

Vie en.ro.se.
Ingegneria



D. Lgs. 19/08/2005, n. 194 "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale"

PIANO D'AZIONE IV CICLO DI AGGIORNAMENTO (2024)

FERROTRAMVIARIA S.P.A. (CA_IT_RL_008)

(Assi Ferroviari Principali con flusso di convogli superiore ai 30.000 passaggi/anno)

**REPORT DI SINTESI DEL PIANO D'AZIONE
AP_2023_RL_IT_00_008**

Data di consegna: 22/02/2024

Revisione: Rev.01

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE GENERALE	3
1.1. PREMESSA	3
1.2. ADEMPIMENTI PER LA QUARTA FASE DI MAPPATURA	4
1.3. METODI DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI	5
1.4. BASE DATI PER LA MODELLAZIONE	9
2. GENERALITÀ E SORGENTI CONSIDERATE	10
3. AUTORITÀ COMPETENTE	13
4. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	14
5. VALORI LIMITE	15
5.1 INDICATORI ACUSTICI UTILIZZATI	15
5.2 DEFINIZIONE DEI VALORI LIMITE	15
5.3 DEFINIZIONE DELLE AREE DI CALCOLO	17
6. SINTESI DEI RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA	18
7. STIMA DEL NUMERO DI PERSONE ESPOSTE AL RUMORE	22
7.1 AREE CRITICHE	22
7.2 INDICATORE DI CRITICITÀ ACUSTICA	23
8. EFFETTI NOCIVI DEL RUMORE AMBIENTALE SULLA SALUTE	24
8.1 CARDIOPATIA ISCHEMICA	24
8.2 FASTIDIO FORTE E GRAVI DISTURBI DEL SONNO	25
8.3 RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI NOCIVI	25
9. RESOCONTO DELLE CONSULTAZIONI PUBBLICHE	26
10. MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUMORE	27
10.1 MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUMORE IN ATTO	27
10.2 MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUMORE IN FASE DI PREDISPOSIZIONE	27
10.3 TEMPSTICA DI REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI	30
11. INFORMAZIONI DI CARATTERE FINANZIARIO	32
12. VALUTAZIONE DEI RISULTATI DEL PIANO D'AZIONE	33
13. VALUTAZIONE DELLA RIDUZIONE DEL NUMERO DELLE PERSONE ESPOSTE	34
13.1 CALCOLO DELL'INDICE DI PRIORITÀ	35
13.2 MASSIMO SUPERAMENTO RISPETTO AI VALORI LIMITE	36
13.3 INTERVALLI DI ESPOSIZIONE	37
13.4 CONCLUSIONI E COMMENTO DEI RISULTATI	40
14. BIBLIOGRAFIA	41

1. INTRODUZIONE GENERALE

1.1. PREMESSA

La Società Ferrotramviaria S.P.A., con Contratto n. 20230000671 del 29/11/2023, ha affidato a Vie en.ro.se. Ingegneria S.r.l. l'incarico relativo alla stesura del IV ciclo di aggiornamento della Mappatura Acustica e del Piano d'Azione degli Assi Ferroviari Principali (sui quali transitano oltre 30.000 convogli all'anno) di propria gestione e pertinenza.

L'incarico è stato svolto dal seguente gruppo di lavoro:

Tabella 1 – Gruppo di lavoro

Ing. Francesco Borchi	Tecnico Competente in Acustica n. 7919 dell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica (E.N.T.E.C.A.)	Responsabile del progetto Direttore Tecnico di Vie en.ro.se. Ingegneria S.r.l.
Dott.ssa Raffaella Bellomini	Tecnico Competente in Acustica n. 8043 dell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica (E.N.T.E.C.A.)	Legale rappresentante di Vie en.ro.se. Ingegneria S.r.l.
Ing. Andrea Falchi	Tecnico Competente in Acustica n. 8048 dell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica (E.N.T.E.C.A.)	Responsabile della modellistica
Ing. Ivan Iannuzzi	-	Collaboratore

Secondo quanto riportato dall'art. 3, comma 3 lettera b del Decreto Legislativo 194 del 19 agosto 2005 ⁽⁸⁾, la Ferrotramviaria S.P.A. (con l'identificativo gestore CA_IT_RL_008, assegnato dal Ministero della Transizione Ecologica), in qualità di gestore di infrastrutture ferroviarie sulle quali transitano oltre 30.000 convogli all'anno è tenuta a trasmettere agli Enti competenti i seguenti dati, relativi al IV° ciclo di aggiornamento:

- ✓ Mappatura Acustica, entro il 30/06/2022.
- ✓ Piano d'Azione, entro il 18/04/2024.

Per quanto riguarda gli adempimenti previsti per il IV ciclo di aggiornamento della Mappatura Acustica descritti nel seguente paragrafo, deve essere fatto riferimento alla cronistoria di seguito descritta:

- ✓ nel mese di dicembre 2021 la Società Ferrotramviaria S.P.A. ha trasmesso agli Enti Competenti la rev.1 della Mappatura Acustica;
- ✓ in data 05/05/2022, con nota prot. n. 24759-278, ARPA Puglia ha comunicato che "l'aggiornamento della mappatura acustica presentata da Ferrotramviaria risulta essere carente dei dati richiesti dall'Allegato 6, comma 2 e pertanto non conforme ai requisiti minimi richiesti dal D.Lgs. 194/05 e s.m.i.";
- ✓ in data 13/05/2022, con nota prot. r_puglia/A00_089, la Regione Puglia invitava la Società Ferrotramviaria S.P.A. a ritrasmettere le integrazioni richieste da ARPA Puglia al fine di assicurare la conformità della documentazione prodotta ai requisiti minimi di cui all'Allegato 6, c.2 del D.Lgs 194/2005 e s.m.i.;
- ✓ nel mese di giugno 2022, con nota prot. n. 06842/22/P la Società Ferrotramviaria S.P.A. ha trasmesso agli Enti Competenti la rev.2 della Mappatura Acustica;
- ✓ in data 04/04/2023, con nota prot. n. 04180/23/A, ARPA Puglia ha comunicato che la rev.2 della Mappatura Acustica risulta difforme alle Linee Guida per la predisposizione delle Mappe Acustiche e delle Mappe Acustiche Strategiche emesse a marzo 2022 e pertanto chiede una nuova trasmissione della relativa documentazione;
- ✓ la mappatura acustica degli Assi Ferroviari Principali gestiti dalla Ferrotramviaria S.P.A., in conformità con tutti i requisiti legislativi e documentali richiesti dalle suddette note integrative degli enti di controllo, è stata infine trasmessa agli Enti Competenti in data 13/01/2024.

Il presente report si riferisce alla trasmissione dei Piani di Azione, tenendo conto dei risultati della Mappatura Acustica 2022 ⁽¹¹⁾.

