

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



S.O. AMBIENTE ED ENERGY SAVING

PROGETTO DEFINITIVO

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

STUDIO ACUSTICO

RELAZIONE GENERALE STUDIO ACUSTICO

SCALA:

-

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

I V O H 0 2 D 2 2 R G I M 0 0 0 4 0 0 1 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	A. Ventimiglia	Marzo 2022	A. Corvaja	Marzo 2022	G. Fadda	Marzo 2022	C. Ercolani Luglio 2023
B	Emissione Esecutiva	A. Ventimiglia	Settembre 2022	A. Corvaja	Settembre 2022	G. Fadda	Settembre 2022	
C	Emissione Esecutiva	A. Ventimiglia	Luglio 2023	A. Corvaja	Luglio 2023	G. Fadda	Luglio 2023	

File: IV0H02D22RGIM0004001C.doc

n. Elab.:

PER EMISSIONE
ITALFERR S.p.A.
Dot.ssa Carolina Ercolani
S.O. Ambiente

INDICE

1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
	2.1 Legge Quadro 447/95	5
	2.2 D.P.R. 459/98	6
	2.3 D.P.R. 142/04	7
	2.4 Decreto per la predisposizione degli interventi antirumore da parte dei gestori delle infrastrutture (DM 29/11/2000)	10
3	CONCORSUALITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO	11
4	LIMITI ACUSTICI E APPLICAZIONE DELLE CONCORSUALITÀ	12
5	LIMITI ACUSTICI E AREE DI ESPANSIONE	15
	5.1.1 “Ambito n°1”, sito in Via Ugo Foscolo	17
	5.1.2 “Distretto n°1 – sub.2”, sito in Via Tecnomasio	18
	5.1.3 “Distretto n°1 – sub.1”, sito in Via Galileo Ferraris	19
	5.1.4 “Ambito n°6”, sito in Via Sabazia	20
	5.1.5 “Ambito n°2”, sito in Via Aurelia	21
	5.1.6 “Ambito n°5”, sito in Via Fiume	22
	5.1.7 “Ambito n°4”, sito in Via Guglielmo Marconi	23
	5.1.8 “Distretto n°2”, sito in Via alla Costa	24
6	LIMITI ACUSTICI E AREE NATURALISTICHE E PARCHI	25
	6.1.1 Area Naturale presso Via Ugo Foscolo	26
	6.1.2 Piazza Clelia Corradini	27
	6.1.3 Area Naturale presso Via Aurelia	28
	6.1.4 Area Naturale presso Via Francesco Petrarca	29
	6.1.5 Giardini Cristoforo Colombo	30
7	LIMITI ACUSTICI E NUOVE AREE ADIBITE A SERVIZI PUBBLICI	31
8	LIMITI ACUSTICI E ZONIZZAZIONI ACUSTICHE DEI COMUNI INTERESSATI	33
9	CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM	34

9.1	Descrizione dei ricettori	34
9.1.1	Il censimento dei ricettori	34
9.2	Stima dei livelli acustici	35
9.2.1	Rilievi fonometrici Ante Operam	36
9.2.2	Stima livelli in facciata Ante Operam	36
10	GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	39
10.1	Illustrazione delle tecniche previsionali adottate	39
10.2	Dati di input del modello	40
10.2.1	Modello di esercizio	41
10.2.2	Emissioni dei rotabili	42
10.3	Caratterizzazione acustica della sorgente e taratura del modello di simulazione	45
11	CONSIDERAZIONI SUI LIVELLI SONORI ANTE MITIGAZIONE	47
12	METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO	48
12.1	Interventi alternativi di mitigazione del rumore ferroviario	48
12.2	Requisiti acustici	52
12.3	Descrizione delle barriere antirumore	54
12.4	Gli interventi sugli edifici	57
12.4.1	Aeratore/estrattore di aria	57
12.4.2	Sostituzione degli infissi	57
13	LE OPERE DI MITIGAZIONE SUL TERRITORIO E I LIVELLI ACUSTICI POST MITIGAZIONE	60
14	ALLEGATO 1 – DELIBERA COMUNE DI VADO LIGURE PER DEMOLIZIONE SCUOLA	64
15	ALLEGATO 2 – OUTPUT LIVELLI IN FACCIATA NELLO SCENARIO SENZA EDIFICI DELLA SCUOLA A. PETERLIN	65

1 PREMESSA

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

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

Nel seguito i principali interventi:

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

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

L'iter metodologico seguito -nel rispetto del Manuale di Progettazione RFI delle Opere Civili cod. RFI DTC SI AM MA IFS 001 D del 31.12.2020 può essere schematizzato secondo le fasi di lavoro di seguito riportate:

- Individuazione dei valori limite di immissione secondo il DPR 459/98 (decreto sul rumore ferroviario), il DMA 29/11/2000 (piani di contenimento e di risanamento acustico) e DPR 142/04 (decreto sul rumore stradale) per tener conto della concorsualità del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali presenti all'interno dell'ambito di studio. Al di fuori della fascia di pertinenza acustica ferroviaria si analizzano i limiti dettati dalle Classificazioni Acustiche dei Comuni interessati.
- Caratterizzazione ante operam. In questa fase dello studio è stato analizzato il territorio allo stato attuale (situazione ante operam) identificando gli ingombri e le volumetrie di tutti i fabbricati presenti con particolare riguardo alla destinazione d'uso, all'altezza e allo stato di conservazione dei ricettori potenzialmente impattati e ricadenti nella fascia di pertinenza acustica ferroviaria (250 m per lato); è stata altresì effettuata una verifica di clima acustico all'interno delle aree di espansione residenziale così come individuate dai PRG comunali. Tali analisi sono state estese fino a 300m per lato, per tener conto dei primi fronti edificati presenti al di fuori della fascia di pertinenza ferroviaria.
- Livelli acustici ante mitigazione. Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla valutazione dei livelli acustici con la realizzazione del progetto in esame. Gli algoritmi di calcolo scelti per valutare la propagazione dell'onda sonora emessa

dall'infrastruttura ferroviaria fanno riferimento al metodo Schall 03, DIN 18005. I risultati del modello di simulazione sono stati quindi messi a confronto con i limiti acustici della linea, eventualmente ridotti per la presenza infrastrutture concorrenti così come previsto dal D.M. 29 novembre 2000.

- Metodi per il contenimento dell'inquinamento acustico. In questa parte dello studio sono state descritte le tipologie di intervento da adottare indicandone i requisiti acustici minimi.
- Individuazione degli interventi di mitigazione. L'obiettivo è stato quello di abbattere le eccedenze acustiche dai limiti di norma mediante l'inserimento di barriere antirumore. *Sono state a tale scopo previste barriere di altezze variabili da 2m a 7,5m sul piano del ferro.* A seguito dell'analisi dei risultati delle simulazioni acustiche si sono evinti superamenti dei limiti in corrispondenza di sette ricettori, per cui non è risultata possibile la completa mitigazione con intervento alla sorgente (Barriere Antirumore), causa notevole altezza e breve distanza dalla Linea oppure per impossibilità di implementare una barriera. Per tali ricettori, oggetto di Intervento Diretto, si è proceduto alla verifica della necessità o meno di sostituzione degli infissi attualmente in uso.

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

Tabella 1-1 - Elenco Elaborati

Elaborato	Codifica
Report rilievi fonometrici	IV0H02D22RHIM0004001A
Output del modello di simulazione	IV0H02D22TTIM0004001C
Planimetria del censimento ricettori e ubicazione punti di misura	IV0H02D22P6IM0004001-2C
Schede del Censimento Ricettori	IV0H02D22SHIM0004001A
Planimetria di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica	IV0H02D22P6IM0004003-4C
Relazione Interventi Diretti	IV0H02D22RGIM0004003C
Schede Tecniche Interventi Diretti	IV0H02D22SHIM0004002C

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

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;

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

III - AREE DI TIPO MISTO

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

IV - AREE DI INTENSA ATTIVITÀ UMANA

Rientrano in questa classe:

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

V - AREE PREVALENTEMENTE INDUSTRIALI

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

VI - AREE ESCLUSIVAMENTE INDUSTRIALI

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

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

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

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

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

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

2.2 D.P.R. 459/98

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

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

Di seguito, si sintetizzano i contenuti salienti del regolamento.

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

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

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

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

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

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

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

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

2.3 D.P.R. 142/04

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

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

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

Sono in particolare indicate le seguenti classi di strade:

A - Autostrade

B - Strade extraurbane principali

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

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

E - Strade urbane di quartiere

F - Strade locali

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

Strade di nuova realizzazione

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

* per le scuole vale il solo limite diurno

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

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

* per le scuole vale il solo limite diurno

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

nella quale:

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

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

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

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

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

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

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

3 CONCURSUALITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO

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

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

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

Nell'area di progetto le infrastrutture che possono essere ritenute concursuali sono:

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

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

4 LIMITI ACUSTICI E APPLICAZIONE DELLE CONCURSUALITÀ

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

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

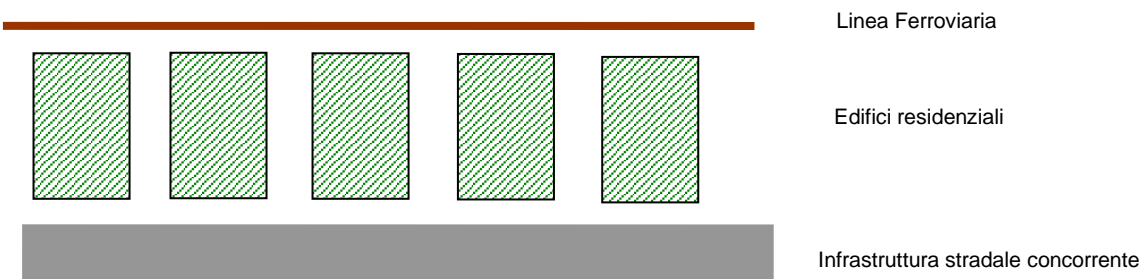
Per il tipo di ricettori, alcuni di essi assumono i limiti sia nel periodo diurno, sia nel periodo notturno, mentre altri nel solo periodo diurno: ciò perché il limite di riferimento è relativo al periodo in cui effettivamente l'edificio in questione è utilizzato in maniera continuativa.

Tabella A – Valori di riferimento in assenza di sorgenti concorsuali

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

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

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



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

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

Nell'area oggetto di studio le infrastrutture potenzialmente concorrenti presentano limiti differenziati in funzione della tipologia di infrastruttura. L'Allegato 4 del DM 29/11/2000 riporta come calcolare i limiti di soglia nelle aree di sovrapposizione tra le fasce di infrastrutture concorsuali.

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

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

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

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

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

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

5 LIMITI ACUSTICI E AREE DI ESPANSIONE

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

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

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

Nello specifico, dall'analisi sono state individuate le seguenti aree (campitura colore arancione in relazione, a righe nere in planimetria per facilitarne la lettura) riportate anche nelle Planimetrie di censimento dei ricettori (elaborati IV0H02D22P6IM0004001C÷2C) e nelle Planimetrie di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (elaborati IV0H02D22P6IM0004003C÷4C).

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

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

Area Residenziale di Espansione	Fascia di pertinenza ferroviaria	Identificativo ricettore	Note
Ambito n°1	A	10002	Zona già edificata (ricettore 1014)
	A	10003	Zona già edificata (ricettore 1018)
Distretto n°1 – sub.2	A	10004	-
	B	30001	-
Distretto n°1 – sub.1	A	10005	-
		10006	-
	B	30002	-
Ambito n°6	A	10007	-

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

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

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

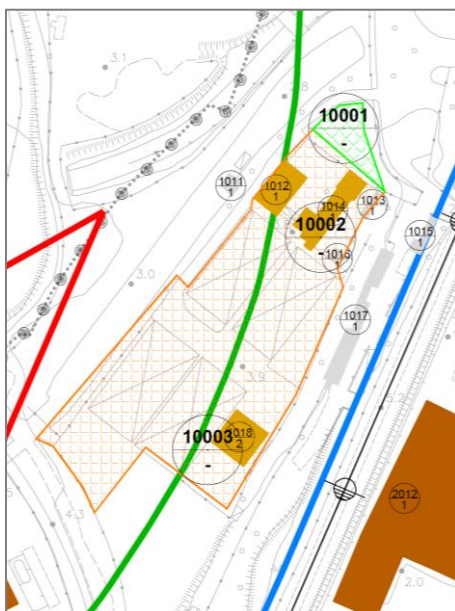


Figura 5-1 Area Residenziale di Espansione Ambito n°1

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

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



Figura 5-2 Area Residenziale di Espansione Distretto n°1 – sub.2

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

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

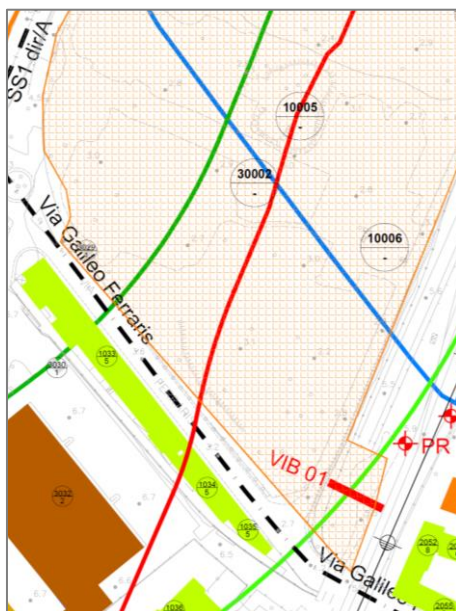


Figura 5-3 Area Residenziale di Espansione Distretto n°1 – sub.1

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

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

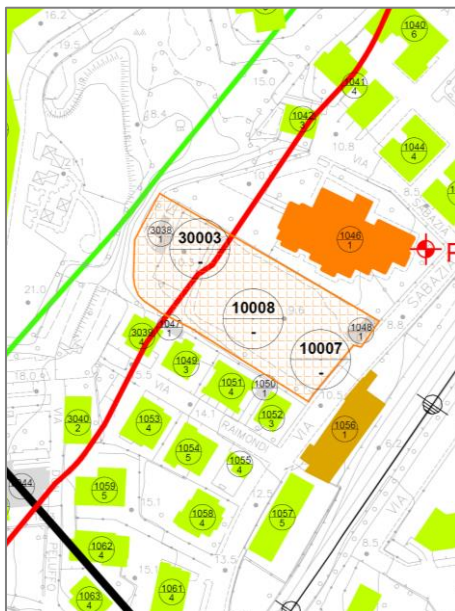


Figura 5-4 Area Residenziale di Espansione Ambito n°6

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

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

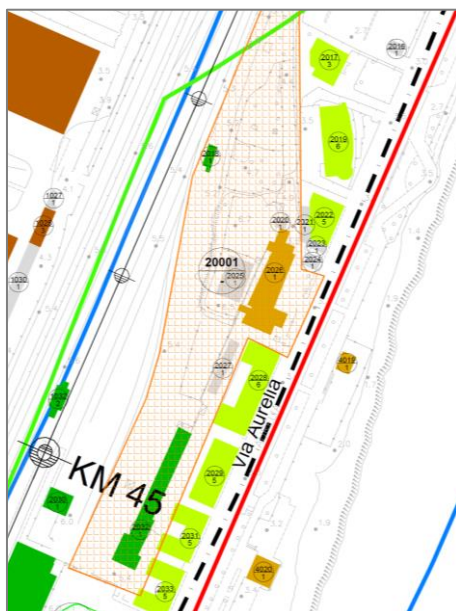


Figura 5-5 Area Residenziale di Espansione Ambito n°2

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

5.1.6 “Ambito n°5”, sito in Via Fiume

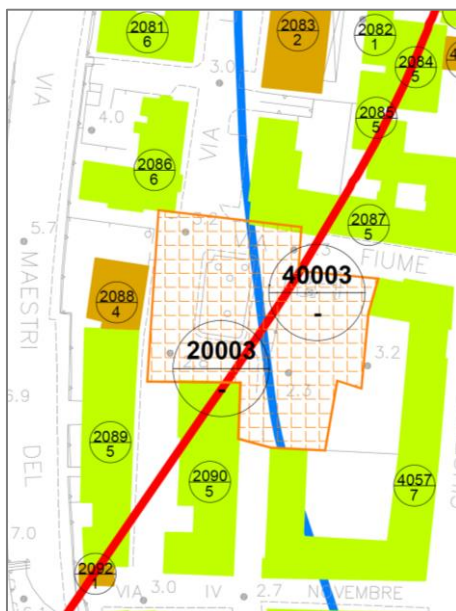


Figura 5-6 Area Residenziale di Espansione Ambito n°5

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

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



Figura 5-7 Area Residenziale di Espansione Ambito n°4

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

5.1.8 “Distretto n°2”, sito in Via alla Costa

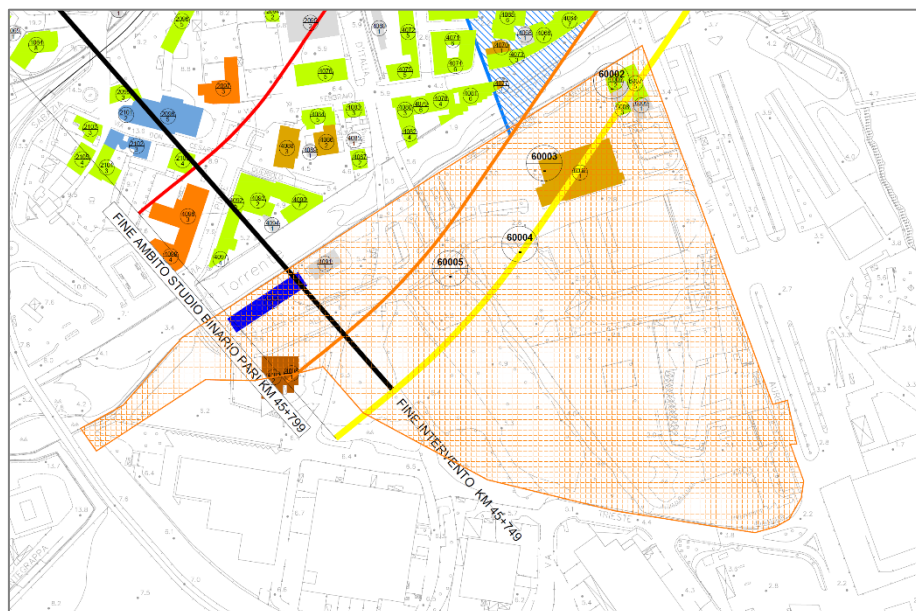


Figura 5-8 Area Residenziale di Espansione Distretto n°2

Area Residenziale di Espansione	Fascia di pertinenza ferroviaria	Identificativo ricettore	Note
Distretto n°2	A	-	-
	B	-	-
	Oltre le fasce di pertinenza	60002	Area in Classe IV già parzialmente edificata, ricettori 6006, 6007, 6008 e 6009
		60003	Area in Classe IV già parzialmente edificata, ricettore 6010
		60004	Area in Classe IV
		60005	Area in Classe IV

6 LIMITI ACUSTICI E AREE NATURALISTICHE E PARCHI

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

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

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

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

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

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

6.1.1 Area Naturale presso Via Ugo Foscolo

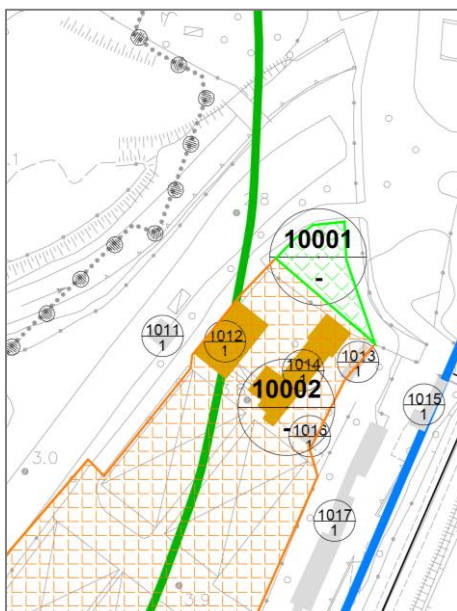


Figura 6-1 Area Naturalistica/Parco presso Via Ugo Foscolo

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

6.1.2 Piazza Clelia Corradini

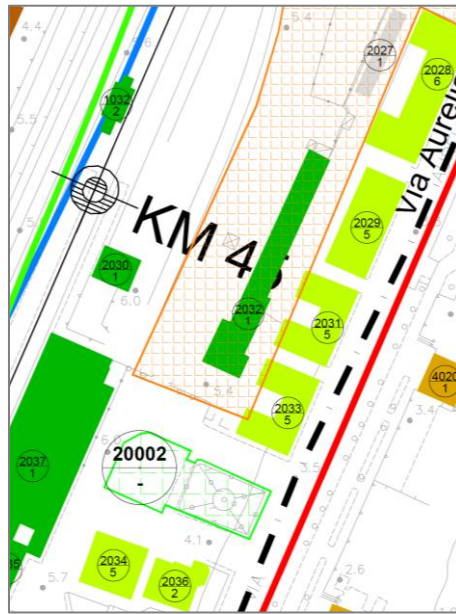


Figura 6-2 Area Naturalistica/Parco Piazza Clelia Corradini

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

6.1.3 Area Naturale presso Via Aurelia

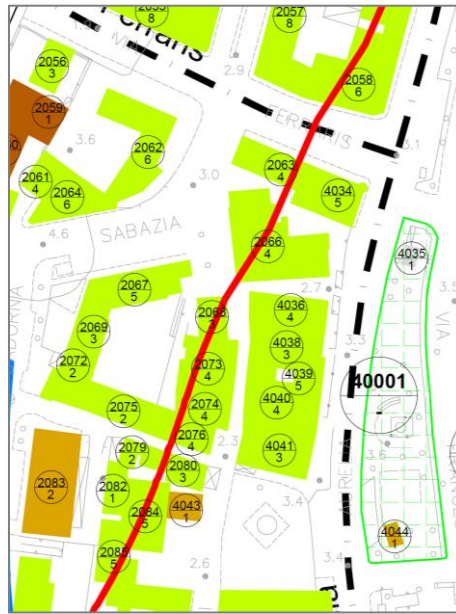


Figura 6-3 Area Naturalistica/Parco presso Via Aurelia

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

6.1.4 Area Naturale presso Via Francesco Petrarca

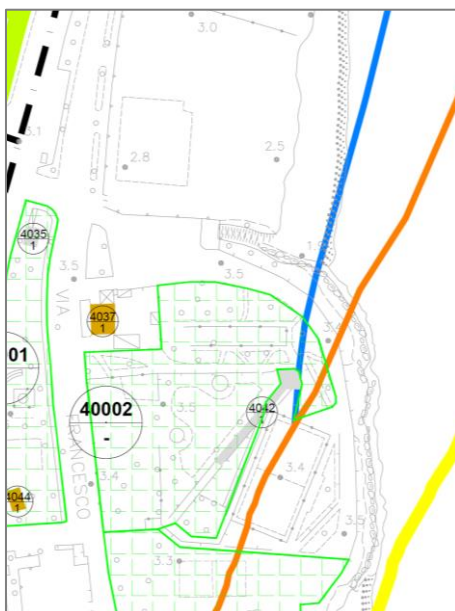


Figura 6-4 Area Naturalistica/Parco presso Via Francesco Petrarca

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

6.1.5 Giardini Cristoforo Colombo

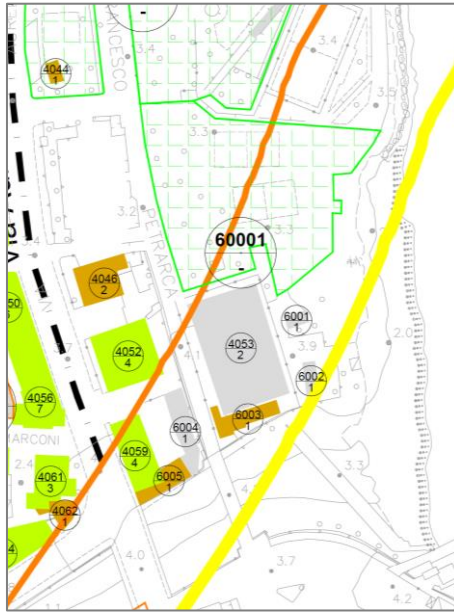


Figura 6-5 Area Naturalistica/Parco Giardini Cristoforo Colombo

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

7 LIMITI ACUSTICI E NUOVE AREE ADIBITE A SERVIZI PUBBLICI

Per quanto riguarda la Scuola Media Statale A. Peterlin (ricettori 2042, 2047, 2048) in via XXV Aprile n.6, il Comune di Vado Ligure prevede di ricollocare la struttura e utilizzare quest'area per servizi pubblici (si veda il documento "NGSOSRIQ_13_Relazione_tecnica_corredata_da_rilievi_accertamenti_indagini_e_studi_specialistici_Qbl_01__304216" riportata nell'Allegato 1 alla presente relazione) entro il mese di Dicembre 2026.

Nel presente studio la scuola è stata debitamente mitigata dal punto di vista acustico come ricettore esistente. A ulteriore tutela è stata effettuata una verifica inserendo dei punti di simulazione nell'area su cui insiste la scuola per verificare che anche in uno scenario futuro in cui la scuola non fosse presente, i limiti relativi a dei servizi pubblici risulti a norma dal punto di vista acustico. Si sono adottati, in tal senso, i limiti previsti per un ricettore residenziale decurtati del contributo di concorsualità. Sono stati verificati anche i limiti notturni, benché per i servizi pubblici questo non sia necessario normativamente.

Di seguito si riporta uno stralcio dell'ubicazione dei tre punti di calcolo aggiunti:



Figura 7-1 - Ricettori per la futura area adibita a servizi pubblici (in rosso)

Area naturalistica/ Parco	Fascia di pertinenza ferroviaria	Identificativo ricettore	Note
Nuova area adibita a Servizi in via XXV Aprile	A	20004	Altezza su piano campagna a 4m
		20005	
		20006	

Per la simulazione relativa a quest'area di servizi pubblici, è stato indagato uno scenario differente, in cui gli edifici scolastici non sono stati considerati. La simulazione di questo

scenario è riportata nell'allegato 2 alla presente relazione. Insieme ai ricettori supplementari che rappresentano la nuova area di servizi, sono stati indagati anche gli edifici limitrofi alla scuola, che potrebbero risultare meno schermati dal rumore ferroviario in questo scenario. Di seguito uno stralcio che riporta i ricettori che sono stati indagati.



Figura 7-2 - Stralcio planimetrico ricettori indagati nello scenario senza scuola (allegato 2)

8 LIMITI ACUSTICI E ZONIZZAZIONI ACUSTICHE DEI COMUNI INTERESSATI

Per l'articolo 4 e 5 del DPR 459/98 i ricettori che ricadono al di fuori della fascia di pertinenza acustica dell'infrastruttura devono rispettare i limiti della tabella C del DPCM 14/11/97, ossia i limiti imposti dalle zonizzazioni acustiche comunali attraversate dalla linea ferroviaria. In ottemperanza a quanto previsto dalla Legge Quadro 447/95, le fasce di pertinenza dell'infrastruttura ferroviaria interessano i comuni di Vado Ligure e Quiliano, entrambi sono provvisti di Piano di zonizzazione acustica; nella tabella seguente se ne riporta lo stato di approvazione, aggiornato a dicembre 2021.

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

I piani di classificazione acustica comunali sono stati riportati nelle Planimetrie di censimento dei ricettori e nelle Planimetrie di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (elaborati IV0H02D22P6IM0004001C÷4C).

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

9 CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM

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

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

9.1 Descrizione dei ricettori

9.1.1 Il censimento dei ricettori

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

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

È stata effettuata, in particolare, una verifica della destinazione d'uso ed altezza di tutti i ricettori. I risultati di tale verifica sono stati riportati, sulla cartografia numerica in scala 1:2000 (elaborati IV0H02D22P6IM0004001C÷2C).

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

Tipologia dei ricettori

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

Altezza dei ricettori

Indicato come numero di piani fuori terra.

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

L'attività di verifica ante operam è stata quindi completata con la redazione di schede di dettaglio in cui sono state riportate per ciascun fabbricato le informazioni riguardanti la localizzazione, lo stato e la consistenza e la relativa documentazione fotografica.

Le schede sono riportate nel documento IV0H02D22SHIM0004001A.

Di seguito viene fornita una descrizione delle informazioni contenute nelle schede:

A) *Dati generali*

- Codice ricettore individuato da un numero di quattro cifre XZZZ dove
 - X è un numero che indica la posizione del ricettore rispetto al binario
 - 1 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria A)
 - 2 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria A)
 - 3 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria B)
 - 4 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria B)
 - 5 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto (oltre 250 m)
 - 6 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto (oltre 250 m)

ZZZ è il numero progressivo del ricettore

B) *Dati localizzativi*

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

C) *Dati caratteristici dell'edificio esaminato*

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

D) *Caratterizzazione degli infissi*

- Numero infissi fronte parallelo e/o obliqui

E) *Altre sorgenti di rumore*

F) *Note*

9.2 Stima dei livelli acustici

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

Si è ritenuto pertanto opportuno:

- integrare la campagna di rilievi fonometrici ai ricettori (misure PS01 e PS02) con una misura supplementare, PA, atta a fornire un'indicazione del clima acustico non in prossimità della linea.
- produrre una stima dei livelli in facciata presso i ricettori (elaborato IV0H02D22TTIM0004001C) anche nello scenario attuale (Ante Operam).

9.2.1 Rilievi fonometrici Ante Operam

Al fine di delineare il clima acustico attuale presso i ricettori, si può far riferimento alle misure svolte nella campagna di rilievi fonometrici appositamente effettuata per questo studio. In particolare, i punti di controllo presso i ricettori (PS01 e PS02, si veda in proposito il paragrafo 10.3) e il punto di rumore ambientale PA01.

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

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

Tabella 9-1 – Valori misurati durante la campagna di misure fonometriche

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

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

9.2.2 Stima livelli in facciata Ante Operam

Allo scopo di avere un dettaglio circa il clima acustico nella situazione Ante Operam è stato simulato anche questo scenario, tramite il modello di simulazione SoundPlan, descritto in dettaglio nel successivo paragrafo 10.1.

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

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

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

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

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

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

Ventimiglia - Savona (via Principale)							Savona - Ventimiglia (via Principale)										
Grado di frenatura	Velocità max km/h			Progressiva chilometrica	LOCALITA' DI SERVIZIO	Velocità max km/h			Grado di frenatura	Grado di frenatura	Progressiva chilometrica	LOCALITA' DI SERVIZIO	Progr. chilom.	Velocità max km/h			Grado di frenatura
	A	B	C			A	B	C						A	B	C	
I	90	95	100		147,3 VENTIMIGLIA	90	95	100	I			39,1 SAVONA					
	60	60	60		145,2 Vallecrosia	60	60	60				41,8 BIVIO DORIA					
					143,3 Dev. I Bordighera							43,3 Quiliano-Vado					
	100	105	110		142,6 Bordighera	100	105	110				49,8 Spotorno-Noli	130	150	150		
					138,0 Cippo (km 138,000)							58,4 Finale L.M.					
	140	160	160		132,0 Cippo (km 132,000)	140	160	160				62,9 Dev. U					
	100	140	140		131,0 Sanremo	100	140	140				65,0 Cippo (km 65,000)					
					130,0 Cippo (km 130,000)							PL ■ km 65,600					
I ₂	140	160	180		124,9 Taggia Arma	140	160	180	I ₂			65,8 Borgio Verezzi					
					112,1 Imbocco Gall. Bardellini							PL ■ km 66,970					
					116,5 PES Costarainera							68,7 Pietra L.					
					110,0 Cippo (km 110,000)							PL ■ km 70,908					
					109,0 Imperia							PL ■ km 71,117					
					104,1 Diano							PL ■ km 71,203					
II		150	150		101,0 Cippo (km 101,000)		150	150	II			72,0 Loano					
I	80	90	90		97,7 Stocco Gall. Collocervo	80	90	90	I			73,7 Borghetto S.S.	90				
					97,4 Andora							75,0 Ceriale					
					93,2 Andora							80,0 Cippo (km 80,000)					
	95	100	100		91,0 Stocco Gall. Capo Mele							80,9 Albenga					
					90,3 Laigueglia							87,1 Allassio					
	90	95	95		87,1 Allassio							90,3 Laigueglia					
					80,9 Albenga							91,0 Imbocco Gall. Capo Mele					
					80,0 Cippo (km 80,000)	90						93,2 Andora	80	90	90		
	115	125	125		75,0 Ceriale							97,4 Andora	140	160	180	II	
					73,7 Borghetto S.S.							97,7 Imbocco Gall. Collocervo					
					72,0 Loano							104,1 Diano	125	125	125		
					PL ■ km 70,025							105,1 Imbocco Gall. Gorleri	140	160	180		
					68,7 Pietra L.							107,7 Segn. prot. Imperia					
					65,8 Borgio Verezzi							109,0 Imperia					
					PL ■ km 65,600							116,5 PES Costarainera					
	80	90	90		65,0 Cippo (km 65,000)							124,9 Taggia Arma					
					62,9 Finale L.M.							130,0 Cippo (km 130,000)	100	140	140		
	130	150	150		58,4 Finale L.M.	130	150	150	I			131,0 Sanremo					
					49,8 Spotorno-Noli							132,0 Cippo (km 132,000)	140	160	160		
					49,4 Dev. U Spotorno-Noli							138,0 Cippo (km 138,000)	100	105	110		
					43,3 Quiliano-Vado							142,6 Bordighera					
	90	95	100		41,8 BIVIO DORIA							143,3 Dev. U Bordighera	90	95	100		
					39,1 SAVONA							145,2 Vallecrosia					
												145,2 Segn. prot. EST.	60	60	60		
												147,3 VENTIMIGLIA					

Figura 9-1 - Fascicoli di linea linea afferente Savona - Ventimiglia

I livelli in facciata simulati nello scenario ante operam sono riportati nell'elaborato *Output del Modello di Simulazione (IV0H02D22TTIM0004001C)*. All'interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato.

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

10 GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

10.1 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 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 del raggio è proporzionale al contributo in rumore fornito da quella direzione.

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

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

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

10.2 Dati di input del modello

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

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

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

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

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

Ordine di riflessione	<input type="text" value="2"/>	Ponderazione	<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"/>	Considera le superfici stradali come aree "hard" (G=0)	<input checked="" type="checkbox"/>
Max.distanza riflessioni da Srg. [m]	<input type="text" value="50"/>		
Tolleranza (dB)	<input type="text" value="0,010"/>		
Tolleranza rispettata per ..	<input type="text" value="risultato complessivo"/>		

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

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

- Sommità e base di rilevati e trincee

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

10.2.1 Modello di esercizio

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

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

Il modello di esercizio è stato desunto dall'elaborato IV0H02D16RGES001001 di Esercizio ed è riassunto nella tabella seguente.

Tabella 10-1 - Modello di esercizio scenario di progetto

Tipologia	Diurno	Notturmo	Totale
Merci	17	9	26

Per la linea afferente presente all'interno dell'ambito di studio è stata considerata la tratta Savona - Ventimiglia. Il modello di esercizio è riportato nel paragrafo 9.2 e riassunto di seguito:

Tabella 10-2 Modello di esercizio linee afferenti

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

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

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

Ventimiglia - Savona (via Principale)							Savona - Ventimiglia (via Principale)										
Grado di frenatura	Velocità max km/h			Progressiva chilometrica	LOCALITÀ DI SERVIZIO	Velocità max km/h			Grado di frenatura	Grado di frenatura	Velocità max km/h			Progressiva chilometrica	LOCALITÀ DI SERVIZIO	Progr. chilom.	Grado di frenatura
	A	B	C			A	B	C			A	B	C				
I	90	95	100		147,3 VENTIMIGLIA	90	95	100	I					39,1 SAVONA			
	60	60	60		145,2 Vallecrosia	60	60	60						41,8 BIVIO DORIA			
					143,3 Dev. I Bordighera									43,3 Quiliano-Vado			
	100	105	110		142,6 Bordighera	100	105	110						49,8 Spotorno-Noli	130	150	150
					138,0 Cippo (km 138,000)									58,4 Finale L.M.			
	140	160	160		132,0 Cippo (km 132,000)	140	160	160						62,9 Dev. U			
	100	140	140		131,0 Sanremo	100	140	140						65,0 Cippo (km 65,000)			
					130,0 Cippo (km 130,000)									PL ■ km 65,600			
I ₂	140	160	180		124,9 Taggia Arma	140	160	180	I ₂					65,8 Borgio Verezzi			
					112,1 Imbocco Gall. Bardellini									PL ■ km 66,970			
					116,5 PES Costarainera									68,7 Pietra L.			
					110,0 Cippo (km 110,000)									PL ■ km 70,908			
					109,0 Imperia									PL ■ km 71,117			
					104,1 Diano									PL ■ km 71,203			
II		150	150		101,0 Cippo (km 101,000)		150	150	II					72,0 Loano			
I	80	90	90		97,7 Stocco Gall. Collocervo	80	90	90	I					73,7 Borghetto S.S.	90		
					97,4 Andora									75,0 Ceriale			
					93,2 Andora									80,0 Cippo (km 80,000)			
	95	100	100		91,0 Stocco Gall. Capo Mele									80,9 Albenga			
					90,3 Laigueglia									87,1 Allassio			
	90	95	95		87,1 Allassio									90,3 Laigueglia			
					80,9 Albenga									91,0 Imbocco Gall. Capo Mele			
					80,0 Cippo (km 80,000)	90								93,2 Andora	80	90	90
	115	125	125		75,0 Ceriale									97,7 Imbocco Gall. Collocervo	140	160	180
					73,7 Borghetto S.S.									104,1 Diano			
					72,0 Loano									105,1 Imbocco Gall. Gorleri	125	125	125
					PL ■ km 70,025									107,7 Segn. prot. Imperia	140	160	180
					68,7 Pietra L.									109,0 Imperia			
					65,8 Borgio Verezzi									116,5 PES Costarainera			
					PL ■ km 65,600									124,9 Taggia Arma			
	80	90	90		65,0 Cippo (km 65,000)									130,0 Cippo (km 130,000)	100	140	140
					62,9 Finale L.M.	130	150	150						131,0 Sanremo			
					58,4 Spotorno-Noli									132,0 Cippo (km 132,000)	140	160	160
					49,8 Spotorno-Noli									138,0 Cippo (km 138,000)	100	105	110
					43,3 Quiliano-Vado									142,6 Bordighera			
	90	95	100		41,8 BIVIO DORIA									143,3 Dev. U Bordighera	90	95	100
					39,1 SAVONA									145,2 Vallecrosia			
														145,2 Segn. prot. EST.	60	60	60
														147,3 VENTIMIGLIA			

Figura 10-1 - Fascicoli di linea linea afferente Savona - Ventimiglia

10.2.2 Emissioni dei rotabili

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

Per l'individuazione delle emissioni da associare ai convogli previsti nel Modello di Esercizio è stato considerato quanto indicato dalla Committenza circa la provenienza e la destinazione dei treni presenti nell'impianto di Vado Ligure Z.I.. Difatti il 90% di tale traffico proviene/è diretto verso il Terzo Valico, che costituisce un corridoio silenzioso, ovvero una tratta in cui transiteranno treni merci con emissione ridotte secondo le STI Noise, così come descritte dal regolamento EU 1304/2014. Su tali tratte, in via cautelativa, si considerano comunque il 20% di treni merci non STI. Quindi il 20% del 90% dei treni transitanti a Vado Ligure Z.I. è previsto con emissioni non STI, insieme al restante 10%, come illustrato in Figura 10-2.

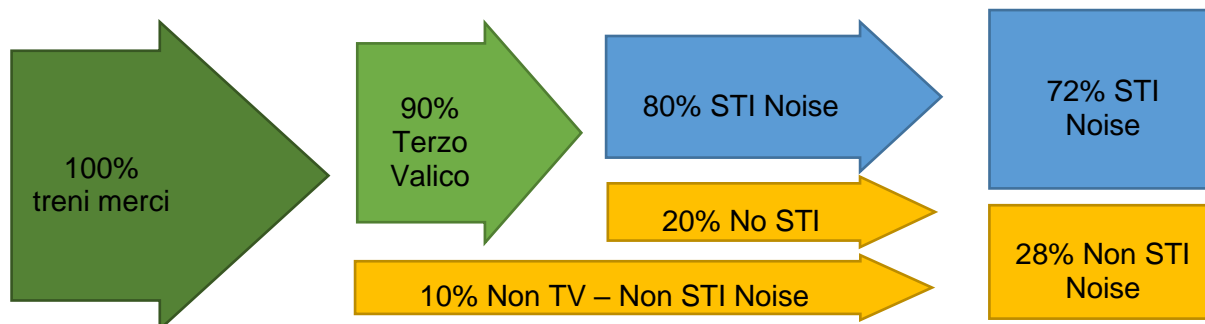


Figura 10-2 - Ripartizione traffico Vado Ligure Z.I. per provenienza/destinazione ed emissioni

Le emissioni sonore da associare ad ogni tipologia di convoglio ferroviario previsto nel Modello di Esercizio delle altre linee e ai convogli merci con emissioni non STI, sono state estratte dal documento redatto da Rete Ferroviaria Italiana “Stima dei livelli sonori ai sensi del DM Ambiente 29/11/00 – Rapporto delle misure – Volume 1 – Emissioni dei treni”.

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

Sommario SEL @ 25 m normalizzati a 100 Km/h

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

Per caratterizzare le emissioni dei convogli transitanti con emissioni STI Noise, si è potuto far riferimento ai “valori limite relativi al rumore in transito”, così come definiti dalla Tabella 4 del Regolamento UE n. 1304/2014 – Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema “Materiale rotabile – rumore”, di seguito riportata.

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

Tabella 10-3 - Tabella 4 del Regolamento UE n. 1304/2014 – Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema “Materiale rotabile – rumore”

Categoria del sottosistema materiale rotabile	$L_{pAeq,Tr}(80 \text{ km/h})$ [dB]	$L_{pAeq,Tr}(250 \text{ km/h})$ [dB]
Locomotive elettriche e OTM a trazione elettrica	84	99
Locomotive diesel e OTM a trazione diesel	85	n.d.
EMU	80	95
DMU	81	96
Carrozze	79	n.d.
Carri (normalizzati APL = 0,225) (*)	83	n.d.

(*) Per APL si intende il numero di assili diviso per la distanza tra i respingenti [m^{-1}]

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

I valori della Tabella STI sono riferiti a singoli passaggi di unità, alle velocità di 80 km/h e, dove disponibili, di 250 km/h e sono relativi al tempo di transito, definito dalla ISO/FDIS 3095:2013 (E).

Per la stima delle emissioni dei treni circolanti nello scenario futuro, sono stati pertanto sommati i contributi delle singole unità che, assemblate, compongono tali treni.

In via cautelativa le emissioni STI sono state associate solo all'80% dei treni merci futuri, mentre per il restante 20% e per gli altri treni passeggeri le emissioni sono rimaste invariate rispetto allo stato attuale.

Si riportano di seguito le emissioni calcolate a 25 metri di distanza dal binario alla velocità pari a 100 km/h dei treni merci di progetto con emissioni STI.

Tabella 10-4 - Sommario LAeqTr diurno a 25 m dal binario normalizzati a 100 Km/h fonte RFI – Livelli in dBA

Tipo convoglio	SEL@25m,100km/h dB(A)	Leq@25m,100km/h dB(A)
Merci	92,7	45,1

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

10.3 Caratterizzazione acustica della sorgente e taratura del modello di simulazione

Per verificare la rispondenza del modello di simulazione alle condizioni reali, sono state utilizzate le misure di una campagna di rilievi fonometrici appositamente eseguita nell'ambito della Linea attuale (singolo binario Cremona – Piadena). Per i dettagli si rimanda all'apposito "Report dei rilievi fonometrici" (elaborato IV0H02DR22RHIM0004001A), nel quale sono riportati anche tutte le grandezze acustiche acquisite per ciascun transito avvenuto nell'arco delle 24 ore della misura.

Tale campagna ha permesso:

- La caratterizzazione acustica delle diverse tipologie di materiale rotabile ad oggi in esercizio sull'attuale linea ferroviaria, con l'individuazione di un "Punto di Riferimento" (PR01) posto in prossimità del binario di corsa.
- La taratura del modello di simulazione acustica, con l'individuazione, di due "Punti Significativi" (PS01 e PS02) posti in corrispondenza di altrettanti ricettori, a distanze crescenti dall'infrastruttura ferroviaria.

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

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

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

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

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

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

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

Tabella 10-5 - Confronto emissioni rilevate ed emissioni da PRA

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

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

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

Tabella 10-6 - Taratura modello di Simulazione: confronto tra Livelli misurati e simulati

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

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

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

11 CONSIDERAZIONI SUI LIVELLI SONORI ANTE MITIGAZIONE

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

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

È risultato necessario prevedere idonei interventi di mitigazione che sono stati dimensionati in relazione al periodo più critico e pertanto, come detto, rispetto al periodo notturno e in relazione al periodo diurno per i ricettori scolastici presenti nell'ambito di studio.

Per una visualizzazione cromatica dei livelli sonori lungo tutto il tracciato, sono state prodotte le *Mappe Acustiche Isofoniche nello Scenario Post Operam per i periodi Diurno e Notturno* (elaborato IV0H02D22N5IM0004002C) relative ad un'altezza da piano campagna pari a 4 metri.

Le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati sono riportate nell'elaborato *Output del modello di simulazione* (IV0H02D22TTIM0004001C). All'interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato.

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

12 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.

12.1 Interventi alternativi di mitigazione del rumore ferroviario

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

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

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



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

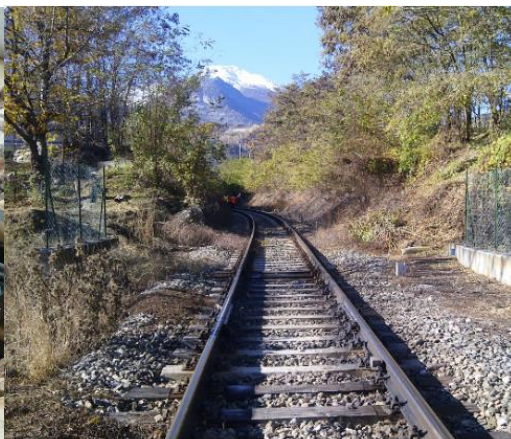


Ammortizzatori Van Uuden (Foto: Van Uuden, 2012)

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



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



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

I risultati del Progetto “mitiga.rumore”:

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

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

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

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

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

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

Altre sperimentazioni svolte - rail dampers

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

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

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

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

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

Effetti dei rail dampers sulle attività di manutenzione della linea

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

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

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

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

Considerazioni generali

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

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

Infine, si fa presente che, poiché questo sistema tende a ridurre la rumorosità prodotta dall'interazione ruota-rotaia (*riduzione dell'energia radiante emessa dalle rotaie*), il loro campo

di applicazione è comunque limitato alle linee a bassa velocità nelle quali, come è noto, risulta prevalente il rumore di rotolamento. Inoltre, in base a ciò, si può ritenere che non assicurino prestazioni acustiche uniformi al variare della velocità di circolazione dei treni.

Conclusione

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

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

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

12.2 Requisiti acustici

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

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

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

Relativamente ai punti 4, 5, e 7 invece sono maggiormente influenti le caratteristiche acustiche dei materiali impiegati e le soluzioni costruttive adottate. L'abbattimento prodotto da una barriera si basa comunque principalmente sulle dimensioni geometriche. L'efficienza di una

barriera è infatti strettamente legata alla differenza tra il cammino diffratto sul top dell'elemento e il cammino diretto (δ):

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

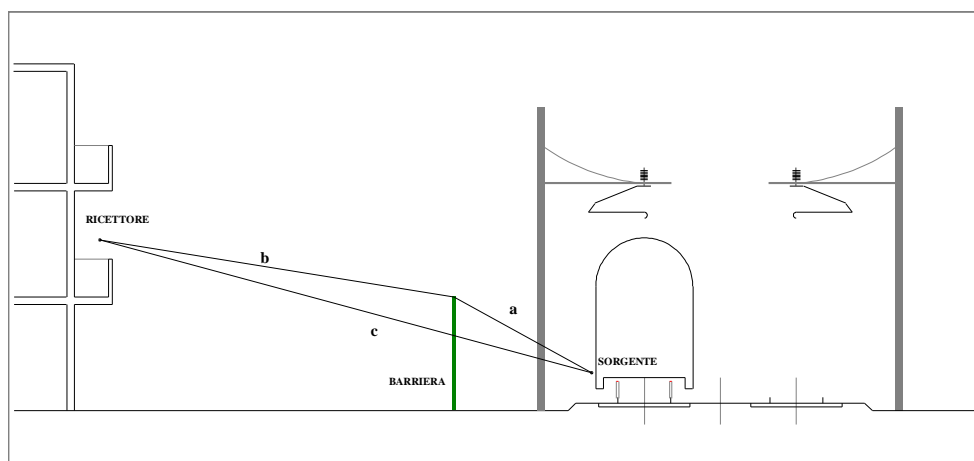


Figura 11-1- Propagazione onda sonora

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

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

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

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

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

Per quanto concerne le proprietà fonoassorbenti, dovranno essere utilizzati materiali con prestazioni acustiche particolarmente elevate e cioè almeno rispondenti ai coefficienti α relativi alla Classe 1a del Disciplinare Tecnico per le Barriere Antirumore delle Ferrovie dello Stato. Detti coefficienti sono riportati nella tabella seguente.

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

4000

0,70

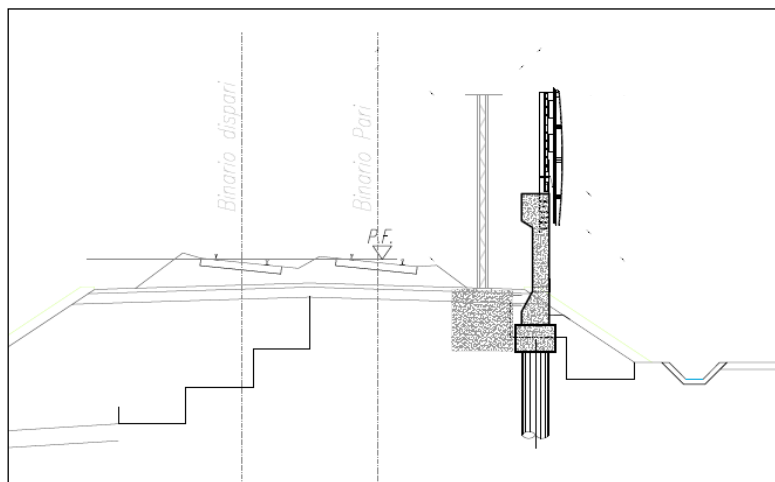
12.3 Descrizione delle barriere antirumore

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

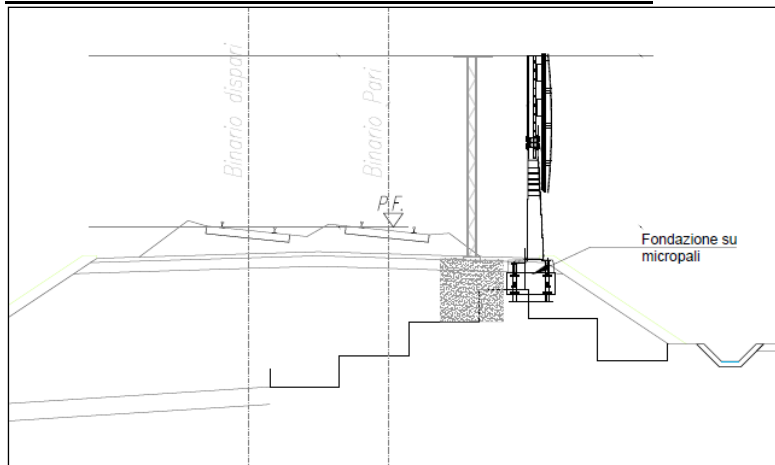
Le barriere previste sono fonoassorbenti con pannelli in acciaio inox, implementate in posizione verticale su apposito basamento in cls. Nei tratti in cui è previsto un muro antisivio, la barriera fonoassorbente viene montata direttamente sul muro antisivio, senza il basamento in calcestruzzo. Per quanto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

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

Barriera acustica su muro di recinzione



Barriera acustica in assenza di muro di recinzione



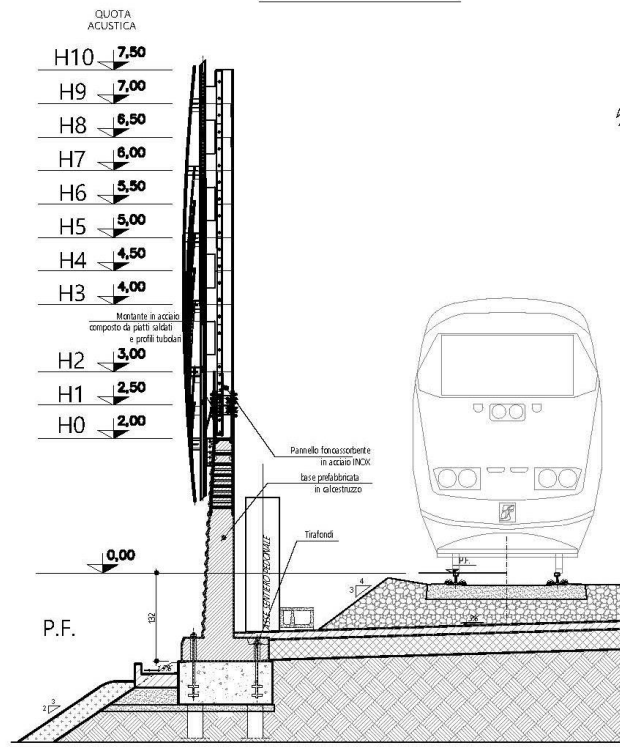
Il posizionamento dei pannelli fonoassorbenti lungo ogni tratto di intervento rispetta per quanto possibile le due misure seguenti:

- altimetricamente: tra +2.00 e +4.50 m sul P.F.
- planimetricamente: distanza minima del montante dall'asse del binario più vicino pari a 4 m; tale distanza può essere modificata in presenza di situazioni particolari, come ad esempio i marciapiedi di fermata o di stazione. In tali ambiti il posizionamento delle barriere antirumore è stato adeguato anche nei file di simulazione acustica.

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

BARRIERA VERTICALE

SEZIONE TRASVERSALE



PANNELLI FONOASSORBENTI

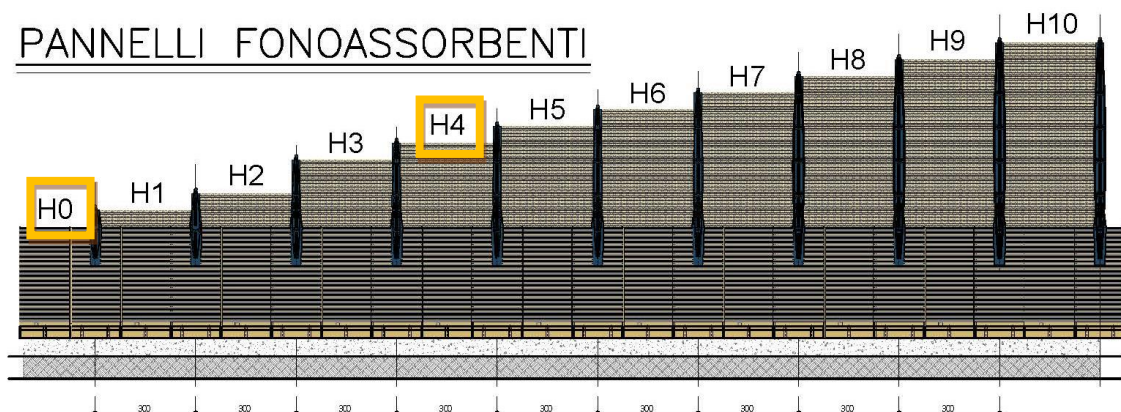


Figura 12-1 - Sezioni-tipo e prospetti dei moduli di barriera antirumore previsti nello Studio Acustico (evidenziati in rettangolo colore giallo)

12.4 Gli interventi sugli edifici

12.4.1 Aeratore/estrattore di aria

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

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

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

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

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

12.4.2 Sostituzione degli infissi

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

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

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

b) *Sostituzione delle finestre*

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

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

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

c) *Realizzazione di doppie finestre*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CLASSE R3 - $RW > 35$ dBA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabella 13-1 - Interventi di mitigazione acustica

BARRIERA	pk inizio	pk fine	lunghezza [m]	altezza da pf [m]	tipologico	note
BA_P_01	44+387	44+448	61	2,0	H0V	
BA_P_02	45+165	45+319	140	4,5	H4V	<ul style="list-style-type: none"> • su muro • base in calcestruzzo con trattamento fonoassorbente • tra i 2m e i 4m di quota su pf pannelli vetrati • ultimo pannello (0,5m) fonoassorbente
BA_P_03	4341	45+409	67	2,0	H0V	<ul style="list-style-type: none"> • base in calcestruzzo con trattamento fonoassorbente

Le progressive pk sono approssimate al metro. Gli estremi della schermatura acustica indicati nella tabella, rappresentati graficamente ed indicati nelle *Planimetrie degli interventi di mitigazione acustica* (elaborati IV0H02D22P6IM0004003C÷4C), potranno subire minime modifiche in fase di progettazione e realizzazione in funzione delle reali condizioni al contorno, ma comunque di entità tale da non modificare l'efficacia mitigativa complessiva. Per il dettaglio del posizionamento su linea delle BA si rimanda agli elaborati progettuali delle Opere Civili.

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

Per una visualizzazione cromatica dei livelli sonori lungo tutto il tracciato, sono state prodotte le *Mappe Acustiche Isofoniche nello Scenario Post Mitigazione per i periodi Diurno e Notturno* (elaborato IV0H02D22N5IM0004003C) relative ad un'altezza da piano campagna pari a 4 metri.

Nella simulazione dello scenario Post Mitigazione sono state considerate anche le barriere previste dal Piano di Risanamento Acustico, che non verranno realizzate nell'ambito del presente progetto. Le barriere del PRA sono riportate nelle *Planimetrie degli interventi di*

mitigazione acustica (elaborati IV0H02D22P6IM0004003-4C) con apposita simbologia. Nella fattispecie, al di fuori dell’ambito di progetto, sono stati considerati i seguenti interventi previsti nei Comuni di Savona, di Quiliano e di Vado Ligure: C.I. 009052002, C.I. 009052004, C.I. 009056030, C.I. 009056031, C.I. 009056034, C.I. 009056035. Di seguito la tavoletta che illustra gli interventi citati:



Figura 13-1 - Interventi del Piano di Risanamento Acustico previsti

Le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati sono riportate nell’elaborato Output del modello di simulazione cod. IV0H02D22TTIM0004001C. All’interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato.

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

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

Come detto invece nel capitolo 6, ulteriori ricettori in campo libero (h pari a 2m da p.c.) sono stati posizionati in corrispondenza delle aree naturali e dei parchi individuati, per ogni fascia di

pertinenza ferroviaria interessate e, al di fuori delle fasce di pertinenza, per ogni classe di zonizzazione acustica. Viene garantito praticamente ovunque il rispetto dei limiti di norma.

Nel capitolo 7 è stato evidenziato il progetto di demolizione della scuola relativa ai ricettori 2042, 2047 e 2048 e la previsione di un'area adibita a servizi. I ricettori inseriti associati a quest'area (20004, 20005 e 20006) risultano ampiamente entro i limiti normativi, come evidente dall'Allegato 2 alla presente relazione.

Tuttavia, a seguito dell'analisi dei risultati delle simulazioni acustiche si sono evinti superamenti dei limiti in corrispondenza di un edificio scolastico, il 2047. Per questo edificio è stata prevista una mitigazione di tipo indiretto (barriera antirumore), in continuità con la barriera antirumore adiacente. Tale scelta risulta migliore rispetto a una mitigazione totale con barriere più alte, anche in vista del progetto di demolizione di detta scuola, così come indicato nel capitolo 7.

I livelli in facciata di tutti gli altri ricettori indagati nello scenario senza gli edifici scolastici (descritto nel capitolo 7) risultano entro i limiti di norma.

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

Si rimanda all'elaborato Output del modello di simulazione cod. IV0H02D22TTIM0004001C per l'analisi di dettaglio di ogni singolo ricettore.

Nella tabella seguente sono riportati i livelli in facciata ed interni dell'unico ricettore per cui è stato stimato un superamento dei limiti esterni, nonostante l'inserimento delle Barriere Antirumore (punti di calcolo su facciata più esposta).

Tabella 13-2 - Ricettori con residui in facciata per cui sono previsti Interventi Diretti

ID Ricettore	Punto di calcolo	Orientamento Facciata	P. fuori terra	Limiti Normativi		Livelli PM		Impatto Res.		Livelli Interni		Limite interno	Residuo interno	Cat. Infissi Rw
				D	N	D	N	D	N	D	N			
				Leq	Leq	Leq	Leq	Leq	Leq	Leq	Leq			
				dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)			
2047	2047	W	1	47	-	41,7	42,2	-	-	29,7	30,2	45	-	
2047	2047	W	2	47	-	44,5	45,5	-	-	32,5	33,5	45	-	
2047	2047	W	3	47	-	47,7	48,1	0,7	-	35,7	36,1	45	-	esistenti
2047	2047	W	4	47	-	51,6	51,9	4,6	-	39,6	39,9	45	-	esistenti

Per il ricettore indicato in tabella, oggetto quindi di Intervento Diretto (individuabile nelle *Planimetrie degli interventi di mitigazione acustica* - elaborati IV0H02D22P6IM0004003C÷4C), dovrà essere verificato - successivamente alla completa messa in opera delle opere di mitigazione lungo linea e con l'entrata in vigore del Modello di Esercizio preso alla base dello Studio Acustico - il rispetto dei limiti interni.

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

Il ricettore che presenta superamenti dei limiti in facciata è descritto nell'elaborato *Relazione interventi diretti sui ricettori* (elaborato IV0H02D22RGIM0004003C), ove viene riportato anche il livello interno all'edificio stesso e la tipologia di infisso da installare in caso di eccedenza interna.

Il ricettore di cui sopra e i relativi livelli in facciata ed interni, sono altresì descritti in dettaglio nell'elaborato *Schede tecniche interventi diretti sui ricettori* (doc. IV0H02D22SHIM0004002C).



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

PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO ACUSTICO
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D 22 RG	IM 00 04 001	C	64 di 68

ALLEGATO 1 – PROGETTO RICOLLOCAZIONE SCUOLA MEDIA A. PETERLIN

*NGSOSRIQ_13_Relazione_tecnica_corredata_da_rilievi_accertamenti_indagini_e_studi_sp
ecialistici_Qbl_01__304216*

Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica

Realizzazione di un nuovo polo scolastico in via Sabazia, Vado Ligure, Savona
Scuola secondaria di 1° grado - AREA n. 108

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA - PNRR Missione 2
Rivoluzione verde e transizione ecologica Componente 3
Efficienza energetica e riqualificazione degli edifici
Investimento 1.1: "Costruzione di nuove scuole mediante sostituzione di edifici"

CUP: G41B21011050001

Responsabile Unico del Procedimento

Dott.ssa Simona Montesarchio

Ente Locale

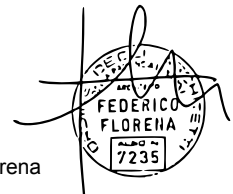
Comune di Vado Ligure
Piazza San Giovanni Battista, 5
Vado Ligure, Savona 17047
Arch. Felice Rocca

Progettisti

Arch. Andrea Borghi
P. Iva: 06648870480



tiarstudio s.r.l.
P. Iva: 06913120488
Direttore Tecnico: Arch. Federico Florena



Titolo Elaborato

RELAZIONE TECNICA

Data 10.03.2023
Scala | Formato Stampa N.A. | A4

Numero Elaborato **PFTE_GEN_02_RT**
Indice **A**

Nome File
264_PFTE_Relazione tecnica.doc

Revisioni

Indice	Data	Descrizione
A	10.03.2023	PRIMA EMISSIONE

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	ANALISI DELLO STATO ATTUALE	4
2.1	DESCRIZIONE DEL CONTESTO AMBIENTALE E URBANISTICO	4
2.1.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO – AMBIENTALE	4
2.1.2	INQUADRAMENTO FOTOGRAFICO DELLO STATO ATTUALE	5
2.1.3	INQUADRAMENTO URBANISTICO	6
2.2	ANALISI DEI VINCOLI E DELLE TUTELE.....	9
2.3	DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO: ELEMENTI DI CRITICITA' STRUTTURALI, DELL'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E FUNZIONALI	9
2.3.1	CRITICITA' STRUTTURALI E DEL SISTEMA IMPIANTISTICO.....	9
2.3.2	CRITICITA' SOTTO IL PROFILO DELL'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO	10
2.3.3	CRITICITA' FUNZIONALI.....	10
2.3.4	VERIFICA DI SUSSISTENZA DELLE INTERFERENZE	10
3	IL NUOVO POLO SCOLASTICO.....	11
3.1	OBIETTIVI GENERALI DEL PROGETTO.....	11
3.2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	12
3.3	VOLUMETRIA E CRITERI PER IL POSIZIONAMENTO NEL LOTTO	12
3.4	COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA.....	12
4	DEFINIZIONE DELL'EDIFICIO: IL NUOVO POLO SCOLASTICO	13
4.1	DIMENSIONI GLOBALI DELL' OPERA	13
4.2	IL NUOVO EDIFICIO.....	13
4.3	CARATTERISTICHE DEGLI SPAZI ESTERNI	14
4.4	DATI DIMENSIONALI, VERIFICHE DI PRESTAZIONE E DI PROGETTO AI SENSI DEL D.M. 18/12/1975 – INDICI STANDARD SUPERFICIE: SCUOLA MEDIA	14
4.5	CONDIZIONI DI ILLUMINAZIONE	15
5	ASPETTI STRUTTURALI	16
6	CONDIZIONI ENERGETICHE E IMPIANTISTICHE.....	16
6.1	SCELTE PROGETTUALI	16
6.2	IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE, TRATTAMENTO ARIA E IDRICO SANITARIO	16
6.3	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	17
6.4	ULTERIORI SISTEMI IMPIANTISTICI PRIMARI, A SERVIZIO DELL'EDIFICIO.....	17
6.4.1	Impianti di protezione attiva Antincendio	17
6.4.2	Impianto Elettrico di base	18
7	CONDIZIONI ACUSTICHE.....	18
8	PROGETTAZIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO.....	18
9	ADEMPIMENTI IN COPERTURA.....	18
10	PIANO DI SICUREZZA.....	18
11	APPROFONDIMENTO DI DETTAGLIO	19

1 PREMESSA

Intervento: Realizzazione di un Nuovo Polo Scolastico in Via Sabazia – Scuola Secondaria di I° grado
Committente: Comune di Vado Ligure, Piazza S. Giovanni Battista 5 – 17047, Vado Ligure (SV)
Responsabile del procedimento: Arch. Felice Rocca – Piazza S. Giovanni Battista 5, Vado Ligure (SV)
lavoripubblici@comune.vado-ligure.sv.it – tel. 019/886350

La presente relazione è stata predisposta secondo quanto previsto dall'art 19 del DPR n.207/2010 e descrive gli interventi di demolizione e ricostruzione della Scuola Secondaria di I° grado di Vado Ligure con realizzazione di un Nuovo Polo Scolastico.

Il progetto è stato finanziato dall'Unione europea – Next Generation EU nell'ambito del PNRR – Missione 2 “Rivoluzione verde e transizione ecologica” – Componente 3 “Efficienza energetica e riqualificazione degli edifici” – Investimento 1.1: “Costruzione di nuove scuole mediante sostituzione di edifici”.

L'intervento si configura come occasione di miglioramento qualitativo degli spazi e della loro articolazione, acquisendo caratteristiche tali da promuovere il benessere dei bambini e degli operatori, l'accoglienza e la partecipazione dei genitori alla costruzione del percorso educativo secondo i moderni indirizzi pedagogici.

Il dimensionamento della struttura prenderà in considerazione uno standard che oltre a rispettare la normativa vigente in materia consenta una efficiente distribuzione spaziale per il contenimento e l'ottimizzazione degli spazi per le attività dei bambini e per quelle generali.

Il nuovo edificio sarà concepito per funzionare, in esercizio, ad energia quasi zero e su questo obiettivo verranno indirizzate tutte le successive scelte progettuali e tecnologiche, dalla scelta dei materiali alla messa a punto di accorgimenti per favorire comportamenti virtuosi dell'utenza.

2 ANALISI DELLO STATO ATTUALE

2.1 DESCRIZIONE DEL CONTESTO AMBIENTALE E URBANISTICO

2.1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO – AMBIENTALE

Il Nuovo Plesso Scolastico di Vado Ligure è ubicato in via Sabazia 76; si tratta di un'area di facile accesso, in posizione centrale rispetto al tessuto urbano circostante, con vicinanza ai mezzi pubblici di trasporto e al principale centro abitativo. Il lotto confina a nord con l'attuale Scuola Materna e Asilo Nido e ad ovest con il complesso della Fondazione Ferrero.



Figura 1 Inquadramento aerofotogrammetrico dell'area

La morfologia originaria della zona è stata fortemente modificata da estesi e significativi interventi antropici quali impianti industriali, strade, piazzali, linee ferroviarie e fabbricati diversi; attualmente l'area è in parte adibita a parcheggio e ospita una bocciocfila. Si segnala la presenza di un rifugio antiaereo, risalente alla Seconda Guerra Mondiale, il cui imbocco è situato nella scarpata a nord-ovest a ridosso dell'edificio del bar della bocciocfila.

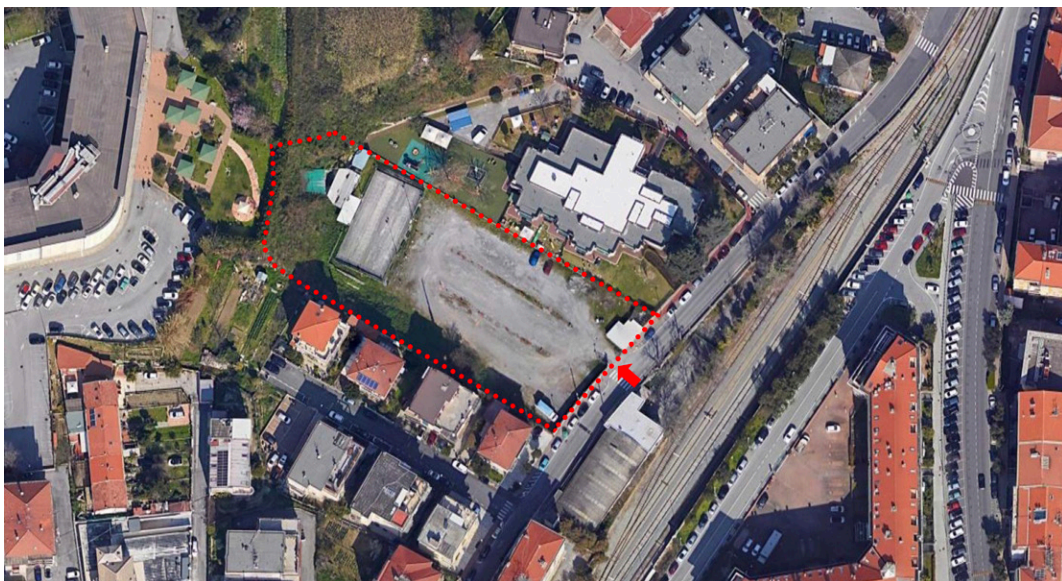


Figura 2 Inquadramento dell'area di progetto e individuazione dell'accesso attuale

La superficie di pertinenza dell'attuale edificio corrisponde a circa 10.172 mq.

2.1.2 INQUADRAMENTO FOTOGRAFICO DELLO STATO ATTUALE



Figura 3. Accesso all'area di progetto – via Sabauzia



Figura 4. Bocciofila oggetto di demolizione – via Sabauzia



Figura 5. Scuola Materna confinante al lotto d'intervento



Figura 6. Scuola oggetto di demolizione – via XXV Aprile

2.1.3 INQUADRAMENTO URBANISTICO

Dal punto di vista catastale, l'area di intervento è individuabile nel Foglio n.12, p.lle n. 75, 76, 1455, 1456, presso il N.C.E.U., come riportato nell'estratto di mappa catastale sottostante. L'area è di proprietà del Comune di Vado Ligure.



Figura 3. Estratto mappa catastale – Foglio 12 , p.lle 75, 76, 1455, 1456

Per la caratterizzazione dello stato di fatto dell'area si è considerato il quadro conoscitivo del Piano Regolatore Generale del Comune di Vado Ligure, oltre alle indicazioni contenute nei Piani delle autorità competenti sul territorio.

Il Comune di Vado Ligure è dotato, come principale strumento urbanistico che regola l'attività edificatoria all'interno del territorio comunale, di un Piano Regolatore Generale, a sua volta costituito da elaborati cartografici, Relazione, Norme Tecniche di Attuazione e Guide agli Interventi. Il PRG è stato approvato con D.P.G.R. N.1988 del 5 settembre 1977 e modificato da successiva deliberazione della giunta regionale

n.1067/2008 delle varianti al P.R.G. concernenti l'introduzione della disciplina paesistica e la revisione delle zone agricole.

Sotto il profilo urbanistico, l'area è classificata in gran parte come "zona residenziale semintensiva S" e nella parte superiore come "zona ad attrezzature e impianti per servizi pubblici o d'uso pubblico d'interesse urbano".

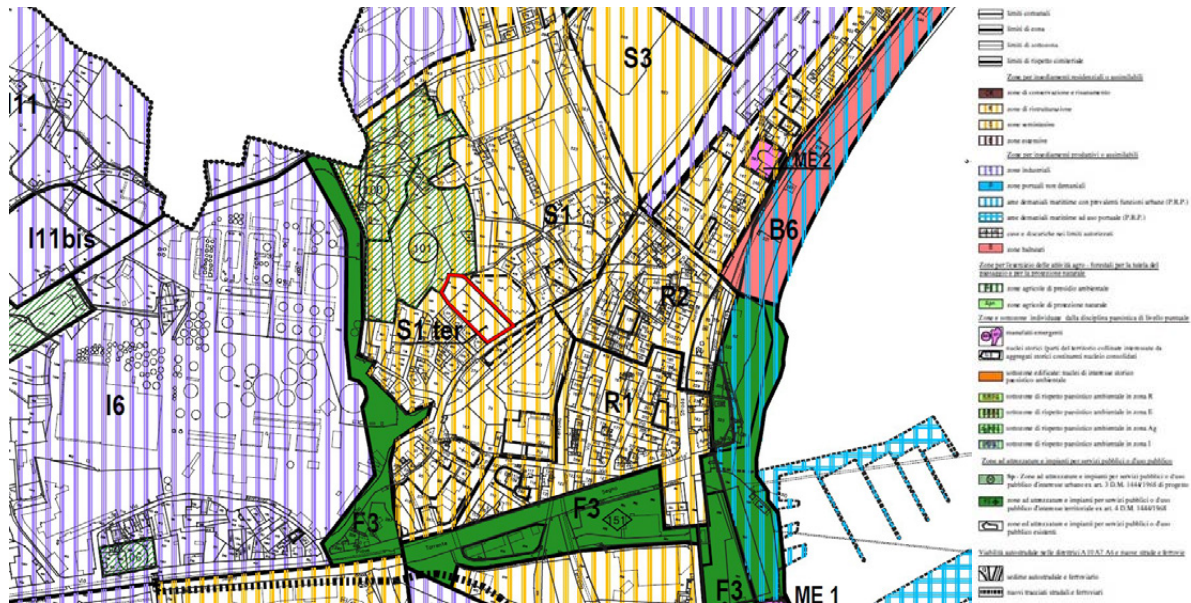


Figura 4. Estratto PRG – Assetto Generale

Nel vigente Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico – Assetto Insediativo, approvato con deliberazione del Consiglio Regionale n.6 del 26/02/1990, tutti i succitati terreni sono classificati come segue: zona TU (art.38 delle Norme di Attuazione)

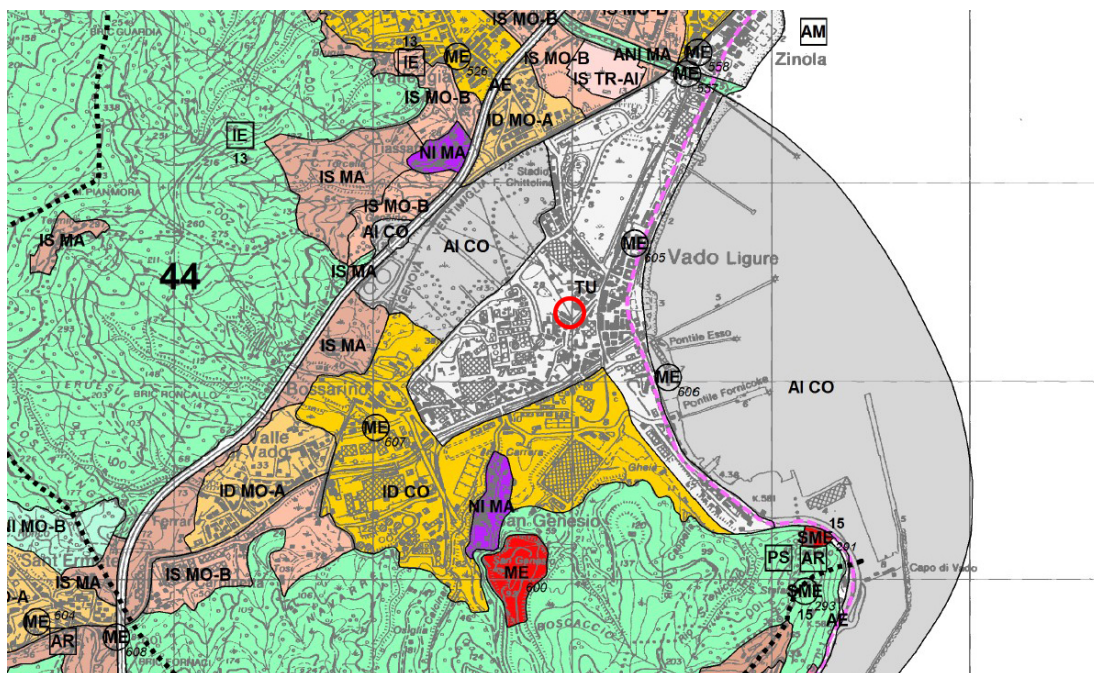


Figura 5. Estratto PTCP – Assetto Insediativo

Nel Piano di Bacino Stralcio sul rischio idrogeologico, ai sensi dell'art.1 comma 1 del D.L. n.180/1998 convertito in Legge n.267/1998, approvato con atto del D.C.P. n.47 del 25/11/2003 e successive modificazioni, i mappali ricadono in:

- *Carta della suscettività al dissesto*: al di fuori delle fasce di inondabilità;



Figura 6. Estratto Carta della suscettività al dissesto dei versanti – Bacini Regionali Liguri

- *Reticolo Idrografico* : tutti i mappali non interferiscono, salvo puntuale verifica, con le fasce di rispetto e/o tutela di corsi d'acqua compresi nel reticolo geografico regionale (fasce di tutela e di rispetto da verificare in relazione all'ampiezza del relativo bacino imbrifero);
- *Carta degli interventi*: non interferiscono con interventi previsti dal Piano.
- *Carta del Rischio Geomorfologico*: i mappali rientrano nella fascia di rischio lieve o trascurabile.

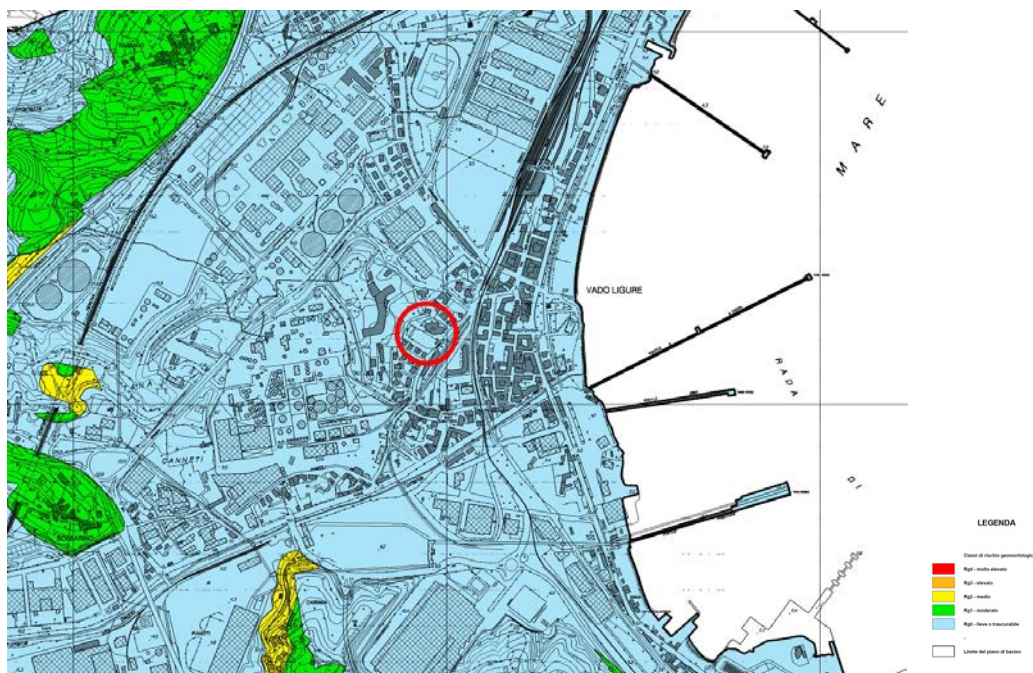


Figura 7. Estratto Carta del Rischio Geomorfologico – Bacini Regionali Liguri

Ai sensi dell'art. 10 della Legge n°353 del 21/11/2000, si attesta che tutti i mappali non risultano percorsi da incendio.

In merito alla pericolosità sismica, il Comune di Vado Ligure rientra nella Classe 3.

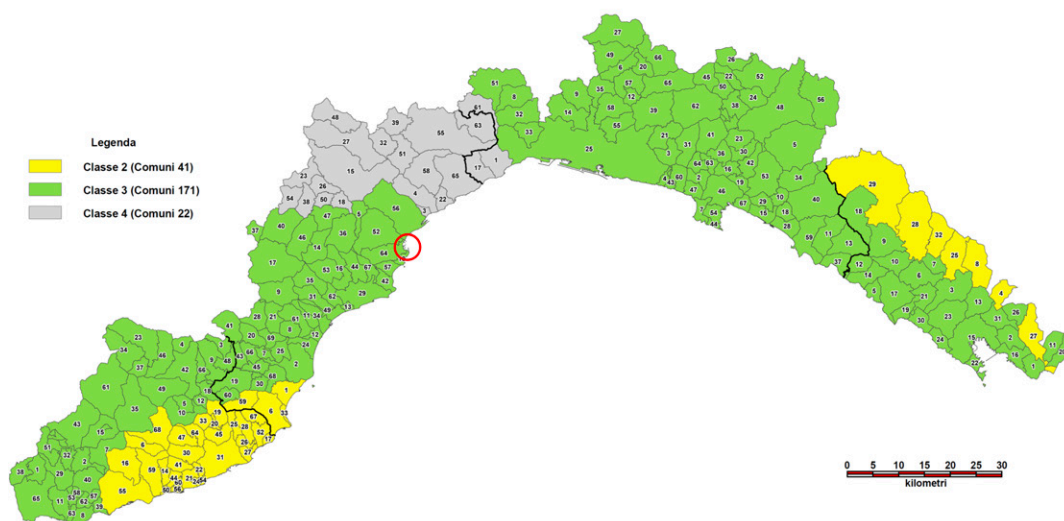


Figura 3. Estratto mappa della classificazione sismica della Regione Liguria

2.2 ANALISI DEI VINCOLI E DELLE TUTELE

L'area oggetto del presente intervento non risulta inserita tra le aree soggette a vincoli di inedificabilità o conformativi.

2.3 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO: ELEMENTI DI CRITICITA' STRUTTURALI, DELL'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E FUNZIONALI

L'attuale Scuola Secondaria di 1° grado "A. Peterlin" è situata in via XXV Aprile nelle vicinanze della stazione ferroviaria, una zona poco salubre e molto rumorosa. Il fabbricato esistente è stato realizzato negli anni '60, ha struttura portante in travi e pilastri in c.a., fondazioni su plinti isolati, travi a coltello. Presenta una forma a C con corpo centrale rettangolare allungato e due corpi laterali adibiti l'uno a palestra e l'altro a casa del custode. Il blocco principale, di forma rettangolare allungata, di dimensioni massime pari a circa 54,20 x 13,50 m, ospita le aule didattiche e si sviluppa su quattro piani fuori terra; il secondo blocco rettangolare, di dimensioni circa 34,60 x 12,80 m, perpendicolare al precedente, a destinazione d'uso palestra, si sviluppa per una porzione su un unico piano fuori terra con elevata altezza di interpiano; un ultimo blocco, di dimensioni circa 8,50 x 18,55 m, a destinazione casa del custode, si sviluppa su un piano fuori terra e un piano seminterrato. Sul fronte, lato strada, è situata una pensilina che copre il marciapiede per una lunghezza complessiva di 75,50 m.

2.3.1 CRITICITA' STRUTTURALI E DEL SISTEMA IMPIANTISTICO

A seguito di sopralluoghi effettuati con esecuzione di prove strutturali, non sono state rilevate evidenti criticità strutturali, ad eccezione delle problematiche di sfondellamento dei solai tempestivamente risolte ad aprile/maggio 2018, nonché di criticità strutturali rilevate al piano seminterrato nell'ottobre 2015. La struttura quando soggetta ai soli carichi verticali e quindi escludendo l'azione sismica, fornisce una risposta accettabile mostrando carenze puntuali riferite solamente ad alcuni elementi strutturali. Per quanto concerne il grado di sicurezza, l'edificio allo stato attuale non è in grado di offrire le necessarie garanzie di resistenza nei confronti delle azioni sismiche; infatti le indagini effettuate sull'edificio scolastico in esame unitamente alle valutazioni dei modelli strutturali, attuate sia in tensioni ammissibili sia con il metodo dell'analisi dinamica non lineare mediante programma ad elementi finiti, hanno consentito di trarre le seguenti conclusioni: lo studio di vulnerabilità eseguito ha condotto una serie di verifiche da cui si deduce che il grado di sicurezza dell'intero

complesso scolastico ha un indice di rischio IR pari a 0,047. Questo significa che allo stato attuale il complesso non garantisce alcun minimo grado di sicurezza sotto le azioni sismiche.

2.3.2 CRITICITA' SOTTO IL PROFILO DELL'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

L'immobile non dispone di impianti adeguati, infatti i consumi energetici di questo edificio, realizzato con tecniche costruttive senza coibentazioni e con infissi non energeticamente performanti, sono elevati.

2.3.3 CRITICITA' FUNZIONALI

A questo proposito si evidenziano pesanti limiti ed inadeguatezze degli spazi che, confrontate con il quadro esigenziale espresso dall'Amministrazione, risultano difficilmente sanabili mediante intervento di riqualificazione. L'attuale immobile dunque, oltre ad essere strutturalmente inadeguato e poco sicuro, non possiede, dal punto di vista degli spazi, le caratteristiche di una scuola moderna ed efficiente.

2.3.4 VERIFICA DI SUSSISTENZA DELLE INTERFERENZE

Le interferenze riscontrabili nella fase di realizzazione possono essere riconducibili a due tipologie principali:

- *Interferenze superficiali*: fanno parte di questo gruppo i canali, i fossi a cielo aperto e la viabilità pedonale e carrabile.
- *Interferenze interrato*: fanno parte di questo gruppo i gasdotti, le fognature, gli acquedotti, le condotte di irrigazione a pressione, parte delle linee elettriche a media e bassa tensione e parte delle linee telefoniche.

Si rimanda ad una fase successiva un maggior grado di approfondimento in materia.

3 IL NUOVO POLO SCOLASTICO

3.1 OBIETTIVI GENERALI DEL PROGETTO

Il progetto per la nuova scuola garantisce una concezione innovativa nell'interpretazione degli spazi sia sul piano della qualità percettiva che della fluidità funzionale.

A questo riguardo, l'Unione Europea sta promuovendo l'adozione di nuove metodologie educative volte alla formazione di competenze spendibili nella totalità del mondo in evoluzione. In quest'ottica la scuola diviene un laboratorio di formazione per un tipo di apprendimento esperienziale e inclusivo.

Nella progettazione della Nuova Scuola Secondaria di 1° grado di Vado Ligure, grande attenzione è riservata ai principi più aggiornati di:

- sostenibilità ambientale
- qualità urbana
- valenza sociale dell'edificio scolastico
- qualità degli ambienti interni improntati a una didattica moderna e qualificata

L'edificio è stato progettato tenendo conto di:

- Linee guida MIUR 2022 "Progettare, costruire e abitare la scuola"
- Linee guida MIUR 2013 "Norme tecniche-quadro, contenenti gli indici minimi e massimi di funzionalità urbanistica, edilizia, anche con riferimento alle tecnologie in materia di efficienza e risparmio energetico e produzione da fonti energetiche rinnovabili, e didattica indispensabili a garantire indirizzi progettuali di riferimento adeguati ed omogenei sul territorio nazionale".
- D.M. 18/12/1975 "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nell'esecuzione di opere di edilizia scolastica"
- Legge 11/01/1996, n.23 "Norme per l'edilizia scolastica".

Dall'analisi delle prescrizioni funzionali e dimensionali fornite dall'Amministrazione Comunale, i principali ambiti funzionali degli spazi interni sono i seguenti:

- un atrio d'ingresso strutturato in modo da consentire un miglior controllo da parte del personale non docente;
- spazi distributivi ottimizzati, con collegamenti verticali concentrati in un unico punto, pur mantenendo inalterate le condizioni di sicurezza in caso di evacuazione;
- aule pensate come "home base" caratterizzate da una grande flessibilità e variabilità d'uso. L'utilizzo di arredi modulari flessibili consentirà configurazioni diverse a seconda delle attività didattiche, garantendo lo svolgimento di attività individuali o in gruppo. L'utilizzo di pareti mobili permetterà all'aula di espandersi, coinvolgendo gli spazi comuni e rendendo i confini molto flessibili tutto questo faciliterà lo svolgimento delle attività interclasse.
- aule, laboratori, atrio all'occorrenza utilizzabili per attività di gruppo e/o situazioni particolari, garantendo la massima flessibilità degli spazi;
- un refettorio, utilizzabile all'occorrenza come aula polivalente, raggiungibile dall'esterno e utilizzabile anche fuori dall'orario scolastico per ospitare corsi, riunioni o altre attività senza interagire con la scuola;
- una palestra, accessibile sia dalla scuola, mediante un percorso interno, sia dall'esterno dell'edificio, per poter essere utilizzabile anche dalle associazioni sportive o da altri utenti in periodi diversi da quelli scolastici. L'impianto sportivo di Livello A1, idoneo ad ospitare attività non agonistica, deve essere organizzato con spazi dedicati all'attività sportiva, ai servizi di supporto e al pubblico;
- spazi di servizio all'attività didattica, inclusi servizi igienici, accessibili e collocati in posizione baricentrica tra aule e laboratori, depositi di stoccaggio del materiale didattico e locali tecnici.

Di seguito sono definiti gli standard progettuali che disciplinano la funzionalità degli spazi interni e le caratteristiche del nuovo edificio e degli spazi esterni e di pertinenza.

Ambienti e gli spazi interni ed esterni dei servizi e i relativi elementi

In riferimento alle condizioni di illuminazione e acustiche, devono rispettare la normativa statale e regionale, per la salvaguardia della salute e del benessere dei bambini e del personale addetto.

Struttura architettonica

L'edificio deve essere facilmente raggiungibile, accessibile dal punto di vista della assenza di barriere architettoniche.

Accesso verso l'esterno

Il nuovo edificio deve avere l'accesso diretto all'esterno: dovranno essere adottate tutte le misure utili per garantire la sicurezza, sia per l'ordinaria gestione quotidiana, sia in caso di eventi eccezionali.

Aree esterne

L'area esterna deve essere completamente interclusa, con ingressi controllati e protetta da recinzioni; all'interno il progetto deve prevedere la presenza di un'area carico/scarico degli alunni dai mezzi di trasporto pubblici.

3.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La necessità di redigere una proposta progettuale per il nuovo complesso scolastico a Vado Ligure sorge dall'impossibilità di eseguire interventi manutentivi efficaci nel medio-lungo periodo nell'attuale sede di Via XXV Aprile, la quale non consente un miglioramento degli spazi dedicati alle attività didattiche. Insieme alla costruzione del Nuovo Polo Scolastico, l'amministrazione del Comune di Vado Ligure intende perseguire l'obiettivo di innescare un processo di riqualificazione in grado di avere una ripercussione positiva su tutto il territorio. L'intervento riguarda dunque una "sostituzione edilizia", con demolizione e successiva ricostruzione dislocata in altro sito.

Per una maggiore comprensione si rimanda agli elaborati tecnici specifici del presente *Progetto di Fattibilità Tecnico Economica*.

3.3 VOLUMETRIA E CRITERI PER IL POSIZIONAMENTO NEL LOTTO

La volumetria, dimensionata sulla base delle richieste dell'amministrazione, è stata frammentata in due blocchi, tra loro traslati, per definire due ampi spazi di relazione, e differenziati per forma e dimensione. I due volumi si mantengono connessi tra loro ma dotati di accessi indipendenti, posizionati nell'ampia piazza pubblica che fronteggia il complesso scolastico. Il posizionamento nel lotto è dettato dalla necessità di avere un ampio spazio pubblico, che faccia sì che il Nuovo Polo Scolastico richiami una partecipazione collettiva, troppo spesso confinata ai soli eventi straordinari che si svolgono a Vado Ligure. La grande piazza pubblica consente l'ingresso alla nuova scuola e al tempo stesso si configura come luogo di aggregazione per la comunità.

3.4 COMPOSIZIONE ARCHITETTONICA

Fin dalla prima fase di ideazione del concept, è stato seguito un processo di *progettazione integrata*, tra progettazione architettonica, strutturale, impiantistica e di costante verifica del rispetto dei criteri ambientali minimi nonché del più recente DNSH. Questi aspetti contribuiscono a determinare le caratteristiche formali, volumetriche e distributive della nuova scuola, ricercando la massima integrazione nel contesto anche rispetto alle caratteristiche sismiche ed ambientali del luogo.

Nel progetto per la nuova Scuola Secondaria di I° grado, è chiara la volontà di stabilire un rapporto continuo tra spazio per l'apprendimento e l'ambiente esterno. Grazie alla grande piazza lineare prospiciente l'edificio e alle grandi vetrate che caratterizzano le facciate, il contesto cittadino diventa parte integrante dell'edificio e si inserisce nello spazio della scuola stabilendo un dialogo continuo con gli spazi interni.

Le scelte progettuali privilegiano una distribuzione interna che si basa sugli aspetti pedagogici e ambientali. L'idea che sta alla base del progetto è quella di far sì che il sistema dei collegamenti interni si configuri come uno spazio flessibile e innovativo: la grande scala con gradonata genera uno spazio dinamico all'interno dell'edificio, che si configura come un'estensione delle aule in cui si possono svolgere le attività integrative e interdisciplinari.

4 DEFINIZIONE DELL'EDIFICIO: IL NUOVO POLO SCOLASTICO

4.1 DIMENSIONI GLOBALI DELL' OPERA

Seguono alcuni dati dimensionali circa la nuova struttura scolastica:

- Superficie coperta dell'edificio di progetto: 1381,75 mq
- Superficie coperta della scuola esistente da demolire: 1770,87 mq

La superficie coperta dell'edificio di progetto risulta inferiore alla superficie coperta della scuola esistente da demolire.

- Area esterna di pertinenza scolastica: 2852,25 mq di cui:
 - Aree a verde: 1162,88 mq
 - Pavimentazione in calcestruzzo drenante: 1639,37 mq
- Altezza colmo: 14,5 m
- Altezza gronda: 12,5 m

Il dimensionamento degli spazi interni delle singole aree e l'articolazione delle diverse funzioni è stato effettuato sulla base della normativa vigente. I riferimenti utilizzati per gli indici standard di superficie netta della scuola media sono quelli definiti dal Decreto Ministeriale 18 dicembre 1975 – Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia e urbana. L'obiettivo perseguito è stato quello di riunire in un unico centro tutte le possibili attività scolastiche, in modo da realizzare un "Civic center" in grado di contribuire alla qualità del tessuto urbano circostante. La nuova scuola ospiterà n.250 alunni distribuiti su 9 aule scolastiche.

4.2 IL NUOVO EDIFICIO

Il volume della scuola presenta tre piani fuori terra, quello del Centro Civico due; la copertura di quest'ultimo ospita la terrazza, in parte pavimentata e in parte verde. Il Centro Civico è pensato per essere accessibile anche in orario extra-scolastico, attraverso accessi autonomi, ricalcando il carattere pubblico della scuola e di apertura dell'edificio verso la comunità. Il progetto intende garantire una concezione innovativa nell'interpretazione degli spazi sul piano della qualità percettiva e della fluidità funzionale. A partire da questi presupposti, tutto diventa spazio per l'apprendimento: gli ambienti per la didattica sono pensati per essere semplici e razionali, cercando un equilibrio tra spazi definiti e spazi adattabili, considerando che uno stesso luogo può essere vissuto in modi e momenti diversi. Il progetto fa propria la flessibilità costruttiva degli spazi – intesa come possibilità di facile trasformazione degli ambienti attraverso l'uso di pareti mobili e arredo leggero.

Il piano terra della nuova scuola ospita l'atrio, gli uffici, la sala lettura, la biblioteca, il refettorio e i servizi igienici ed è collegato internamente alla palestra e ai suoi servizi. Il refettorio gode di un accesso autonomo per il

carico/scarico e per l'accesso al personale addetto. La biblioteca, grazie ad ampie pareti scorrevoli può essere modulata secondo le esigenze contingenti. Il primo piano ospita 3 *Home Base* (aule tradizionali), 3 laboratori, gli spazi di servizio e la sala conferenze; quest'ultima gode di due accessi: uno interno alla scuola ed uno dall'esterno, direttamente collegato con la piazza lineare prospiciente l'edificio. L'ultimo piano ospita altre 6 *Home Base*, un ampio spazio per le attività integrative e gli spazi di servizio.

Il principale collegamento verticale avviene tramite una scala caratterizzata dalla presenza di gradonate pensate come spazi per lo studio autonomo o di gruppo e lo svolgimento di attività parascolastiche. In generale, le aree comuni sono pensate come estensione delle aule: sono spazi dinamici in cui si svolgono le attività informali. Anche lo spazio connettivo diventa uno spazio di transizione: infatti, può essere utilizzato come spazio alternativo per la lettura, lo studio o il relax, pur non interferendo col normale flusso degli alunni.

4.3 CARATTERISTICHE DEGLI SPAZI ESTERNI

La progettazione degli spazi aperti di pertinenza scolastica si basa sulla volontà di creare un rapporto armonico tra ambiente costruito e naturale integrando il nuovo edificio all'interno del contesto circostante. Gli spazi esterni si possono suddividere in:

- *Piazza lineare*: uno spazio pavimentato prospiciente il prospetto principale dell'edificio caratterizzato da un filare di alberi e da panchine che diviene luogo di aggregazione e scambio: è la piazza di accesso alla scuola e al Centro Civico, anche in orario extra scolastico e per questo rappresenta l'apertura dell'edificio verso la comunità di Vado Ligure.
- *Area sportiva all'aperto*: direttamente collegata con la palestra, ospita un campo da basket.
- *Area a verde perimetrale*: intorno a tutta l'area di progetto una fascia verde concorre a creare un filtro naturale rispetto al contesto di riferimento. La relazione tra l'ambiente esterno ed interno alla scuola è garantita dalle ampie vetrate che caratterizzano gli spazi scolastici, creando un legame diretto e continuo con l'esterno.

4.4 DATI DIMENSIONALI, VERIFICHE DI PRESTAZIONE E DI PROGETTO AI SENSI DEL D.M. 18/12/1975 – INDICI STANDARD SUPERFICIE: SCUOLA MEDIA

DATI DIMENSIONALI E PARAMETRI URBANISTICI

Superficie utile netta	2492,60 mq
Superficie coperta	1381,75 mq
Superficie di pertinenza scolastica	2852,25 mq
Superficie verde	1162,88 mq
Superficie permeabile (pavimentazione in calcestruzzo drenante)	1639,37 mq
Altezza dell'edificio (punto 28, parte prima – Regolamento edilizio)	12,20 m

VERIFICA DIMENSIONALE

Tabella 7 – Indice standard di superficie: scuola media

Descrizione degli spazi	D.M. 18/12/1975 mq/alunno	D.M. 18/12/1975 S. utile (mq) 9 classi 250 alunni	S. utile (mq)	NOTE
1 Attività didattiche				
<i>Attività normali</i>	1,8	450	451,08	
<i>Attività speciali</i>	0,8	200	200,41	
<i>Attività musicali</i>	0,18	45	-	NON PREVISTO DAL PROGRAMMA FUNZIONALE FORNITO
2 Attività collettive				

<i>Attività integrative e parascolastiche</i>	0,6	150	169,36	
<i>Biblioteca/sala lettura</i>	0,27	67,5	90,66	
<i>Mensa e relativi servizi</i>	0,5	125	139,83	
3 Attività complementari				
<i>Atrio</i>	0,2	50	69,06	
<i>Uffici</i>	0,6	150	153,42	
4 Connettivo e servizi igienici				
<i>Connettivo e serv.igienici (40% sup. precedenti), di cui:</i>	2,14 (max)	535	531,98	
<i> Connettivo</i>			430,15	
<i> Servizi igienici alunni + locale pulizie</i>			73,36	
<i> Servizi igienici insegnanti</i>			28,47	
5 Spazi per l'educazione fisica				
<i>Palestra e servizi palestra, di cui:</i>		330	333,49	
<i> Palestra A1</i>			241,76	
<i> Spogliatoio alunni - atleti</i>			52,70	
<i> Spogliatoio istruttori</i>			22,60	
<i> Pronto Soccorso/Infermeria</i>			5,60	
<i> Deposito attrezzi</i>			10,83	
Superficie totale D.M. 18/12/1975		2102,50	2139,07	
6 Spazi ulteriori				
<i>Sala conferenze</i>	-	-	135,02	
<i>Sala lettura</i>	-	-	54,30	
<i>Sala riunioni</i>	-	-	42,32	NON RICHIESTA D.M. 1975 MA RICHIESTA NEL PROGRAMMA FUNZIONALE FORNITO
<i>Depositi (materiale didattico - locale pulizie)</i>	-	-	81,36	
<i>Locali tecnici</i>	-	-	82,63	
Superficie totale netta Progetto			<u>2492,60</u>	

4.5 CONDIZIONI DI ILLUMINAZIONE

L'illuminazione naturale e artificiale degli spazi e dei locali della nuova Scuola Secondaria di I° grado di Vado Ligure è stata progettata in modo tale da garantire agli alunni il massimo del confort visivo, nel rispetto dei requisiti di illuminazione degli ambienti, equilibrio delle luminanze, protezione dai fenomeni di abbagliamento e prevalenza della componente diretta della luce su quella diffusa, in particolare nel caso dell'illuminazione artificiale.

Il dimensionamento e posizionamento delle finestre e delle vetrate è stato studiato per rispondere alle norme e ai requisiti minimi di illuminamento previsti per gli edifici scolastici e per gli ambienti di lavoro. In materia di rapporti illuminanti per tutti gli ambienti nei quali è prevista la permanenza delle persone, viene rispettato il rapporto pari a 1/8 tra la superficie finestrata e quella pavimentata dell'ambiente.

5 ASPETTI STRUTTURALI

Le strutture sono state concepite per garantire le migliori prestazioni possibili in termini di robustezza, leggerezza antisismica e requisiti anti-incendio. La platea di fondazione sarà realizzata in c.a. gettato in opera, con nervature per appoggio delle pareti e con vespaio areato composto da moduli prefabbricati in polietilene. Per le strutture portanti in elevazione del nuovo edificio si prevede l'utilizzo del sistema a pannelli portanti in legno a strati incrociati incollato (Cross-lam) di spessore 120 mm. I solai di copertura sono suddivisi in due tipologie in base alle loro luci massime. In corrispondenza di luci minori i solai sono realizzati con pannelli Cross-lam di spessore 240 mm. Negli spazi con luci maggiori è previsto un sistema di travi in legno lamellare e doppio assito di controventamento. Sulle stesse sarà eseguito un placcaggio con lastre di cartongesso per garantire la resistenza al fuoco necessaria.

6 CONDIZIONI ENERGETICHE E IMPIANTISTICHE

6.1 SCELTE PROGETTUALI

Lo sviluppo del progetto è stato condotto in piena sinergia ed integrazione fra tutte le componenti tecnologiche, al fine di conseguire i seguenti obiettivi primari:

- Operare una gestione energetica oculata e volta al massimo sfruttamento delle fonti di energia rinnovabile (FER).
- Utilizzare materiali e sistemi eco-sostenibili oltre i livelli minimi imposti dai decreti CAM (Criteri ambientali Minimi), sia a livello "costruttivo" che di "vita" e di "fine vita" dell'organismo.
- Ridurre al minimo i costi di esercizio (conduzione e manutenzione).

L'insieme sinergico ed integrato delle soluzioni adottate nel progetto (sistema edificio-impianti), consente di raggiungere non solo il livello **NZEB** (ai sensi della *Direttiva 2010/31/ UE*) e rispondere ai *Criteri Ambientali Minimi* definiti dal Decreto Legislativo 50/2016, ma permetterà anche di essere conforme ai principi del DNSH (*do-no-significant-harm*) introdotto dal *Regolamento UE 2020/852* e che introduce implementazioni dell'efficienza per non gravare sulla sostenibilità ambientale. Il conseguimento di un tale livello prestazionale è stato raggiunto adottando le seguenti soluzioni progettuali:

- Elevato livello di isolamento termico dell'involucro, in tutti i suoi componenti (opachi e finestrati).
- Riduzione ai minimi termini di energia primaria (non rinnovabile) mediante l'utilizzo di sistemi impiantistici ad alto rendimento, con elevata componente di utilizzo di energia rinnovabile e di autoproduzione di energia elettrica (fotovoltaica).

Le scelte progettuali descritte sono frutto di una particolare attenzione agli aspetti manutentivi che la scuola dovrà affrontare dopo la fase di messa in servizio. In particolare, sono state favorite tipologie impiantistiche in grado di garantire una buona reperibilità di ricambi sul mercato per un tempo congruo con l'attesa di vita dell'edificio.

Di seguito vengono brevemente descritti i sistemi impiantistici adottati. Per maggiori dettagli si faccia riferimento agli elaborati specialistici.

6.2 IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE, TRATTAMENTO ARIA E IDRICO SANITARIO

Il sistema impiantistico dell'edificio garantisce un utilizzo di materiali e tecnologie innovative, puntando al contenimento dei costi energetici e all'uso diffuso di fonti rinnovabili per la riduzione dei fabbisogni di energia primaria. In conseguenza dell'uso diversificato degli ambienti, gli impianti sono inoltre caratterizzati da una grande flessibilità. Il cuore dell'impianto HVAC si compone di un lato 'produzione', realizzato con circuito idronico in pompa di calore, alimentato in elettrico e dimensionato sulla massima efficienza sia per la

climatizzazione che per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS). Questa soluzione permette di raggiungere livelli di impiego di fonti rinnovabili ben superiori a quanto richiesto dalla vigente normativa, coadiuvati dalla quota parte di energia ricavata grazie all'impianto fotovoltaico in copertura. Nel locale tecnico al livello inferiore dell'edificio, sono installate le pompe di calore, l'accumulo per ACS, la centrale di trattamento acqua, sia per il carico dell'impianto sia per l'acqua potabile. Nel locale tecnico trovano posto anche le pompe per la distribuzione del fluido vettore alle macchine, dotate di tecnologia ad *inverter*, in grado di modulare la portata e il consumo in base alle effettive richieste. Le pompe di calore sono splittate: all'interno del suddetto locale trovano posto le macchine mentre in copertura sono remotizzati i relativi dissipatori. Negli spazi esterni di pertinenza sono collocate le UTA, dotate di recuperatore di calore ad alta efficienza, in grado di garantire costantemente il rinnovo dell'aria nei suddetti ambienti, nel rispetto della normativa UNI, scambiando calore tra l'aria esterna salubre e l'aria in espulsione interna con efficienza superiore al 75%. L'introduzione di un sistema di ventilazione meccanica controllata (VMC) per il ricambio dell'aria interna, consente di garantire un ottimale livello di comfort per gli alunni e la massima flessibilità del layout delle classi, senza vincolarle alla posizione di macchine, radiatori o scarichi condensa. Infatti, sebbene la ventilazione nelle aule didattiche e nei laboratori sia garantita - come requisiti minimi di legge - dall'apertura delle superfici finestrate (ampie e ben esposte), è altresì vero che ciò non risulta sempre sufficiente a garantire un corretto ricambio d'aria, in particolare durante la stagione invernale. Lo schema di climatizzazione per le aule è concepito come un sistema a canali in parallelo, in modo da garantire un ottimale "lavaggio" della stanza grazie al distanziamento dei diffusori di mandata e delle griglie di ripresa. Dei pozzetti distribuiti regolarmente nell'edificio consentono di poter accedere agli impianti per le attività di ispezione e manutenzione dei canali. Il riscaldamento e raffrescamento sarà invece garantito dall'utilizzo di un impianto radiante a pavimento, in grado di funzionare a regime invernale ed estivo. Esso sarà direttamente connesso alle pompe di calore. Questa tipologia di terminale consente di aumentare l'efficienza complessiva dell'impianto, riducendo notevolmente i consumi (grazie all'uso di una bassa temperatura di scambio termico), mantenendo però ottimali condizioni termoigrometriche.

6.3 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'impianto d'illuminazione sarà gestito in modo da fornire in modo automatico la luce necessaria nell'ambiente. L'idea è di sfruttare il contributo dovuto alla luce naturale per ridurre il livello di illuminamento prodotto artificialmente. L'impianto è realizzato con corpi illuminanti a Led, sensori di presenza e sensori di luminosità. Le accensioni saranno gestibili sia in modo automatico in base ai valori d'illuminamento richiesti, sia con interruttori all'interno degli ambienti.

6.4 ULTERIORI SISTEMI IMPIANTISTICI PRIMARI, A SERVIZIO DELL'EDIFICIO

6.4.1 Impianti di protezione attiva Antincendio

I locali oggetto della seguente relazione saranno dotati di impianto fisso automatico di rivelazione segnalazione manuale e di allarme incendio collegati all'impianto, conformi alla seconda edizione della norma UNI 9795 ed alle norme UNI EN 54-1/9. La finalità dell'impianto è di rivelare e segnalare, in modo automatico, un incendio nel minor tempo possibile, oppure di segnalare manualmente un incendio rivelato dall'uomo. In entrambi i casi, il segnale d'incendio rivelato è trasmesso e visualizzato in corrispondenza di una centrale di controllo e segnalazione allo scopo di:

- attivare le segnalazioni ottiche e/o acustiche negli ambienti interessati dall'incendio;
- favorire un tempestivo esodo delle persone e lo sgombero dei beni;
- attivare i piani di intervento;
- attivare i sistemi di protezione contro l'incendio ed eventuali altre misure di sicurezza.

I componenti dell'impianto sono quelli specificati nella norma UNI EN 54-1 e sono conformi alle norme UNI 54-2/9. Fanno parte dell'impianto in oggetto i seguenti componenti:

- rivelatori automatici di incendio;
- punti di segnalazione manuale;
- centrale di controllo e segnalazione;
- apparecchiatura di alimentazione;
- le linee di distribuzione;
- dispositivi di allarme incendio.

La scelta dei locali da tenere sotto la sorveglianza dell'impianto di rivelazione sarà conforme a quanto previsto dalla norma di riferimento.

Per tutti gli aspetti riguardanti le misure di sicurezza antincendio, si rimanda ai contenuti dell'elaborato "Prime indicazioni antincendio" allegato al presente Progetto di Fattibilità Tecnica Economica.

6.4.2 *Impianto Elettrico di base*

Il presente progetto prevede la nuova realizzazione degli impianti elettrici e speciali. L'impianto, si estende dal gruppo di misura dell'ente distributore di energia sito al limite di proprietà, fino ai singoli utilizzatori fissi ed alle prese a spina situati all'interno dell'edificio, considerando tutti gli impianti ed i componenti relativi al sistema di distribuzione in bassa tensione, ai quadri elettrici di zona, all'impianto di distribuzione f.m., illuminazione ed infine gli impianti speciali (Impianto trasmissione dati, Impianto rivelazione incendi, impianto antintrusione) e Impianto fotovoltaico.

Per quanto riguarda gli aspetti e gli approfondimenti relativi al progetto impiantistico si rimanda alle relazioni tecnico specialistiche allegate al presente Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica.

7 CONDIZIONI ACUSTICHE

Il presente progetto viene stilato sulla base dei requisiti acustici previsti dal DM 11/10/2017 che definisce i Criteri Ambientali Minimi per la progettazione di opere pubbliche. Per i dettagli riguardanti le prestazioni e i comfort acustici, si rimanda alle successive fasi di progettazione.

8 PROGETTAZIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO

Poiché la capienza della Scuola dell'Infanzia supera le 30 unità, esso ricade tra le attività soggette ai controlli e alle visite dei Vigili del Fuoco ai sensi del DPR 151/2011. Per tutti gli aspetti riguardanti le misure di sicurezza antincendio, si rimanda ai contenuti dell'elaborato "Prime indicazioni antincendio" allegato al presente Progetto di Fattibilità Tecnica Economica.

9 ADEMPIMENTI IN COPERTURA

La copertura sarà accessibile solamente da personale autorizzato per operazioni di manutenzione. Il personale addetto alla manutenzione potrà raggiungere la copertura piana dalle chiostre interne attraverso una scala mobile in dotazione alla struttura. Per un maggiore dettaglio sulle percorrenze in copertura e sul transito in sicurezza si rimanda alle successive fasi di progettazione.

10 PIANO DI SICUREZZA

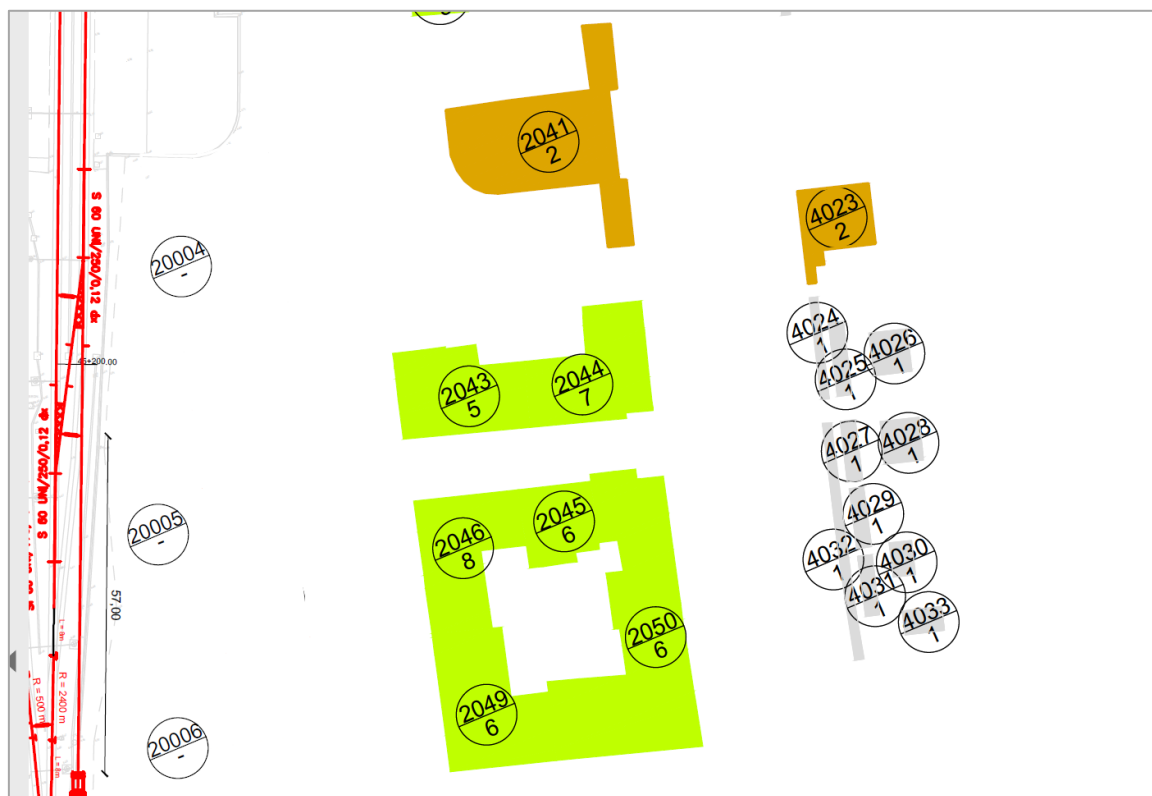
Per tutti gli aspetti riguardanti le misure di sicurezza finalizzate alla tutela della salute e sicurezza dei lavoratori nei cantieri, ai sensi del D.lgs. 81/2008 e s.m.i., si rimanda ai contenuti all'elaborato "Prime indicazioni sulla sicurezza" allegato al presente Progetto di Fattibilità Tecnica Economica.

11 APPROFONDIMENTO DI DETTAGLIO

Per quanto riguarda le specifiche relative alle lavorazioni, si rimanda ai contenuti del “Calcolo sommario della spesa” e al Quadro Economico.

ALLEGATO 2 – OUTPUT LIVELLI IN FACCIATA RISTRETTO SCENARIO SENZA EDIFICI DELLA SCUOLA A. PETERLIN

Di seguito si riportano i livelli in facciata degli edifici che si trovano nell'area di influenza delle strutture della scuola A. Peterlin, previsti in demolizione. Si includono altresì, tre punti di calcolo supplementari per indagare il clima acustico nella zona su cui insiste ad oggi la scuola, prevista a servizi di carattere pubblico. Di seguito uno stralcio dell'area indagata (si veda il capitolo 7).



Stralcio planimetrico ricettori indagati nello scenario senza scuola (allegato 2)

ID Ricettore	Destinazione D'uso	Piano fuori terra	Direzione	Fascia di pertinenza ferroviaria	Fasce di pertinenza acustica strada cat Db	LIMITI di IMMISSIONE [dB(A)]		SCENARIO ANTE OPERAM				SCENARIO POST OPERAM con edifici scolastici				SCENARIO POST OPERAM Senza edifici scolastici				SCENARIO POST MITIGAZIONE Senza edifici scolastici			
								LIVELLI IN FACCIATA [dB(A)]		RESIDUI [dB]		LIVELLI IN FACCIATA [dB(A)]		RESIDUI [dB]		LIVELLI IN FACCIATA [dB(A)]		RESIDUI [dB]		LIVELLI IN FACCIATA [dB(A)]		RESIDUI [dB]	
						LimD dB(A)	LimN dB(A)	Leq D	Leq N	D	N	Leq D	Leq N	D	N	Leq D	Leq N	D	N	Leq D	Leq N	D	N
2041	Commerciale	1	W	A	B	67	-	45,0	39,9	-	-	43,5	44,5	-	-	44,2	45,2	-	-	43,1	44,1	-	-
2041	Commerciale	2	W	A	B	67	-	46,1	41,2	-	-	44,7	45,6	-	-	45,3	46,2	-	-	44,2	45,1	-	-
2043	Residenziale	1	W	A	B	67	57	42,4	41,2	-	-	41,6	42,9	-	-	47,1	48,1	-	-	42,4	43,6	-	-
2043	Residenziale	2	W	A	B	67	57	44,8	42,5	-	-	43,9	45,0	-	-	48,5	49,5	-	-	43,8	44,9	-	-
2043	Residenziale	3	W	A	B	67	57	46,6	43,4	-	-	45,5	46,6	-	-	49,3	50,3	-	-	45,0	45,9	-	-
2043	Residenziale	4	W	A	B	67	57	47,8	43,8	-	-	46,7	47,7	-	-	49,9	50,9	-	-	46,1	46,9	-	-
2043	Residenziale	5	W	A	B	67	57	49,4	43,8	-	-	47,9	48,9	-	-	50,7	51,7	-	-	47,2	47,9	-	-
2044	Residenziale	1	W	A	B	67	57	43,3	41,8	-	-	42,4	43,7	-	-	42,8	44,0	-	-	42,2	43,5	-	-
2044	Residenziale	2	W	A	B	67	57	44,4	43,1	-	-	43,6	44,9	-	-	43,9	45,2	-	-	43,3	44,6	-	-
2044	Residenziale	3	W	A	B	67	57	45,6	44,1	-	-	44,8	46,0	-	-	45,0	46,2	-	-	44,4	45,6	-	-
2044	Residenziale	4	W	A	B	67	57	46,6	44,6	-	-	45,7	46,8	-	-	45,8	46,9	-	-	45,2	46,3	-	-
2044	Residenziale	5	W	A	B	67	57	47,2	44,7	-	-	46,2	47,3	-	-	46,3	47,4	-	-	45,7	46,8	-	-
2044	Residenziale	6	W	A	B	67	57	47,8	44,7	-	-	46,7	47,7	-	-	46,8	47,8	-	-	46,2	47,2	-	-
2044	Residenziale	7	W	A	B	67	57	48,7	44,8	-	-	47,5	48,4	-	-	47,5	48,4	-	-	46,9	47,8	-	-
2045	Residenziale	1	N	A	B	67	57	33,4	30,9	-	-	32,3	33,5	-	-	41,9	42,8	-	-	34,0	34,9	-	-
2045	Residenziale	2	N	A	B	67	57	34,1	31,7	-	-	33,0	34,1	-	-	42,8	43,6	-	-	34,7	35,5	-	-

ID Ricettore	Destinazione D'uso	Piano fuori terra	Direzione	Fascia di pertinenza ferroviaria	Fasce di pertinenza acustica strada cat Db	LIMITI di IMMISSIONE [dB(A)]		SCENARIO ANTE OPERAM				SCENARIO POST OPERAM con edifici scolastici				SCENARIO POST OPERAM Senza edifici scolastici				SCENARIO POST MITIGAZIONE Senza edifici scolastici			
						LimD dB(A)	LimN dB(A)	LIVELLI IN FACCIATA [dB(A)]		RESIDUI [dB]	LIVELLI IN FACCIATA [dB(A)]		RESIDUI [dB]	LIVELLI IN FACCIATA [dB(A)]		RESIDUI [dB]	LIVELLI IN FACCIATA [dB(A)]		RESIDUI [dB]				
								Leq D	Leq N		D	N		Leq D	Leq N		D	N		Leq D	Leq N	D	N
2045	Residenziale	3	N	A	B	67	57	35,1	33,1	-	-	34,2	35,3	-	-	43,4	44,3	-	-	35,9	36,5	-	-
2045	Residenziale	4	N	A	B	67	57	36,8	35,3	-	-	36,0	37,2	-	-	44,1	45,0	-	-	37,7	38,2	-	-
2045	Residenziale	5	N	A	B	67	57	39,4	38,8	-	-	38,8	40,2	-	-	45,1	46,1	-	-	40,2	40,9	-	-
2045	Residenziale	6	N	A	B	67	57	42,4	42,3	-	-	41,9	43,3	-	-	46,4	47,5	-	-	42,9	43,9	-	-
2046	Residenziale	1	W	A	B	67	57	41,1	40,9	-	-	40,5	42,0	-	-	47,7	48,7	-	-	42,4	43,8	-	-
2046	Residenziale	2	W	A	B	67	57	42,7	41,9	-	-	42,0	43,4	-	-	48,8	49,9	-	-	43,3	44,6	-	-
2046	Residenziale	3	W	A	B	67	57	43,7	42,8	-	-	43,0	44,3	-	-	49,5	50,6	-	-	44,2	45,3	-	-
2046	Residenziale	4	W	A	B	67	57	44,8	43,7	-	-	44,0	45,3	-	-	50,1	51,2	-	-	45,1	46,0	-	-
2046	Residenziale	5	W	A	B	67	57	45,5	43,8	-	-	44,6	45,8	-	-	50,7	51,8	-	-	46,0	46,7	-	-
2046	Residenziale	6	W	A	B	67	57	46,1	43,9	-	-	45,2	46,3	-	-	51,2	52,1	-	-	46,9	47,5	-	-
2046	Residenziale	7	W	A	B	67	57	47,2	43,2	-	-	46,2	47,0	-	-	51,2	52,1	-	-	47,8	48,0	-	-
2046	Residenziale	8	W	A	B	67	57	49,3	43,2	-	-	48,0	48,7	-	-	51,3	52,2	-	-	48,9	49,1	-	-
2049	Residenziale	1	W	A	B	67	57	41,7	39,8	-	-	40,8	42,0	-	-	47,1	48,1	-	-	41,6	43,0	-	-
2049	Residenziale	2	W	A	B	67	57	44,2	41,0	-	-	43,0	44,1	-	-	48,2	49,2	-	-	42,4	43,7	-	-
2049	Residenziale	3	W	A	B	67	57	45,9	42,0	-	-	44,7	45,8	-	-	49,0	50,0	-	-	43,1	44,3	-	-
2049	Residenziale	4	W	A	B	67	57	47,3	42,9	-	-	46,0	47,0	-	-	49,6	50,6	-	-	43,9	44,8	-	-

ID Ricettore	Destinazione D'uso	Piano fuori terra	Direzione	Fascia di pertinenza ferroviaria	Fasce di pertinenza acustica strada cat Db	LIMITI di IMMISSIONE [dB(A)]		SCENARIO ANTE OPERAM				SCENARIO POST OPERAM con edifici scolastici				SCENARIO POST OPERAM Senza edifici scolastici				SCENARIO POST MITIGAZIONE Senza edifici scolastici			
						LimD dB(A)	LimN dB(A)	LIVELLI IN FACCIATA [dB(A)]		RESIDUI [dB]		LIVELLI IN FACCIATA [dB(A)]		RESIDUI [dB]		LIVELLI IN FACCIATA [dB(A)]		RESIDUI [dB]		LIVELLI IN FACCIATA [dB(A)]		RESIDUI [dB]	
								Leq D	Leq N	D	N	Leq D	Leq N	D	N	Leq D	Leq N	D	N	Leq D	Leq N	D	N
2049	Residenziale	5	W	A	B	67	57	48,7	43,0	-	-	47,2	48,2	-	-	50,2	51,3	-	-	44,8	45,5	-	-
2049	Residenziale	6	W	A	B	67	57	49,7	43,0	-	-	48,0	49,0	-	-	50,6	51,6	-	-	45,5	46,2	-	-
2050	Residenziale	1	S	A	B	67	57	37,7	29,8	-	-	35,8	36,7	-	-	38,1	39,0	-	-	30,5	31,7	-	-
2050	Residenziale	2	S	A	B	67	57	38,8	30,2	-	-	36,7	37,5	-	-	38,8	39,6	-	-	31,1	32,2	-	-
2050	Residenziale	3	S	A	B	67	57	39,7	30,8	-	-	37,9	38,8	-	-	39,7	40,5	-	-	31,9	32,9	-	-
2050	Residenziale	4	S	A	B	67	57	40,5	31,9	-	-	38,7	39,6	-	-	40,3	41,2	-	-	32,9	33,9	-	-
2050	Residenziale	5	S	A	B	67	57	41,3	34,0	-	-	39,6	40,5	-	-	41,0	41,9	-	-	34,5	35,5	-	-
2050	Residenziale	6	S	A	B	67	57	42,5	37,9	-	-	41,1	42,1	-	-	42,2	43,2	-	-	37,3	38,5	-	-
4023	Commerciale	1	W	B	B	62	-	37,6	35,9	-	-	36,5	37,7	-	-	37,3	38,5	-	-	35,6	36,9	-	-
4023	Commerciale	2	W	B	B	62	-	39,3	37,8	-	-	38,3	39,6	-	-	38,9	40,1	-	-	37,5	38,7	-	-
20004	Futura area dedicata ai Servizi	-	-	A	B	67	57	56,5	41,7	-	-	53,7	55,0	-	-	52,7	54,1	-	-	43,2	44,4	-	-
20005	Futura area dedicata ai Servizi	-	-	A	B	67	57	54,8	42,9	-	-	53,4	54,6	-	-	52,8	54,1	-	-	42,1	43,2	-	-
20006	Futura area dedicata ai Servizi	-	-	A	B	67	57	55,5	42,2	-	-	56,0	57,2	-	0,2	54,3	55,5	-	-	41,3	42,5	-	-