenuta nel Documento "Piano degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore ai sensi del DM Ambiente 29/11/2000 – Relazione Tecnica" redatto da RFI.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE
LOTTO 1+2

PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO ACUSTICO
Relazione Generale

PROGETTO	LOTTO	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RS3Z	00	D22 RG IM0004 001	C	30 di 41



Sommario SEL @ 25 m normalizzati a 100 Km/h

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

9 CONSIDERAZIONI SUI LIVELLI SONORI ANTE MITIGAZIONE

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

Da un primo esame si nota che i superamenti maggiori si verificano nel periodo notturno in virtù dei limiti più bassi.

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

Le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati sono invece riportate nell'elaborato *Livelli acustici in facciata Ante e Post Operam* cod. RS3Z00D22TTM0004001. All'interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

10 METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO

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

10.1 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 Spremlingen (DE) e della TATA (Link esterno) commercializzati da UUDEN BV (Link esterno) di Arnhem (NL).



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



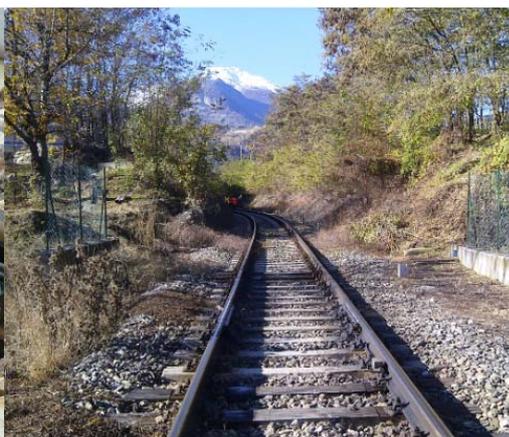
Ammortizzatori Van Uuden (Foto: Van Uuden, 2012)

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

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



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



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

I risultati del Progetto “mitiga.rumore”:

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

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

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

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

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

10.2 Barriere antirumore - Requisiti acustici

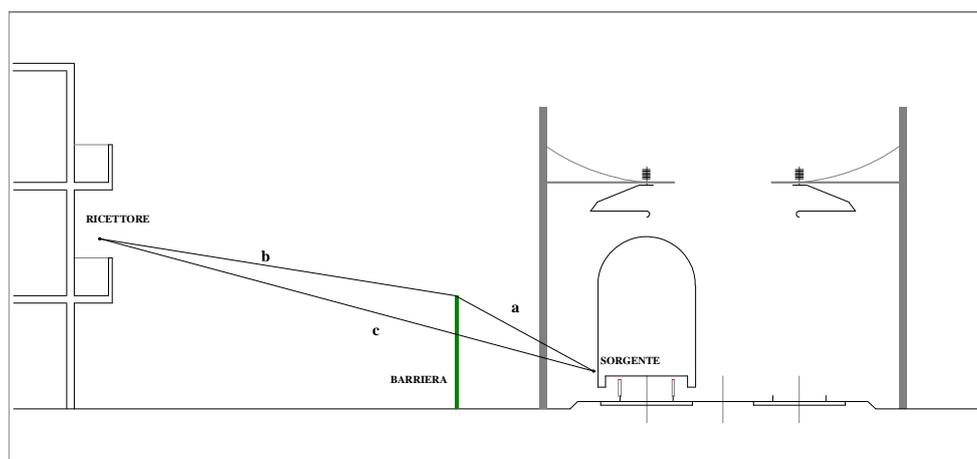
La scelta della tipologia di barriera antirumore è stata effettuata tenendo conto di tutti i criteri tecnici e progettuali atti a garantire l'efficacia globale dell'intervento. L'effetto di una barriera è condizionato dalla minimizzazione dell'energia acustica che, come noto, schematicamente si propaga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