Per le simulazioni, sono stati utilizzati gli algoritmi di calcolo raccomandati dalla Comunità Europea, con riferimento alla Direttiva 2015/996/UE del 19 maggio 2015 ⁽²⁾, che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della Direttiva 2002/49/CE ⁽¹⁾ del Parlamento Europeo e del Consiglio, entrata in vigore il 1° gennaio 2020. Le simulazioni acustiche sono pertanto effettuate utilizzando i metodi comuni per la valutazione del rumore nell'Unione Europea (standard di calcolo "CNOSSOS-EU"). In particolare, per la componente di rumore ferroviaria è stato utilizzato lo standard di calcolo denominato "CNOSSOS-EU Railways 2021/2015", che recepisce le più recenti modifiche al database delle emissioni introdotto dalla Direttiva Delegata 2021/1226/UE ⁽⁴⁾ (entrata in vigore il 29/07/2021).

1.2. ADEMPIMENTI PER LA QUARTA FASE DI MAPPATURA

A seguito della pubblicazione del decreto legislativo n. 194 del 19 agosto 2005 (aggiornato a seguito dell'entrata in vigore del decreto legislativo 42/2017 ⁽⁹⁾) che recepisce la direttiva comunitaria 2000/49/CE, per quanto riguarda i gestori/possessori di "assi ferroviari principali", dopo gli adempimenti dei bienni 2006-2008, 2011-2013 e 2016-2018, sono entrati in vigore i seguenti obblighi, per il quarto round di mappatura/piani d'azione:

- ✓ **ENTRO 31/01/2022:** trasmissione dei dati delle mappe acustiche relativamente alle tratte della propria rete con traffico superiore a 3.000.000 veicoli/anno e che ricadono entro gli agglomerati con popolazione superiore a 100.000 abitanti.
- ✓ **ENTRO 30/06/2022:** trasmissione, alla regione o alla provincia autonoma competente, della mappatura acustica degli assi ferroviari principali di interesse nazionale su cui transitano più di 3.000.000 di veicoli all'anno nonché di alcuni dati statistici inerenti l'esposizione all'inquinamento acustico di persone e edifici, riferiti al precedente anno solare.
- ✓ **ENTRO 18/06/2023*:** trasmissione dei dati dei piani di azione, tenendo conto dei risultati della mappatura acustica, relativamente alle tratte della propria rete con traffico superiore a 3.000.000 veicoli/anno e che ricadono entro gli agglomerati con popolazione superiore a 100.000 abitanti.
- ✓ **ENTRO 18/04/2024*:** trasmissione, alla regione od alla provincia autonoma competente, dei piani di azione per gli agglomerati e per i gestori di infrastrutture di trasporto principali.
- ✓ **ENTRO 18/07/2024*:** trasmissione, alla regione od alla provincia autonoma competente, dei piani di azione per le infrastrutture principali che interessano più regioni.

*: in conformità al Regolamento UE/2019/1010 le date di trasmissione dei Piani d'Azione hanno subito uno slittamento di un anno solare rispetto alle scadenze naturali previste dalla legislazione vigente. Tali scadenze sono state successivamente modificate dall'articolo 11, comma 6, del Decreto-legge 29 dicembre 2022, n. 198 recante "Disposizioni urgenti in materia di termini legislativi".

La Commissione Europea ha inoltre emanato linee guida e documenti relativi alle procedure con cui effettuare le mappe acustiche e trasmettere i relativi dati agli enti interessati, recepite in Italia per mezzo dei seguenti strumenti normativi:

- ✓ Linee Guida per la predisposizione delle Mappe Acustiche e delle Mappe Acustiche Strategiche emesse a marzo 2022 ⁽⁶⁾ (Registro Ufficiale del Ministero della Transizione Ecologica – MiTE numero 0029946 del 09/03/2022), che si compongono dei seguenti documenti di riferimento:
 - "Specifiche tecniche per la predisposizione e la consegna dei set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e alle mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/2005), marzo 2022";
 - "Specifiche tecniche per la compilazione dei metadati relativi ai set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e alle mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/2005), marzo 2022";
 - "Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore - Linee guida, marzo 2022";
 - Schemi, in formato GeoPackage (.gpkg), predisposti dall'Agenzia europea dell'ambiente per la notifica delle sorgenti di rumore (DF1_5):

- Schemi, in formato excel (.xls), per la dichiarazione delle autorità competenti (DF2) per la redazione e trasmissione delle mappature acustiche e delle mappe acustiche strategiche;
- Schemi, in formato GeoPackage (.gpkg), predisposti dall’Agenzia europea dell’ambiente per le mappature acustiche e le mappe acustiche strategiche delle sorgenti dichiarate (DF4_8):
- “Environmental Noise Directive 2002/49/EC (END) - Data model documentation version 4.1”;
- “Environmental Noise Directive - Reporting guidelines - DF1_5 Noise sources – December 2021, Version 1.1”;
- “Environmental Noise Directive - Reporting guidelines - DF4_8 Strategic noise maps - December 2021, version 1.1”;
- “Creating unique thematic identifiers for the END data model, luglio 2021, Version: 1.0”.
- ✓ Decreto n.664 del 13/12/2023 del Direttore Generale Valutazioni Ambientali recante “Adozione delle Linee Guida per la predisposizione Piani d’Azione e le zone silenziose in agglomerato e in aperta campagna in conformità ai criteri e alle specifiche indicate dalla Direttiva 2007/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 14 marzo 2007” ⁽⁷⁾ (Registro Ufficiale del Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica – MASE numero 0000664 del 13/12/2023), che si compongono dei seguenti documenti di riferimento:
 - Specifiche dati Piani d’Azione: “Allegato 1: Specifiche tecniche per la predisposizione e la consegna dei set di dati digitali relativi ai Piani di Azione e Zone silenziose in agglomerato e in aperta campagna (D.Lgs. 194/2005)”.
 - Specifiche Metadato: “Allegato 2: Specifiche tecniche per la compilazione dei metadati relativi ai set di dati digitali dei Piani di Azione e Zone silenziose (D.Lgs. 194/2005)”.
 - Sintesi Piani d’Azione: “Allegato 3: Linee guida per la predisposizione della documentazione inerente ai Piani di Azione e alla sintesi non tecnica per la consultazione del pubblico (D.Lgs. 194/2005)”.
 - Data Model dicembre 2022: “Environmental Noise Directive 2002/49/EC (END) - Data model documentation”. Versione 4.4”.
 - Linee Guida dicembre 2022: “Environmental Noise Directive 2002/49/EC (END) - Reporting guidelines DF7_10 Noise action plan: Agglomeration”. Versione 1, dicembre 2022.
 - Linee Guida dicembre 2022: “Environmental Noise Directive 2002/49/EC (END) - Reporting guidelines DF7_10 Noise action plan: Major airport”. Versione 1, dicembre 2022.
 - Linee Guida dicembre 2022: “Environmental Noise Directive 2002/49/EC (END) - Reporting guidelines DF7_10 Noise action plan: Major railway”. Versione 1, dicembre 2022.
 - Linee Guida dicembre 2022: “Environmental Noise Directive 2002/49/EC (END) - Reporting guidelines DF7_10 Noise action plan: Major road”. Versione 1, dicembre 2022.
 - Linee Guida dicembre 2022: “Environmental Noise Directive 2002/49/EC (END) - Reporting guidelines DF7_10 Noise action plan: Quiet area”. Versione 1, dicembre 2022.
 - GeoPackage template marzo 2022, predisposti dall’Agenzia europea dell’ambiente per i Piani d’Azione “NoiseActionPlan-CoverageArea.gpkg” e le zone silenziose in agglomerato e in aperta campagna “QuietAreas.gpkg”.
 - Excel template dicembre 2022 “Noise action plan for agglomeration (DF7_10).xlsm”; “Noise action plan for major airport (DF7_10).xlsm”; “Noise action plan for major railway (DF7_10).xlsm”; “Noise action plan for major road (DF7_10).xlsm”.

1.3. METODI DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI

La valutazione dei livelli sonori è stata condotta mediante la simulazione del rumore generato dalle sorgenti acustiche considerate nel Piano d’Azione, utilizzando il software di calcolo SoundPLAN versione 8.2, in cui sono implementati i metodi di calcolo comuni per la valutazione del rumore nell’Unione Europea (“CNOSSOS-EU”).

Il software consente di determinare la propagazione acustica in campo esterno prendendo in considerazione numerosi parametri e fattori legati:

- ✓ alla localizzazione, forma ed altezza degli edifici;
- ✓ alla topografia dell'area di indagine;
- ✓ alle caratteristiche fonoassorbenti del terreno;
- ✓ alla tipologia costruttiva e posizione plano-altimetrica del tracciato ferroviario;
- ✓ alla presenza di eventuali ostacoli schermanti;
- ✓ alle caratteristiche acustiche della sorgente;
- ✓ alla dimensione ed alla tipologia di eventuali barriere antirumore.

Il software utilizza un algoritmo di calcolo tipo "ray-tracing" con tracciamento dei raggi dai punti ricettori. Le impostazioni di calcolo adottate sono le seguenti:

- ✓ standard di calcolo denominato "CNOSSOS-EU 2021/2015", che recepisce le più recenti modifiche al database delle emissioni introdotto dalla Direttiva Delegata 2021/1226/UE (entrata in vigore il 29/07/2021);
- ✓ ordine di riflessione pari a 1;
- ✓ massimo raggio di ricerca 1.000 m (raggio sufficiente per la simulazione nella fascia di interesse);
- ✓ distanza di ricerca intorno a ciascun punto ricettore considerata nel calcolo pari a 200 m;
- ✓ massima distanza delle riflessioni dal ricettore pari a 150 m;
- ✓ massima distanza di riflessione dalla sorgente pari a 40 m;
- ✓ fattore suolo G: valori definiti dal Database "Corine Land Cover 2018 IV Livello";
- ✓ coefficiente di riflessione di facciata pari a 0.8 (corrispondente ad una perdita di riflessione di 1 dB(A));
- ✓ coefficiente di riflessione della barriere pari a 0.4 per barriere antirumore (corrispondente ad una perdita di riflessione di 4 dB(A));
- ✓ occorrenza di condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono pari a: 50% nel periodo GIORNO (6.00 – 20.00) / 75% nel periodo SERA (20.00 – 22.00) / 100% nel periodo NOTTE (22.00 – 6.00).

Le simulazioni sono state effettuate per i seguenti parametri:

- ✓ Livello L_{den} in dB(A) nel periodo giorno-sera-notte (0.00 – 24.00), secondo lo standard di riferimento europeo;
- ✓ Livello L_{day} in dB(A) nel periodo giorno (6.00 – 20.00), secondo lo standard di riferimento europeo;
- ✓ Livello $L_{evening}$ in dB(A) nel periodo sera (20.00 – 22.00), secondo lo standard di riferimento europeo;
- ✓ Livello L_{night} in dB(A) nel periodo notturno (22.00 – 6.00), secondo lo standard di riferimento europeo;
- ✓ Livello L_{diurno} in dB(A) nel periodo di riferimento diurno (6.00 – 22.00), secondo lo standard di riferimento italiano;
- ✓ Livello $L_{notturno}$ in dB(A) nel periodo di riferimento notturno (22.00 – 6.00), secondo lo standard di riferimento italiano.

Le simulazioni sono state effettuate mediante il **calcolo dei valori acustici in facciata**: i livelli sonori sono stati valutati come livelli massimi sulla facciata più esposta di ciascun edificio di tipologia residenziale, residenziale mista e sensibili (tipologia sanitaria e scolastica), escludendo di fatto gli edifici non residenziali come le attività commerciali e/o produttive, i luoghi di culto, gli impianti sportivi ed i fabbricati per cui non è generalmente prevista la presenza di persone attribuibili specificatamente ad esso (baracche, tettoie, garage, edifici secondari annessi a principali ecc.).

Per quanto riguarda le simulazioni effettuate secondo lo standard di calcolo definito dalla Direttiva 2002/49/CE (parametri acustici L_{den} - L_{night}), i calcoli sono stati effettuati a 4 m di altezza, escludendo la riflessione della facciata dell'edificio retrostante il punto di calcolo, ad una distanza di 1 m dalla facciata del ricettore, inserendo un punto-ricettore per ciascuna facciata di ogni edificio. I risultati di questa tipologia di calcolo sono stati utilizzati per il confronto con gli analoghi risultati della Mappatura Acustica 2022 (situazione ante-operam), al fine di effettuare la comparazione con la situazione post operam (Piano d'Azione 2024).

Le simulazioni effettuate secondo lo standard di calcolo italiano ((parametri acustici L_{diurno} - $L_{notturno}$), sono state invece eseguite in corrispondenza di tutti i piani fuori terra degli edifici considerando anche la riflessione di facciata. In questo caso, i risultati sono stati utilizzati per la determinazione dei superamenti rispetto ai valori limite di riferimento e per il calcolo dell'indicatore di criticità acustica IP.

La **caratterizzazione della sorgente ferroviaria** (classificazione dei veicoli, dei binari e della struttura di supporto, numero e posizione delle sorgenti di rumore equivalenti) è stata effettuata ai sensi secondo del punto 2.3 "rumore ferroviario" dell'Allegato 1 della Direttiva 2015/996/UE. Di seguito vengono riportati i dati di input necessari per l'implementazione del nuovo modello di calcolo CNOSSOS per quanto riguarda il rumore ferroviario.

CLASSIFICAZIONE DEI VEICOLI FERROVIARI

Tabella 2 – Classificazione e descrittori per i veicoli ferroviari

Cifra	1	2	3	4
Descrittore	Tipo di veicolo	Numero di assi per veicolo	Tipo di freno	Misura a livello ruota
Spiegazione del descrittore	Una lettera che descrive il tipo di veicolo	Il numero effettivo di assi	Una lettera che descrive il tipo di freno	Una lettera che descrive il tipo di misura di riduzione
Possibili descrittori	H veicolo ad alta velocità (> 200 km/h)	1	C a ceppi in ghisa	N nessuna misura
	M carrozze passeggeri semoventi	2	K a ceppi in materiali compositi o in metallo agglomerato	D ammortizzatori
	P carrozze passeggeri rimorchiate	3	N freni non a ceppi, come i freni a disco, a tamburo e magnetici	S schermi
	C tram o metropolitana leggera carrozza semovente e non	4		O altro
	D locomotiva diesel			
	E locomotiva elettrica			
	A qualsiasi veicolo per il trasporto merci generico			
	O altro (veicoli per la manutenzione, ecc.)			

Con riferimento ai parametri classificativi riportati in tabella, per le tipologie di convogli presenti sulle tratte ferroviarie oggetto della presente mappatura, sono stati considerati i seguenti descrittori:

- ✓ Tipo di veicolo: E (locomotiva elettrica).
- ✓ Numero di assi per veicolo: 4.
- ✓ Tipo di freno: N (freni a disco).
- ✓ Misura a livello ruota: N (nessuna misura).
- ✓

NUMERO E POSIZIONE DELLE SORGENTI DI RUMORE EQUIVALENTI

Le differenti sorgenti di rumore lineari equivalenti sono poste a diverse altezze e al centro del binario. Tutte le altezze si riferiscono al piano tangente alle due superfici superiori delle due rotaie. Le sorgenti equivalenti comprendono diverse sorgenti fisiche. Tali sorgenti fisiche, divise in categorie differenti a seconda del meccanismo di generazione, sono: 1) il rumore di rotolamento (che comprende non soltanto la vibrazione delle rotaie e della base del binario ma anche, ove presente, il rumore della sovrastruttura dei veicoli per il trasporto merci); 2) il rumore di trazione; 3) il rumore aerodinamico; 4) il rumore d'impatto (dovuto a incroci, scambi e giunti); 5) il rumore da stridio e 6) il rumore dovuto a ulteriori effetti come ponti e viadotti.

1. Il rumore di rotolamento è causato dalla rugosità delle ruote e dei funghi della rotaia, attraverso tre vie di trasmissione alle superfici emittenti (rotaie, ruote e sovrastruttura). A tale rumore è attribuito il valore di altezza sorgente $h = 0,5$ m (sorgente A) per rappresentare il contributo al rumore apportato dal

binario, compresi gli effetti della superficie dei binari, soprattutto di quelli posati su traversa in cemento (conformemente alla parte di propagazione), dalle ruote e dalla sovrastruttura del veicolo (nei treni merci).

2. Le altezze delle sorgenti equivalenti per il rumore di trazione vanno da 0,5 m (sorgente A) a 4,0 m (sorgente B), in base alla posizione fisica del componente interessato. Le sorgenti quali le trasmissioni a ingranaggi e i motori elettrici si trovano spesso a un'altezza all'asse di 0,5 m (sorgente A). Le feritoie di ventilazione e le uscite dell'aria di raffreddamento possono trovarsi a varie altezze; gli scappamenti dei motori sui veicoli a diesel si trovano spesso a un'altezza del tetto di 4,0 m (sorgente B). Le altre sorgenti di rumore di trazione come i ventilatori o i blocchi motore diesel possono trovarsi a un'altezza di 0,5 m (sorgente A) o di 4,0 m (sorgente B). Se l'altezza esatta della sorgente è intermedia rispetto alle altezze prese come modello, l'energia sonora è distribuita in modo proporzionale sulle altezze delle sorgenti adiacenti più vicine. Per questa ragione, il metodo prevede due altezze per le sorgenti: 0,5 m (sorgente A) e 4,0 m (sorgente B); la potenza sonora equivalente associata a ciascuna di esse è distribuita tra le due altezze in base alla configurazione specifica delle sorgenti sul tipo di unità.
3. Gli effetti del rumore aerodinamico sono associati alla sorgente a 0,5 m (che rappresenta le protezioni e gli schermi, sorgente A) e alla sorgente a 4,0 m (che include nella modellizzazione tutte le attrezzature presenti sul tetto e il pantografo, sorgente B). La scelta di un'altezza di 4,0 m per gli effetti associati al pantografo rappresenta notoriamente un modello semplice e deve essere valutata con cautela se ci si prefigge l'obiettivo di scegliere un'altezza appropriata per la barriera antirumore.
4. Il rumore d'impatto è associato alla sorgente a 0,5 m (sorgente A).
5. Il rumore da stridio è associato alla sorgente a 0,5 m (sorgente A).
6. Il rumore dei ponti è associato alla sorgente a 0,5 m (sorgente A).

CLASSIFICAZIONE DEI BINARI E DELLA STRUTTURA DI SUPPORTO

Tabella 3 – Classificazione dei binari e della struttura di supporto

Cifra	1	2	3	4	5	6
Descrittore	Base del binario	Rugosità del fungo della rotaia	Tipo di solette	Misure supplementari	Giunti di rotaia	Curvatura
Spiegazione del descrittore	Tipo di base del binario	Indicatore di rugosità	Rappresenta un'indicazione della rigidità «acustica»	Una lettera che descrive il dispositivo acustico	Presenza di giunti e spaziature	Indica il raggio di curvatura in m
Codici ammessi	B Ballast	E In buono stato di manutenzione e molto liscio	S Debole (150-250 MN/m)	N Nessuna	N Nessuno	N Binario rettilineo
	S Binario posato su traversa di cemento	M Normale manutenzione	M Media (da 250 a 800 MN/m)	D Ammortizzatore ferroviario	S Singolo giunto o singolo scambio	L Ridotta (1.000-500 m)
	L Ponte con massiciata	N Cattiva manutenzione	H Elevata (800-1 000 MN/ m)	B Barriera bassa	D Due giunti o scambi ogni 100 m	M Media (inf a 500 m e sup a 300 m)
	N ponte senza massiciata	B assenza di manutenzione e cattivo stato		A Piastra assorbente su binario posato su traversa	M più di due giunti o scambi ogni 100 m	H elevata (inferiore a 300 m)
	T binario annegato			E Rotaia annegata		
	O altro			O altro		

Con riferimento ai parametri classificativi riportati in tabella, per le tipologie di convogli presenti sulle tratte ferroviarie oggetto della presente mappatura, sono stati considerati i seguenti descrittori:

- ✓ Base del binario: B (ballast).
- ✓ Rugosità del fungo della rotaia: M (Normale manutenzione).

- ✓ Tipo di solette: non definita.
- ✓ Misure supplementari: N (nessuna).
- ✓ Giunti di rotaia: N (nessuno).
- ✓ Curvatura: variabile a seconda della geometria del tratto di linea.

1.4. BASE DATI PER LA MODELLAZIONE

I dati di input utilizzati per la costruzione del modello acustico di simulazione del rumore sono stati reperiti dall'analogo database definito per il precedente ciclo di aggiornamento della Mappatura Acustica e Piano d'Azione. La base dati territoriale, costituita dai seguenti elementi, è stata desunta dalla procedura descritta nel report della Mappatura Acustica 2022 ⁽¹¹⁾:

- ✓ Definizione delle aree di calcolo.
- ✓ Dati per la costruzione del modello del terreno.
- ✓ Dati per l'assegnazione della copertura del suolo.
- ✓ Dati per la modellazione degli edifici.
- ✓ Dati relativi alla popolazione.
- ✓ Dati per la modellazione del grafo delle sorgenti acustiche ferroviarie.

2. GENERALITÀ E SORGENTI CONSIDERATE

Le infrastrutture ferroviarie oggetto del Piano d’Azione vengono descritte nel presente paragrafo.

La linea ferroviaria aperta all’esercizio nel 1965, denominata Ferrovia Bari-Barletta, collega Bari con i Comuni del nord barese: Bitonto, Terlizzi, Ruvo, Corato, Andria, Barletta e il quartiere di Bari Palese con due fermate ai margini periferici. Essa si snoda su un percorso lungo 70 km su linea elettrificata, a semplice binario sulla tratta "Bari - Fesca San Girolamo" (4,153 km) e "Ruvo - Corato" (7,803 km), a doppio binario sulla tratta "Fesca San Girolamo - Ruvo" (32,321 km).

Nel 2008 è stata aperta all’esercizio la Ferrovia Metropolitana Bari Centrale-Quartiere San Paolo, che costituisce la metropolitana di superficie di Bari. La linea è elettrica e ha una estensione di 9,286 km. Da Bari Centrale a Fesca San Girolamo (4,153 km) utilizza la linea a semplice binario della ferrovia Bari Barletta.

Oltre Fesca San Girolamo si sviluppa, a doppio binario, la nuova infrastruttura, un percorso di 5.7 km suddiviso in tre tratti: il primo di circa 1 km, in piano e leggera ascesa; il secondo in viadotto, lungo circa 2 km; il terzo di 2.7 km circa in galleria artificiale. Lungo il percorso sono attive cinque fermate: Tesoro, Cittadella, San Gabriele, Ospedale, Cecilia e stazione di testa.

Nel luglio 2013 è stato aperto all’esercizio il passante ferroviario che collega l’Aerostazione di Bari-Palese-Aeroporto Karol Wojtyla con Bari Centrale sia verso Bitonto, con la linea ferroviaria Bari-Barletta. Da Bari Centrale a Fesca San Girolamo, è presente una linea elettrica che utilizza la linea a semplice binario della ferrovia Bari Barletta. Oltre Fesca San Girolamo si sviluppa, a doppio binario, la nuova infrastruttura, un percorso di 7,679 km lungo il quale sono attive due fermate: Europa, nel Quartiere San Paolo di Bari, e Aerostazione all’interno dello scalo di Palese, direttamente connessa attraverso un tunnel all’area “arrivi”.

Nell’anno 2022, a conclusione dei lavori di potenziamento ed ammodernamento dell’infrastruttura, sarà messa in servizio la tratta Ruvo-Corato-Andria Sud a doppio binario. L’esercizio permarrà interrotto sulla tratta Andria Sud-Barletta Centrale.

Ai sensi dell’art. 2 comma c) nota la definizione di «asse ferroviario principale»: una infrastruttura ferrovia su cui transitano ogni anno più di 30.000 treni; il tracciato da “Bari Centrale” a “Bitonto Stazione”, di cui i primi 1000 m circa sono in trincea, è caratterizzato da un traffico annuale di treni compreso tra i 30000 ed i 60000 transiti (circa 48.830 transiti Bari Centrale-Fesca San Girolamo e circa 32.650 transiti bivio Km 14+865-Bitonto).

Diversamente, il tracciato da “Fesca San Girolamo” al quartiere San Paolo, che si sviluppa in rilevato e viadotto per i primi 3200 m circa per continuare in galleria artificiale per i successivi 2600 m circa, è caratterizzato da un traffico annuale di treni inferiore a 30000 transiti (circa 16.180 transiti).

Sulla tratta interessata sono presenti le seguenti stazioni:

- ✓ Bari Centrale (al km 0+000) - Bari Quintino Sella (al km 0+557)
- ✓ Bari Quintino Sella (al km 0+557) - Bari Brigata Bari (al km 1+423)
- ✓ Bari Brigata Bari (al km 1+423) - Bari Crispi (al km 1+948)
- ✓ Bari Crispi (al km 1+948) – Fesca S. Girolamo (al km 4+153)
- ✓ Fesca S. Girolamo (al km 4+153) – Stazione Bari Palese (al km 8+385)
- ✓ Stazione Bari Palese (al km 8+385) – Stazione Bitonto (al km 18+210)

Figura 1 – Rappresentazione schematica della rete di Ferrotramviaria S.P.A.

- **Treni/anno**

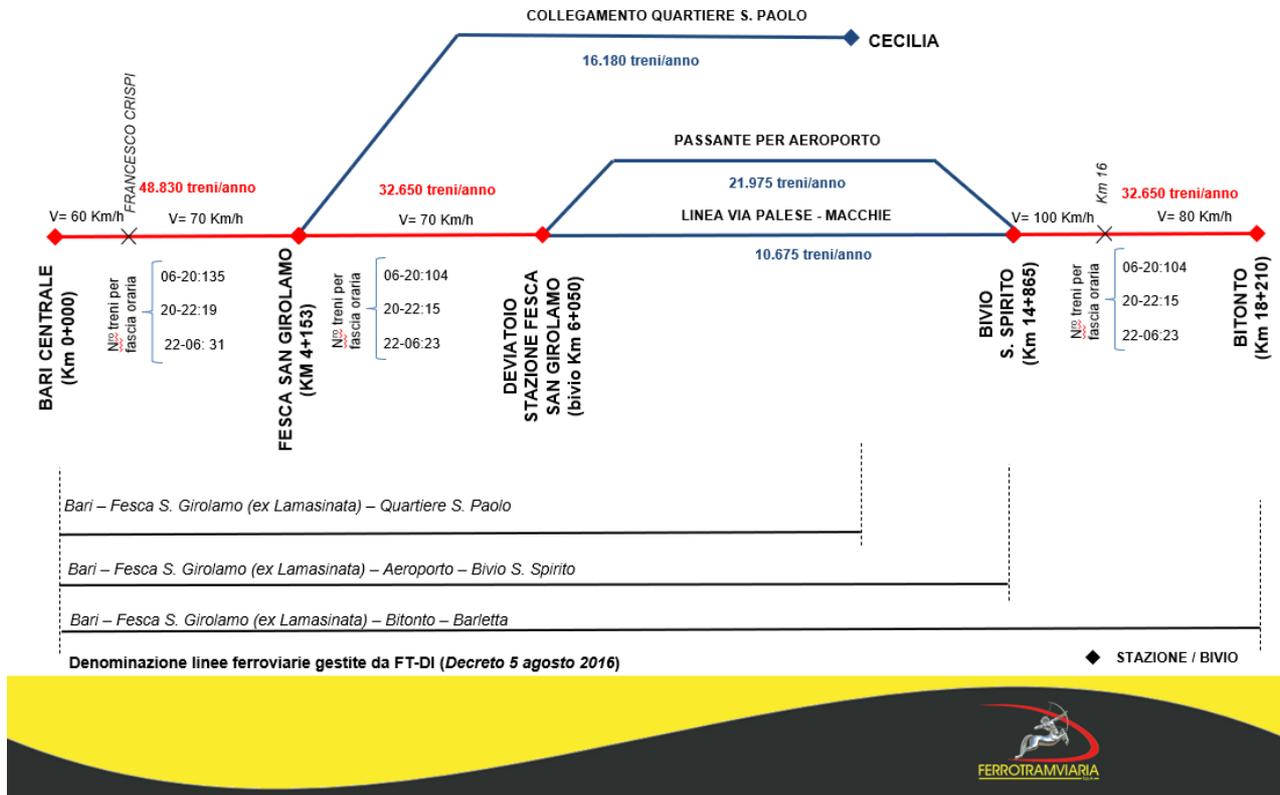
- **Numeri veicoli per fascia oraria**

- **Velocità treni**

Servizi Lunedì – Sabato (anno 2021)

Tratta < 30.000 treni/anno

Tratta > 30.000 treni/anno



Di seguito viene riportato un inquadramento planimetrico dello scenario in oggetto, in cui vengono individuati i seguenti elementi cartografici:

- ✓ colorazione blu: confine dell'agglomerato di Bari;
- ✓ colorazione rossa: infrastrutture ferroviarie principali gestite da Ferrotramviaria S.P.A.;
- ✓ colorazione nera: infrastrutture ferroviarie non principali gestite da Ferrotramviaria S.P.A.

Figura 2 – Localizzazione delle sorgenti di rumore su base cartografica



Tabella 4 – Tratti ferroviari oggetto di mappatura

ID	Flusso di traffico annuale [convogli/anno]	Lunghezza (km)	Tratta
RL_IT_008_0001	48.830	4,2	Bari Centrale / Fesca San Girolamo (da km 0+000 a km 4+153)
RL_IT_008_0002	32.650	2,0	Fesca San Girolamo / Deviatoio Stazione Fesca San Girolamo (da km 4+153 a km 6+050)
RL_IT_008_0003	32.650	3,4	Bivio S. Spirito / Bitonto (da km 14+865 a km 18+210)

Tabella 5 – Tratti ferroviari non principali oggetto di mappatura

ID	Flusso di traffico annuale [convogli/anno]	Tratta
Collegamento Quartiere San Paolo	16.180	Fesca San Girolamo / Cecilia
Passante per Aeroporto	21.975	Deviatoio Stazione Fesca San Girolamo / Bivio S. Spirito
Linea Via Palese - Macchie	10.675	Deviatoio Stazione Fesca San Girolamo / Bivio S. Spirito

3. AUTORITÀ COMPETENTE

Di seguito vengono riportate le informazioni sull'autorità competente, relativamente alle infrastrutture ferroviarie oggetto della presente Piano d'Azione:

- ✓ Autorità: Ferrotramviaria S.P.A. (in qualità di gestore di infrastrutture ferroviarie identificato dal codice gestore CA_IT_RL_008)
- ✓ Responsabile del procedimento: Ing. Michele Ronchi
- ✓ Indirizzo: Piazza Aldo Moro 50/B, 70122 Bari
- ✓ Numero di telefono: +39-0805299335
- ✓ e-mail: mronchi@ferrovienordbarese.it

4. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Riferimenti legislativi italiani e comunitari:

- ✓ Legge 447/95 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" (e suoi successivi decreti attuativi).
- ✓ D.M. Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".
- ✓ D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 194, Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (G.U. n. 222 del 23 settembre 2005).
- ✓ D.Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42 "Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161".
- ✓ D.P.R. 18 Novembre 1998, n. 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario".
- ✓ Decreto del Ministero della Transizione Ecologica del 14 gennaio 2022 "Attuazione della direttiva (UE) 2020/367 della Commissione del 4 marzo 2020, riguardante la definizione di metodi di determinazione degli effetti nocivi del rumore ambientale, e della direttiva delegata (UE) 2021/1226 della Commissione del 21 dicembre 2020, riguardante i metodi comuni di determinazione del rumore.
- ✓ Decreto Ministeriale del Ministero della Transizione Ecologica n.16 del 24/03/2022 "Definizione delle modalità per l'individuazione e la gestione delle zone silenziose di un agglomerato e delle zone silenziose in aperta campagna, in ottemperanza al c.10-bis, art.4 del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194".
- ✓ Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- ✓ Direttiva 2015/996/UE della commissione del 19 maggio 2015 che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.
- ✓ Direttiva UE 2020/367 della Commissione del 4 marzo 2020 che modifica l'allegato III della Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda la definizione dei metodi di determinazione degli effetti nocivi del rumore ambientale.
- ✓ Direttiva Delegata 2021/1226/UE della Commissione del 21 dicembre 2020 che modifica, adeguandolo al progresso scientifico e tecnico, l'allegato II della Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio (EN Official Journal of the European Union L. 269/65 del 28/07/2021, in vigore dal 29/07/2021).

Riferimenti normativi e tecnici:

- ✓ European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) "Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure" – Version 2, 13/08/2007.
- ✓ Linee guida per la predisposizione della documentazione inerente ai piani d'azione, destinati a gestire i problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti, e per la redazione delle relazioni di sintesi descrittive allegare ai piani (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in data 28/01/2018).
- ✓ Linee Guida per la predisposizione delle Mappe Acustiche e delle Mappe Acustiche Strategiche (Registro Ufficiale del Ministero della Transizione Ecologica – MiTE numero 0029946 del 09/03/2022).
- ✓ Linee Guida per la predisposizione Piani d'Azione e le zone silenziose in agglomerato e in aperta campagna emesse a dicembre 2023 (Registro Ufficiale del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica – MASE numero 0000664 del 13/12/2023).

5. VALORI LIMITE

5.1 INDICATORI ACUSTICI UTILIZZATI

Il Piano d’Azione è stato elaborato mediante la simulazione dei livelli acustici in facciata di ciascun edificio, considerando non solo i ricettori di tipologia residenziale come nella precedente fase di Mappatura Acustica, ma anche i ricettori di tipologia sensibile (ovvero scuole, ospedali, case di cura e di riposo).

Le simulazioni sono state effettuate in corrispondenza di ciascun piano fuori terra di ogni edificio, utilizzando i descrittori acustici previsti dalla legislazione italiana, ovvero:

- ✓ livello $L_{Aeq,diurno}$ in dB(A), valutato nel periodo diurno (6.00 – 22.00);
- ✓ livello $L_{Aeq,notturno}$ in dB(A), valutato nel periodo notturno (22.00 – 6.00).

I risultati delle simulazioni sono stati utilizzati per il confronto con le fasce di esposizione (come definito nella fase di mappatura acustica) e per il confronto con i valori limite determinati ai sensi della legge 447/1995 e dei suoi decreti applicativi, sia per lo stato ante-operam che per lo stato post-operam (risultati dell’aggiornamento delle simulazioni una volta inseriti nello scenario di simulazione gli interventi di mitigazione acustica descritti nel paragrafo 10.2).

5.2 DEFINIZIONE DEI VALORI LIMITE

In questo paragrafo viene descritta la procedura di assegnazione, a ciascun punto di calcolo collocato a 1 m dalla facciata degli edifici ricettori, dei valori limite relativi al rumore ferroviario.

Il D.P.R. 459/1998 definisce l’estensione di una particolare area limitrofa all’infrastruttura ferroviaria, denominata fascia di pertinenza, all’interno della quale i limiti di riferimento vengono stabiliti dallo stesso decreto. Visto che tutte le infrastrutture ferroviarie oggetto di Piano d’Azione sono hanno una velocità di progetto non superiore a 200 km/h, deve essere fatto riferimento ai valori limite assoluti citati dall’articolo 5 del D.P.R. 459/1998 e riepilogati nella seguente tabella

Tabella 6 – Valori limite per il rumore ferroviario.

Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
	diurno dB(A)	notturno dB(A)	diurno dB(A)	notturno dB(A)
100 (fascia A)	50	40	70	60
150 (fascia B)			65	55
* per le scuole vale solo il limite diurno				

Il problema della gestione delle concorsualità tra due o più sorgenti infrastrutturali viene introdotto nella normativa italiana con il D.M. Ambiente 29/11/2000. In particolare, nell'allegato 4 del decreto viene definito un criterio di valutazione delle percentuali delle attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti che immettono rumore in uno specifico punto ricettore.

La procedura indicata dal decreto tuttavia necessita, per essere applicata integralmente, della conoscenza dei contributi di immissione di tutte le sorgenti coinvolte e quindi di una fase di concertazione fra tutti gli attori responsabili di un eventuale superamento. Nel caso in oggetto è stata utilizzata una procedura alternativa e cautelativa basata sulla riduzione dei limiti imposti alla sorgente ferroviaria oggetto del presente Piano d’Azione in presenza di infrastrutture concorsuali, considerando in questa definizione le infrastrutture di trasporto ferroviarie di analogo rango.

Secondo i criteri precedentemente esposti, nell’area di interesse insistono le seguenti infrastrutture ferroviarie di altra competenza:

- ✓ tratta ferroviaria Bari – Bologna, esercitata da RFI S.p.A., parallela all’intera infrastruttura gestita da Ferrotramviaria S.p.A. oggetto di Piano d’Azione;

- ✓ tratta ferroviaria esercitata da Ferrovie Appulo Lucane S.p.A., parallela al tratto di infrastruttura gestita da Ferrotramviaria S.p.A. oggetto di Piano d'Azione compreso tra la stazione "Bari Centrale" e la stazione "Bari-Brigata Bari".

La procedura prevede di selezionare tutti gli edifici per i quali si verifica la concorsualità delle sorgenti, ovvero quelli che ricadono in zone di sovrapposizione di fasce di pertinenza relative ad infrastrutture gestite da gestori. Per tali ricettori, come stabilito dal D.M. Ambiente 29/11/2000, il limite massimo sarà il valore massimo tra i limiti associati alle diverse infrastrutture coinvolte ed ognuna di queste parteciperà al suo superamento.

Dal momento che nel suddetto decreto non viene specificata una metodologia per determinare il contributo massimo consentito a ciascuna infrastruttura, come accennato sopra viene utilizzato un metodo alternativo proposto in letteratura (riportato come procedura applicativa proposta nell'azione 16 Progetto Life+ENV/IT/00386 HUSH, finanziato dalla Comunità Europea) e già utilizzato per la redazione di numerosi Piani di Azione e di Risanamento di gestori di infrastrutture di trasporto. Tale metodo è basato su assunzioni cautelative che riducono il limite associato ad ogni infrastruttura. Il contributo massimo consentito ("limite modificato") a ciascuna infrastruttura è definito dalla seguente procedura:

$$I_1 = 10^{L_1/10} \quad \text{dove } L_1 \text{ è il limite, in dB, per l'infrastruttura 1}$$

$$I_2 = 10^{L_2/10} \quad \text{dove } L_2 \text{ è il limite, in dB, per l'infrastruttura 2}$$

$$I_{\max} = \max(I_1, I_2)$$

$$L_{1\text{mod}} = 10 \log [(I_{\max} * I_1) / (I_1 + I_2 + I_3)], \text{ dove } L_{1\text{mod}} \text{ è il "limite modificato", in dB, per l'infrastruttura 1;}$$

$$L_{2\text{mod}} = 10 \log [(I_{\max} * I_2) / (I_1 + I_2 + I_3)], \text{ dove } L_{2\text{mod}} \text{ è il "limite modificato", in dB, per l'infrastruttura 2;}$$

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

Infatti, laddove le due infrastrutture insistano su fronti opposti dei fabbricati, la presenza stessa dell'edificio costituisce un ostacolo alla propagazione dell'uno o dell'altro contributo acustico e pertanto non vi è concorsualità effettiva. Se invece la facciata più esposta al rumore prodotto dall'infrastruttura di analisi è anche quella esposta all'infrastruttura concorsuale, il ricettore risente della concorsualità. In tale situazione, i valori limite relativi all'infrastruttura principale sono stati modificati e quindi ridotti come riportato nella tabella seguente, a seconda della combinazione.

Tabella 7 – Assegnazione dei valori limite ai ricettori in presenza di concorsualità delle sorgenti

Combinazioni possibili		Valori limite modificati (relativi al solo contributo della S.G.C. FI-PI-LI)	
Ferrotramviaria S.p.A.	RFI / Ferrovia Appulo Lucana S.p.A.	Periodo DIURNO (6.00-22.00)	Periodo NOTTURNO (22.00-6.00)
70/60 (fascia A)	70/60 (fascia A)	67.0	57.0
65/55 (fascia B)	70/60 (fascia A)	63.8	53.8
70/60 (fascia A)	65/55 (fascia B)	68.8	58.8
65/55 (fascia B)	65/55 (fascia B)	62.0	52.0
50/40 * (fascia UNICA)	50/40 * (fascia UNICA)	47.0 *	37.0 *
*: RICETTORI SENSIBILI DI TIPOLOGIA SCOLASTICA (per le scuole vale solo il limite diurno)			

5.3 DEFINIZIONE DELLE AREE DI CALCOLO

L'area di indagine, in conformità al D.Lgs. 194 del 19 agosto 2005, è estesa almeno sino all'isofonica L_{den} 55dB(A) e in ogni caso, in coerenza con l'estensione delle fasce di pertinenza ferroviarie definite dal D.P.R. 459/1998, il calcolo ha interessato una fascia territoriale di ampiezza pari a 250 m per ciascun lato dell'infrastruttura.

Le aree di calcolo così definite risultano appartenenti ai seguenti territori comunali.

Tabella 8 – Definizione delle aree di calcolo

ID	Tratta ferroviaria	Comuni
RL_IT_008_0001	Bari Centrale / Fesca San Girolamo	Interamente interna all'agglomerato di Bari
RL_IT_008_0002	Fesca San Girolamo / Deviatoio Stazione Fesca San Girolamo	Interamente interna all'agglomerato di Bari
RL_IT_008_0003	Bivio S. Spirito / Bitonto	Bitonto

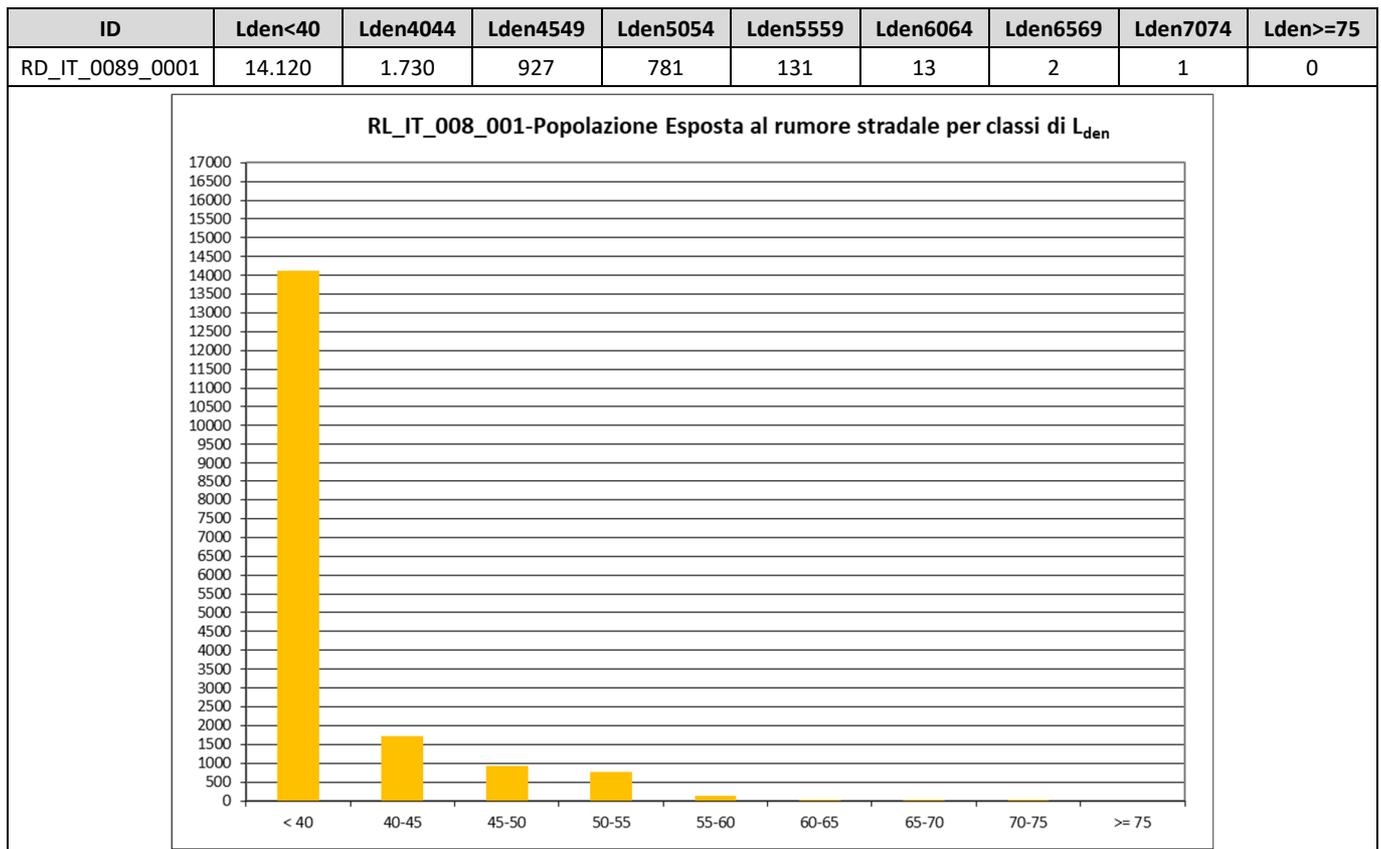
6. SINTESI DEI RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA

I risultati vengono forniti secondo quanto richiesto ai sensi degli Allegati IV e VI della Direttiva Europea 2002/49/CE (recepita dal D. Lgs 194/2005); vengono riportate le stime sotto forma di istogrammi del numero delle persone esposte agli intervalli di L_{den} ed L_{night} previsti dalla suddetta normativa, riferite a ciascuna infrastruttura ferroviaria presente.

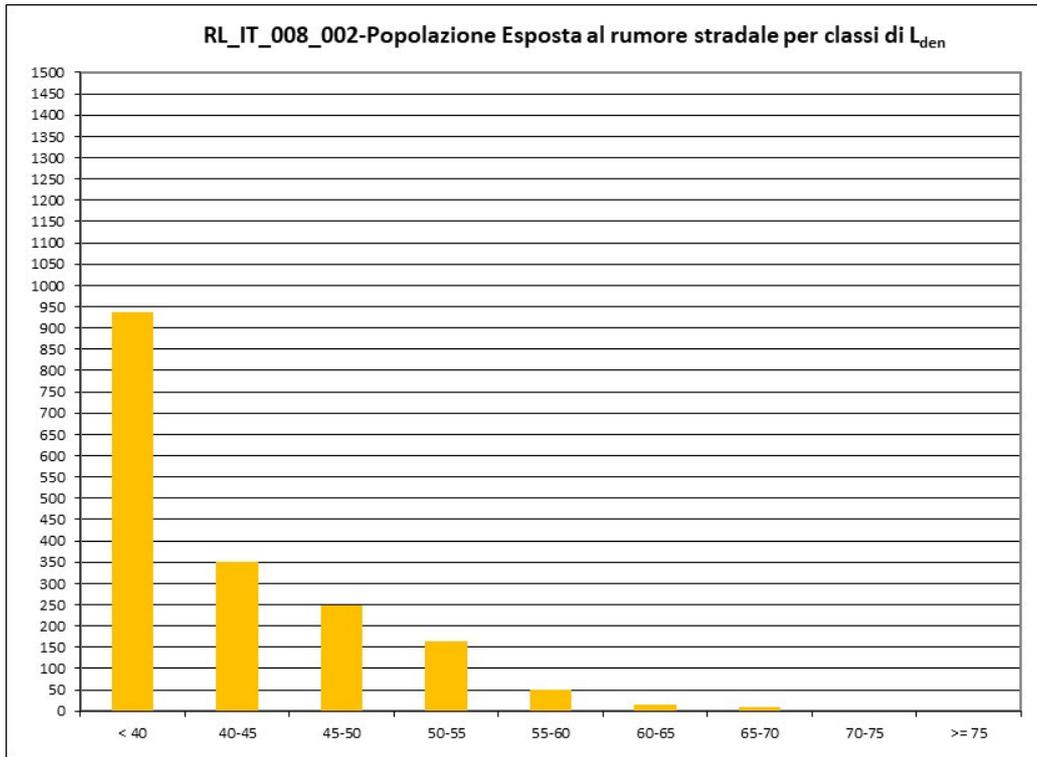
Nelle tabelle che seguono viene riportato il numero stimato di persone esposte a ciascuno dei seguenti intervalli;

- | | |
|--|--|
| ➤ $L_{den} < 40 \text{ dB(A)}$ | ➤ $L_{night} < 40 \text{ dB(A)}$ |
| ➤ $40 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 45 \text{ dB(A)}$ | ