



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



MIT  
MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEI TRASPORTI



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



RegioneLombardia  
Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



CODICE  
COMMESSA

LIVELLO  
PROGETTAZIONE

D.P.R.  
207/10

PROGRESSIVO  
ELABORATO

CATEGORIA  
OPERA

NUMERO  
OPERA

REVISIONE

SCALA

B 3 5

D

e

0 0 8

I A

0 1

R 0

===

IMPIANTO DI PRODUZIONE, STOCCAGGIO E DISTRIBUZIONE IDROGENO  
ADEGUAMENTO IMPIANTO FERROVIARIO DI EDOLO  
Progetto Definitivo

Relazione Studio Acustico - Fase di esercizio  
Relazione

---

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1		-		
	0	Giu. 2024	PRIMA EMISSIONE	V. Mencaccini	A. Colonna

FERROVIENORD

APPALTATORE

Progettista

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
V. Mencaccini	A. Colonna	C. De Maria	Giu. 2024
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

## SOMMARIO

1	PREMESSA.....	2
2	RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI.....	4
2.1	D.P.R. 459/98.....	4
2.2	Decreto per la predisposizione degli interventi antirumore da parte dei gestori delle infrastrutture (DM 29/11/2000) .....	5
3	INQUADRAMENTO DEL PROGETTO FERROVIARIO IN BASE AL DPR 459/98.....	6
4	SORGENTI DI RUMORE CONCURSUALI PRESENTI SUL TERRITORIO .....	6
5	LIMITI ACUSTICI E APPLICAZIONE DELLE CONCURSUALITÀ.....	6
6	I RICETTORI ACUSTICI.....	10
7	LA MODELLAZIONE ACUSTICA DELL'AREA DI STUDIO .....	11
7.1	Il modello del terreno.....	12
7.2	Il modello 3D dell'edificato.....	12
7.3	Il modello delle sorgenti emissive .....	12
7.4	Il metodo di calcolo .....	12
7.5	I flussi di traffico ferroviario .....	13
8	STIMA DEI LIVELLI ACUSTICI NELLO SCENARIO POST OPERA .....	14

## 1 PREMESSA

La presente relazione riferisce sui risultati dello studio acustico redatto con l'obiettivo di valutare le immissioni di rumore prodotte dal traffico ferroviario durante il futuro esercizio dell'impianto ferroviario di Edolo a seguito dell'implementazione del Progetto H2iseO, che prevede la messa in esercizio sulla Linea non elettrificata Brescia Edolo dei nuovi Treni ad Idrogeno che sostituiranno le attuali automotrici a diesel.

Gli interventi in progetto sono relativi ad una “Prima fase funzionale” del più generale adeguamento dell’attuale impianto di Edolo e che prevedono, in particolare le opere necessarie a consentire il rifornimento di idrogeno dei treni.

Attualmente la stazione presenta un ampio piazzale binari di cui solo i primi due, dotati di banchine, vengono utilizzati per il servizio viaggiatori. Il collegamento tra le banchine avviene mediante attraversamenti a raso del primo binario. La parte restante del piazzale è composta da alcuni binari passanti e da altri tronchi. La stazione è di testa. L'intera struttura è sormontata da un sovrappasso pedonale in legno ed è inoltre stata realizzata una tettoia in legno lungo il primo binario.

Il progetto definitivo si sviluppa sulla base del progetto di fattibilità tecnico-economica sviluppato dal Committente. In aggiunta alle indicazioni del suddetto progetto, posto a base di gara, è stato emesso un Ordine di Servizio, su richiesta di Regione Lombardia, in data 06/12/2023 in cui si richiede la modifica dei deviatori di ingresso previsti, in modo da garantire una percorrenza ad una velocità pari a 60 km/h.