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

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

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

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



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

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

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

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

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

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

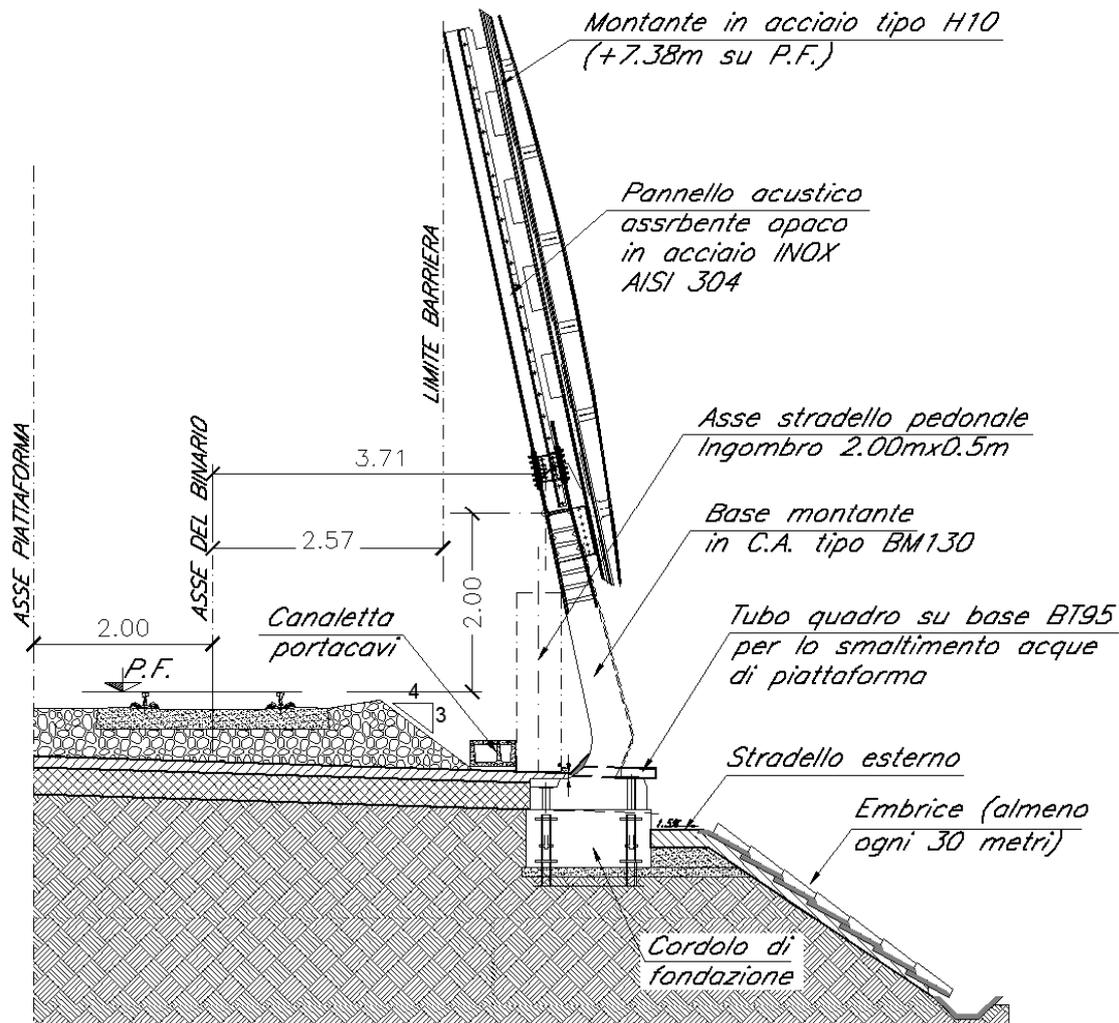
Per quanto concerne le proprietà fonoassorbenti, dovranno essere utilizzati materiali con prestazioni acustiche particolarmente elevate e cioè almeno rispondenti ai coefficienti α relativi alla Classe *Ia* del Disciplinare Tecnico per le Barriere Antirumore delle Ferrovie dello Stato. Detti coefficienti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

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

10.3 Descrizione delle barriere antirumore

La soluzione adottata è costituita dal tipologico di schermo acustico che RFI ha appositamente sviluppato.

Le barriere Standard RFI sono nello specifico composte 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.

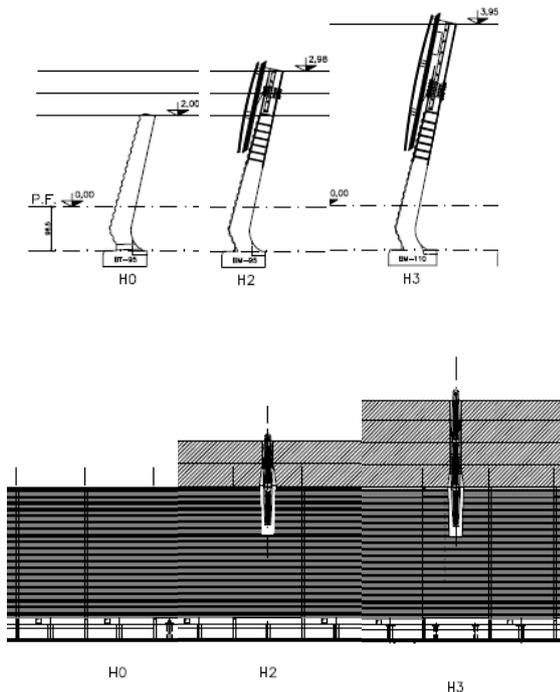


Sul basamento in cls è ancorata una struttura in acciaio che è costituita da un traliccio composto da un tubo in acciaio e due tondi calandrati a formare ciascuno un arco in un piano diagonale. La pannellatura leggera da realizzarsi sopra la parte in cls sarà interamente costituita pannelli fonoassorbenti 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 immagini seguenti sono riportate le sezioni ed i prospetti tipo del modulo previsto per le barriere antirumore su rilevato:



Sezioni-tipo dei moduli di barriere antirumore previsti nello Studio Acustico

10.4 Gli interventi sugli edifici

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

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

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

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

b) *Sostituzione delle finestre*

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

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

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.

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

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

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

CLASSE R1 - $20 \leq RW \leq 27$ dBA
<ul style="list-style-type: none"> - Vetro semplice con lastra di medio spessore (4÷6 mm), e guarnizioni addizionali. Doppio vetro con lastre di limitato spessore (3 mm), e distanza tra queste di almeno 40 mm.
CLASSE R2 - $27 \leq RW \leq 35$ dBA
<ul style="list-style-type: none"> - Vetro semplice con lastra di elevato spessore (8÷10 mm) e guarnizioni addizionali. Vetro stratificato antirumore con lastra di medio/elevato spessore (6÷8 mm) e guarnizioni addizionali. - Doppio vetro con lastre di medio spessore (4÷6 mm) guarnizioni addizionali e distanza tra queste di almeno 40 mm. - Doppia finestra con vetri semplici di spessore medio (4÷6 mm) senza guarnizioni addizionali.
CLASSE R3 - $RW > 35$ dBA
<ul style="list-style-type: none"> - 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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

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

Come anticipato in premessa, lo studio acustico analizza gli scenari relativi alle Macrofasi di progetto 1 (Modello di Esercizio intermedio) e 2 (Modello di Esercizio a regime).

Sono stati pertanto studiati gli interventi efficaci alla mitigazione dei ricettori ricadenti all'interno delle fasce di pertinenza acustica ferroviaria (e di quelli immediatamente a ridosso di queste) per entrambi gli scenari di progetto.

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

Considerate però le esigue differenze di estensione ed altezza tra le barriere acustiche della Macrofase 1 e quelle della Macrofase 2, si è stabilito di installare già in fase progettuale Macrofase 1 gli interventi con Modello di Esercizio a regime (Macrofase 2).

A tal proposito si riportano, per riscontro, le tabelle riassuntive degli interventi delle due fasi di progetto.

Barriere antirumore Macrofase 1							
Nome Barriera	Lato	Pk inizio	Pk fine	Lunghezza [m]	Altezza Standard da p.f.	Tipologia Barriera	Tipologia Tracciato
F1 BA01 D	D	km 0+590	km 0+715	125	2,00 m	H0	Raso/Rilevato
F1 BA 02 D	D	km 0+952	km 1+033	81	2,00 m	H0	Raso/Rilevato
F1 BA 04 D	D	km 1+865	km 2+139	274	2,00 m	H0	Raso/Rilevato
F1 BA 05 D	D	km 2+960	km 3+159	199	2,49 m	H1	Raso/Rilevato
F1 BA 06 P	P	km 2+960	km 3+159	199	2,98 m	H2	Raso/Rilevato
F1 BA 07 D	D	km 3+427	km 3+517	90	2,00 m	H0	Raso/Rilevato

Barriere antirumore Macrofase 2							
Nome Barriera	Lato	Pk inizio	Pk fine	Lunghezza [m]	Altezza Standard da p.f.	Tipologia Barriera	Tipologia Tracciato
F2 BA01 D	D	km 0+590	km 0+715	125	2,00	H0	Raso/Rilevato
F2 BA02 D	D	km 0+952	km 1+033	81	2,00	H0	Raso/Rilevato
F2 BA03 D	D	km 1+571	km 1+660	90	2,00	H0	Raso/Rilevato
F2 BA04 D	D	km 1+865	km 2+193	331	2,00	H0	Raso/Rilevato
F2 BA05 D	D	km 2+960	km 3+159	199	2,98	H2	Raso/Rilevato
F2 BA06 P	P	km 2+874	km 3+276	403	3,35	H3	Raso/Rilevato
F2 BA07 D	D	km 3+427	km 3+660	233	2,00	H0	Raso/Rilevato

Il dimensionamento di tali interventi di protezione acustica è stato finalizzato all'abbattimento dai livelli acustici prodotti nel periodo notturno (limiti più restrittivi, livelli sonori più elevati).

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO - LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	DOCUMENTO D22 RG IM0004 001	REV C

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

Al di fuori di tale fascia, dall'analisi dei limiti imposti dal D.P.C.M. 1/3/91 (assenza di piani di classificazione acustica), non si riscontrano eccedenze dai limiti in facciata.

Gli estremi delle schermature acustiche indicati nella tabella, rappresentati graficamente ed indicati nelle *Planimetrie degli interventi di mitigazione acustica* (elaborati RS3Z00D22P6IM0004020÷22), potranno subire minime modifiche in fase di progettazione e realizzazione in funzione delle reali condizioni al contorno, ma comunque di entità tale da non modificare l'efficacia mitigativa complessiva. Per il dettaglio del posizionamento su linea delle BA si rimanda agli elaborati progettuali delle Opere Civili.

Gli output di dettaglio relativi ai livelli sonori simulati sono invece riportati nell'elaborato *Livelli acustici in facciata Ante e Post Operam* cod. RS3Z00D22TTM0004001. All'interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato, per gli scenari progettuali Macrofase 1 e Macrofase 2.

Come si evince dai dati riportati negli output del modello di calcolo, a fronte del dimensionamento proposto degli interventi di mitigazione acustica lungo linea è possibile abbattere considerevolmente i livelli sonori prodotti con la realizzazione del progetto in esame, consentendo presso la totalità dei ricettori il rispetto dei limiti di norma.

Le barriere antirumore previste, come detto, mitigano le emissioni acustiche relative al transito dei convogli del Modello di Esercizio a regime della Macrofase 2. Si può pertanto osservare come tali interventi apportino durante lo scenario progettuale intermedio (Macrofase 1) benefici acustici ancor più apprezzabili.

Nell'elaborato sopra menzionato *Livelli acustici in facciata Ante e Post Mitigazione*, per la codifica dei punti di calcolo, si fa presente che è stato collocato il ricettore sulla facciata più esposta.