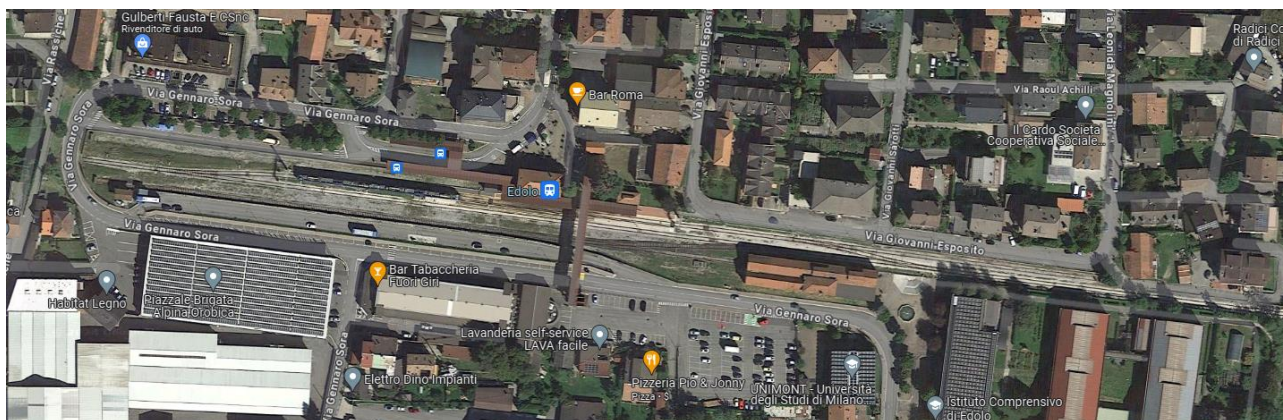


FIGURA 1-1: L'AREA OGGETTO DI STUDIO.

Un secondo Ordine di Servizio è stato emesso in data 17/05/2024 in cui si richiede di predisporre gli elaborati relativi ad una prima fase funzionale dell'intervento tale da consentire il rifornimento di idrogeno dei treni.

Tale prima fase funzionale costituisce, in effetti, l'oggetto di questa relazione, che prevede la realizzazione, nella zona est della stazione, la zona di sosta e rifornimento dei treni a idrogeno. Sarà quindi realizzata una nuova banchina di servizio a quota +25 cm dove saranno posizionati i distributori di idrogeno e gli impianti ad essi connessi. Saranno inoltre realizzati dei muri paraschegge a protezione di via Sora lato nord e tra il secondo e terzo binario.

Contestualmente agli interventi descritti, verranno realizzati gli impianti a servizio della nuova banchina.

L'obiettivo del presente lavoro è stato perseguito anche valutando gli aspetti di concorsualità tra il rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura in progetto con quello derivante da altre infrastrutture di trasporto presenti sul territorio.

La presente relazione fa riferimento ai seguenti elaborati correlati:

*[A]. Tabulati dei Livelli di Immissione Acustica ai Ricettori (B35De009IA01R0);*

*[B]. Schede Censimento Edifici Ricettori Acustici (B35De010IA01R0);*

*[C]. Planimetria di individuazione dei ricettori acustici (B35De011IA01R0);*

*[D]. Mappe dei Livelli Acustici sul territorio - Esercizio - Stato Post Opera - Diurno e Notturno (B35De012IA01R0).*

L'iter metodologico seguito può essere schematizzato secondo le fasi di lavoro di seguito riportate.

#### Individuazione dei valori limite di immissione per il rumore ferroviario

I limiti di immissione per il rumore ferroviario sono stati stabiliti in base al DPR 459/98 (decreto sul rumore ferroviario), al DMA 29/11/2000 (piani di contenimento e di risanamento acustico) e al DPR 142/04 (decreto sul rumore stradale) per tener conto della concorsualità del rumore prodotto dalle infrastrutture di trasporto presenti all'interno dell'ambito di studio. Al di fuori della fascia di pertinenza acustica ferroviaria si sono analizzati i limiti dettati dalla Classificazione Acustica Comunale.

#### Definizione dei ricettori acustici

In questa fase dello studio è stato redatto un dettagliato censimento degli edifici interessati dalle immissioni di rumore di origine ferroviaria. L'attività di censimento ha riguardato una porzione di territorio di ampiezza pari a 300 m dai Binari. L'attività di censimento ha dunque riguardato una porzione di territorio di ampiezza superiore alla fascia di pertinenza prevista dal DPR 459/98 per le Ferrovie (250 m per lato). Ogni Edificio considerato Ricettore Acustico è descritto nelle *Schede Censimento Edifici Ricettori Acustici (B35De010IA01R0)*.

All'interno della fascia di pertinenza si è avuto cura di individuare l'eventuale presenza di altre tipologie di ricettori come aree naturalistiche vincolate, parchi pubblici e aree territoriali edificabili.

L'ubicazione del complesso dei Ricettori Acustici è riportata nell'elaborato *Planimetria di individuazione dei ricettori acustici (B35De011IA01R0)*.

### Livelli di rumore nello scenario Post Opera

Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla valutazione dei livelli acustici prodotti dall'infrastruttura ferroviaria con la realizzazione del progetto in esame. Gli algoritmi di calcolo scelti per stimare le immissioni acustiche prodotte dall'infrastruttura ferroviaria fanno riferimento al metodo Schall 03. 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. I livelli di rumore in facciata ai ricettori sono riportati nell'elaborato *Tabulati dei Livelli di Immissione Acustica ai Ricettori (B35De009IA01R0)*. Una restituzione grafica dei livelli Post Opera è riportata negli elaborati *Mappe dei Livelli Acustici sul territorio - Esercizio - Stato Post Opera - Diurno e Notturno (B35De012IA01R0)*.

Il presente documento è stato redatto dall'Ing. Valerio Mencaccini, iscritto all'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica al N. 7503.

## **2 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI**

Per quel che riguarda la normativa di settore, presa a riferimento nello svolgimento del presente lavoro, si è tenuto conto dei seguenti decreti e leggi:

- D.P.C.M. 01.03.1991 – Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno;
- Legge 26.10.1995 nr. 447 – Legge quadro sull'inquinamento acustico;
- D.P.C.M. 14.11.1997 – Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- D.M. Ambiente 16.03.1998 – Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- D.M. Ambiente 29.11.2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto e delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore;
- D.P.R. 30.03.2004, n. 142, Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare.
- DPR n.459 del 18/11/1998 in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario.

Per quanto concerne il traffico ferroviario il principale riferimento è il DPR n. 459/98 che definisce delle fasce di pertinenza delle infrastrutture, a partire dal binario esterno, nelle quali vengono indicati specifici limiti di immissione relativamente al rumore di origine ferroviaria.

Il decreto inoltre definisce il concetto di "Ricettori" in corrispondenza dei quali devono essere verificati i limiti.

### **2.1 D.P.R. 459/98**

Di seguito si sintetizzano i contenuti salienti del decreto inerenti il presente studio.

Per le Infrastrutture esistenti, per le loro varianti, per quelle di nuova realizzazione in affiancamento a quelle esistenti e per quelle 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:

- Per scuole, ospedali, case di cura, e case di riposo il limite è di 50 dB(A) nel periodo diurno e di 40 dB(A) nel periodo notturno. Per le scuole vale solo il limite diurno;
- Per i ricettori posti all'interno della fascia A di pertinenza ferroviaria, il limite è di 70 dB(A) nel periodo diurno e di 60 dB(A) nel periodo notturno;
- Per i ricettori posti all'interno della fascia B di pertinenza ferroviaria, il limite è di 65 dB(A) nel periodo diurno e di 55 dB(A) nel periodo notturno;
- Oltre la fascia di pertinenza, valgono i limiti previsti dai piani di zonizzazione acustica comunale (DPCM 14/11/97)

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:

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

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

## **2.2 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 2 i criteri di progettazione degli interventi stessi; in Allegato 3 (Tabella 1) l'indice

dei costi di intervento; in allegato 4 il criterio di valutazione delle percentuali dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un 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.

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 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 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO FERROVIARIO IN BASE AL DPR 459/98**

In base al DPR 459/98 il progetto può esser inquadrato come "Ferrovia di nuova realizzazione in affiancamento ad una esistente" (Brescia-Iseo-Edolo). In questo caso le fasce di pertinenza vengono determinate rispetto al binario preesistente. L'ampiezza delle fasce di pertinenza e i valori limite sono riportate al paragrafo 2.1.

Le fasce di pertinenza considerate sono riportate nella *Planimetria di individuazione dei ricettori acustici (B35De011IA01R0)*.

### **4 SORGENTI DI RUMORE CONCURSUALI PRESENTI SUL TERRITORIO**

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

Nell'area di progetto non si evincono infrastrutture che possono essere ritenute concorsuali.

### **5 LIMITI ACUSTICI E APPLICAZIONE DELLE CONCURSUALITÀ**

Per individuare i limiti che ciascun ricettore deve rispettare si considera quanto indicato nel D.P.R. 459/98 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.

Di seguito si riportano i valori limite adottati, nel caso di assenza di sorgenti concorsuali, suddivise per tipologia di ricettore.

	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
1	Residenziale e assimilabile	70	60	65	55
2	Ospedali - Casa di cura	50	40	50	40
3	Asili - Scuole - Università	50	-	50	-
4	Industriale - Artigianale	70	-	65	-
5	Commerciale - servizi	70	-	65	-
6	Monumentale - Religioso	70	-	65	-
7	Altro	-	-	-	-

*Tabella 1 Valori di riferimento nella fascia di pertinenza acustica in assenza di sorgenti concorsuali*

I valori limite adottati tengono conto che:

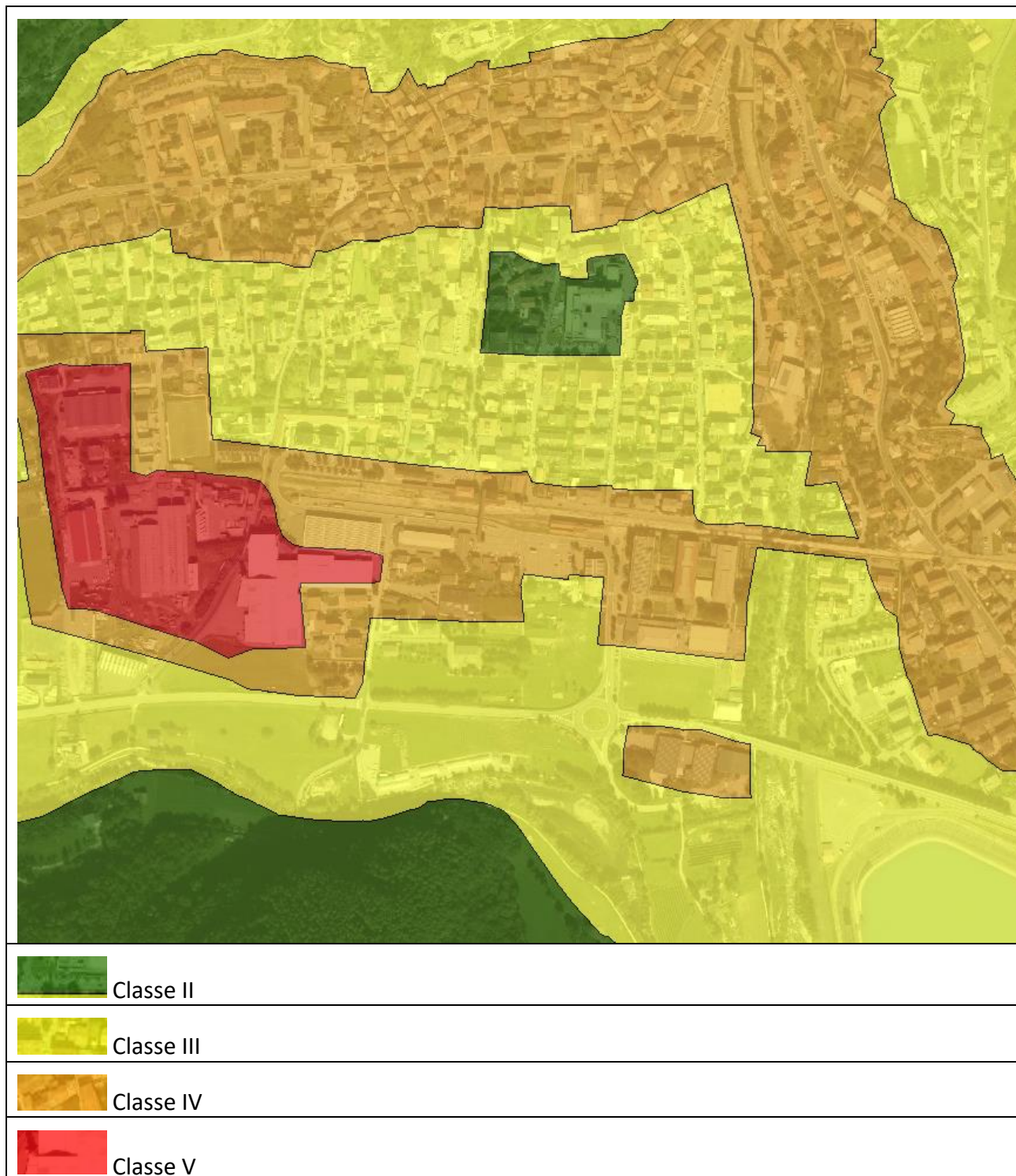
- nel caso di edifici Residenziali, Ospedali e Case di cura si presume la permanenza delle persone durante l'intera giornata;
- nel caso di edifici Scolastici (e assimilabili), Industriali, Artigianali, Commerciali, per Servizi, Monumentali e Religiosi si presume la permanenza delle persone esclusivamente nel periodo di riferimento diurno;
- per le altre tipologie di edifici non si presuppone la presenza continuativa delle persone al loro interno.

Per tale motivo solo le prime 6 categorie di edifici sono state considerate ricettori acustici e sono oggetto di calcolo specifico dei livelli di rumore. Inoltre per le categorie 1 e 2 sono stati applicati i relativi valori limite nel periodo di riferimento diurno e notturno; per le categorie 3, 4, 5 e 6 sono stati applicati i relativi valori limite nel solo periodo di riferimento diurno.

Al di fuori delle fasce di pertinenza il DPR 459/98 prevede che venga fatto riferimento ai valori limite indicati dalla zonizzazione acustica Comunale (D.P.C.M. 14/11/97 "Tabella C: valori limite assoluti di immissione - Leq in dB (A)").



Uno stralcio della Classificazione acustica del Comune di Edolo (Approvata con Delib. n. 5 – 06.06.2008) nell'area di intervento è ripotata nella seguente figura:



*Figura 2 Classificazione Acustica di Edolo - Stralcio*

I valori limite di immissione adottati in ambiente esterno, al di fuori delle fasce di pertinenza, sono di seguito riportati.

Destinazione d'uso territoriale	Leq dB(A) DAY (6:00 ÷ 22:00)	Leq dB(A) NIGHT (22:00 ÷ 6:00)
I Aree protette	50	40
II Aree residenziali	55	45
III Aree miste	60	50
IV Aree di intensa attività umana	65	55
V Aree prevalentemente industriali	70	60
VI Aree esclusivamente industriali	70	70

*Tabella 2 Limiti di immissione di rumore (Tabella C - D.P.C.M. 14/11/97)*

## **6 I RICETTORI ACUSTICI**

L'analisi dei ricettori è stata eseguita in conformità alla definizione riportata nel DPR 459/98.

L'attività di censimento ricettori ha riguardato una porzione di territorio di ampiezza pari a 300 m dalla ferrovia in progetto estendendosi dunque oltre la fascia di pertinenza prevista dal DPR 459/98 (ampiezza 250 m per lato).

Gli edifici presenti sono stati suddivisi secondo le seguenti destinazioni d'uso:

1. Residenziale e assimilabile;
2. Ospedale - Casa di Cura;
3. Asilo - Scuola - Università;
4. Industriale - Artigianale;
5. Commerciale - Servizi;
6. Monumentale – Religioso;
7. Box – Deposito – Pertinenza ferroviaria o stradale.

Nel caso di edifici Residenziali, Ospedali e Case di cura si presume la permanenza delle persone durante l'intera giornata. Nel caso di edifici Scolastici (e assimilabili), Industriali, Artigianali, Commerciali, per Servizi, Monumentali e Religiosi si presume la permanenza delle persone esclusivamente nel periodo di riferimento diurno. Per le altre tipologie di edifici non si presuppone la presenza continuativa delle persone al loro interno.

Per tale motivo solo le prime 6 categorie di edifici sono state considerate ricettori acustici e sono oggetto di calcolo specifico dei livelli di rumore. Inoltre per le categorie 1 e 2 sono stati applicati i relativi valori limite nel periodo di riferimento diurno e notturno; per le categorie 3, 4, 5 e 6 sono stati applicati i relativi valori limite nel solo periodo di riferimento diurno.

Per ogni Edificio Ricettore Acustico è stata realizzata una scheda riportata nell'elaborato *Schede Censimento Edifici Ricettori Acustici (B35De010IA01R0)*.

L'ubicazione degli Edifici Ricettori Acustici è riportata nell'elaborato *Planimetria di individuazione dei ricettori acustici (B35De011IA01R0)*.

I singoli ricettori sono stati indicati con un codice alfanumerico, riportante una numerazione progressiva. Gli elaborati grafici mettono in evidenza la destinazione d'uso dell'edificio mediante opportune campiture grafiche e riportano il numero di piani fuori terra.

Nella modellazione numerica, per la valutazione del rumore immesso in corrispondenza degli edifici ricettori, i "punti di calcolo" sono stati posizionati in corrispondenza della facciata più esposta alla sorgente acustica ferroviaria di progetto. Si è avuto cura di posizionare un "punto di calcolo" in corrispondenza di ogni piano fuori terra dell'edificio. I "punti di calcolo" sono punti della facciata dell'edificio in cui vengono calcolati i livelli di immissione acustica.

Si sottolinea che non sono stati oggetto di calcolo gli eventuali edifici, ricompresi nei criteri sopradetti, per cui:

- sono ipotizzabili attività di esproprio e demolizione per la costruzione dell'infrastruttura ferroviaria in progetto;
- l'edificio può lecitamente essere considerato un rudere per mancanza di tutto o in parte del tetto.

All'interno della fascia di pertinenza si è avuto cura di individuare l'eventuale presenza di altre tipologie di ricettori come aree naturalistiche vincolate, parchi pubblici e aree territoriali edificabili.

L'ubicazione di questi eventuali ricettori areali è riportata nell'elaborato *Planimetria di individuazione dei ricettori acustici (B35De011IA01R0)*.

## **7 LA MODELLAZIONE ACUSTICA DELL'AREA DI STUDIO**

Per la stima del rumore generato dal traffico ferroviario è stato utilizzato il modello previsionale SoundPLAN. Il modello realizzato tiene in considerazione le caratteristiche geomorfologiche del territorio e dell'edificato presente nell'area di studio, la tipologia delle superfici e la presenza di schermi naturali e/o artificiali alla propagazione del rumore.

L'utilizzo del modello di calcolo ha permesso la stima dei livelli di immissione acustica ai ricettori.

È stato pertanto necessario:

- realizzare un modello vettoriale tridimensionale del territorio esteso a tutto l'ambito di studio;
- realizzare un modello vettoriale tridimensionale dell'edificato che comprende tutti i fabbricati indipendentemente dalla loro destinazione d'uso;
- realizzare il modello tridimensionale dell'infrastruttura ferroviaria in progetto;

- definire i metodi calcolo;
- definire i dati di traffico di progetto da assegnare alle linee di emissione.

### **7.1 Il modello del terreno**

Il modello digitale del terreno è stato generato al fine di definire al meglio il campo di propagazione delle onde acustiche generate dai transiti ferroviari.

Il modello 3D del terreno è stato ottenuto mediante l'utilizzo di punti quotati e curve di livello ricavati dalla cartografia 3D dell'area di studio.

### **7.2 Il modello 3D dell'edificato**

Gli edifici rappresentano elementi strutturali che riflettono e rifrangono le onde sonore, oltre a rappresentare gli elementi sensibili all'impatto dell'inquinamento acustico, in quanto sono luoghi in cui si concentra l'attività umana.

Nella modellizzazione dell'edificato ciascun edificio è stato caratterizzato dal numero di piani mentre la localizzazione e la forma è stata ricavata dalla cartografia.

Nella modellazione numerica, per la valutazione del rumore immesso in corrispondenza degli edifici ricettori, i "punti di calcolo" sono stati posizionati in corrispondenza della facciata più esposta alla sorgente acustica ferroviaria in progetto. Si è avuto cura di posizionare un "punto di calcolo" in corrispondenza di ogni piano fuori terra dell'edificio. I "punti di calcolo" sono punti della facciata dell'edificio in cui vengono calcolati i livelli di immissione acustica.

### **7.3 Il modello delle sorgenti emissive**

La sorgente sonora oggetto di valutazione di impatto acustico è rappresentata dai transiti ferroviari che transiteranno nell'impianto ferroviario di Edolo a seguito dell'adeguamento in progetto. Per la modellizzazione geometrica della ferrovia in progetto è stato utilizzato il modello 3D del tracciato.

### **7.4 Il metodo di calcolo**

I calcoli sono stati svolti utilizzando il metodo di calcolo Schall 03.

## 7.5 I flussi di traffico ferroviario

Per la ferrovia si è utilizzato il seguente modello di esercizio.

	<b>Materiale Rotabile</b>	<b>DIURNI</b>	<b>NOTTURNI</b>	<b>Velocità ipotizzate km/h</b>
<b>Treni Passeggeri con fermata</b>	EMU lunghezza 95 m	30	2	15
<b>Treni Vuoti con fermata</b>	EMU lunghezza 95 m	0	2	15

*Tabella 3 Modello di esercizio ferroviario adottato*

Assunzioni:

- I treni passeggeri e vuoti con fermata impegnano in modo equamente distribuito il binario I di rifornimento, il binario II di rifornimento e il binario di deposito.

Per quanto riguarda l'emissione acustica dei convogli ferroviari si è fatto riferimento alle specifiche tecniche di interoperabilità (STI) - Regolamento (UE) n. 1304/2014 della Commissione del 26 novembre 2014.

Si assume dunque che i convogli siano conformi ai seguenti limiti di emissione sonora (relativi ai treni elettrici - EMU):

### • STI § 4.2.1

I valori limite per quanto riguarda il rumore in stazionamento sono i seguenti:

(a) il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata «A» dell'unità ( $L_{pAeq,T[unit]}$ ): 65 dB(A);

(b) il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata «A» nella posizione di misurazione più vicina «i» considerando il principale compressore d'aria ( $L_{pAeq,T}$ ): 68 dB(A)

(c) il livello di pressione sonora ponderata «AF» nella posizione di misurazione più vicina «i», considerando il rumore impulsivo della valvola di scarico dell'essiccatore d'aria ( $L_{pAFmax}$ ). 85 dB(A).

I valori limite sono definiti a una distanza di 7,5 m dalla mezzeria del binario e a 1,2 m dal piano del ferro.

### • STI § 4.2.2

Il valore limite per il livello massimo di pressione sonora ponderato AF ( $L_{pAF,max}$ ) relativo al rumore di avviamento (0-30 km/h) è il seguente: 80 dB(A)

I valori limite sono definiti a una distanza di 7,5 m dalla mezzeria del binario e a 1,2 m dal piano del ferro.

### • STI § 4.2.3

Per il rumore in transito, i valori limite per il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata «A», alla velocità di 80 km/h ( $L_{pAeq,Tp,(80\text{ km/h})}$ ) è il seguente: 80 dB(A).

I valori limite sono definiti a una distanza di 7,5 m dalla mezzeria del binario e a 1,2 m dal piano del ferro.

Assunzioni.

- Per i treni passeggeri e vuoti che impegnano il binario di corsa all'uscita Est della stazione (pk minore di 102+530 circa) sono state adottate le emissioni di transito (**STI § 4.2.3**) con le ipotesi di velocità di percorrenza di 80 km/h.
- Per i treni passeggeri e vuoti con fermata che impegnano i binari di stazione sono state adottate:
  - le emissioni di avviamento (**STI § 4.2.2**) con le ipotesi di velocità di percorrenza e lunghezza riportati nella precedente *Tabella 3*;
  - le emissioni di stazionamento (**STI § 4.2.1**) con l'ipotesi che per ogni treno si abbia uno stazionamento di 2 minuti con una emissione continua di 68 dB(A).

Emissioni transito (STI § 4.2.3)				
$L_{pAeq,Tp,(80\text{ km/h})}$ dB(A)	Lunghezza (m)	Velocità ipotizzate (km/h)	Tempo transito (s)	SEL per singolo treno dB(A)
80	95	80	4.3	86.3
Emissioni di avviamento (STI § 4.2.2)				
$L_{ipAFmax}$ dB(A)	Lunghezza (m)	Velocità ipotizzate (km/h)	Tempo transito (s)	SEL per singolo treno dB(A)
80	95	15	23	93.6
Emissioni di stazionamento (STI § 4.2.1)				
$L_{ipAeq,T}$ dB(A)	Lunghezza (m)	Velocità ipotizzate (km/h)	Tempo stazionamento (s)	SEL per singolo treno dB(A)
68	-	-	120	88.8

*Tabella 4 Sintesi dei valori di emissione adottati a una distanza di 7,5 m dalla mezzeria del binario e a 1,2 m dal piano del ferro.*

## 8 STIMA DEI LIVELLI ACUSTICI NELLO SCENARIO POST OPERA

Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla stima dei livelli di rumore attesi con la ferrovia in esercizio a seguito dell'adeguamento in progetto.

Il modello di esercizio e le emissioni ferroviarie adottate sono riportate al paragrafo 7.5.

Una restituzione grafica dei livelli di rumore Post Opera prodotti dai transiti ferroviari nell'impianto di Edolo a seguito dell'adeguamento in progetto è riportata negli elaborati *Mappe dei Livelli Acustici sul territorio - Esercizio - Stato Post Opera - Diurno e Notturno (B35De012IA01R0)* in cui vengono rappresentati i livelli equivalenti di rumore diurno e notturno a 4 m di altezza sul terreno.

I livelli di rumore in facciata ai ricettori sono riportati nell'elaborato *Tabulati dei Livelli di Immissione Acustica ai Ricettori (B35De009IA01R0)*. I risultati del modello di simulazione sono stati messi a confronto con i limiti acustici della ferrovia.

***Dall'analisi delle stime relative allo scenario Post Opera consegue che è lecito ritenere che l'esercizio dell'infrastruttura ferroviaria in progetto rispetti i valori limite di rumore ferroviario.***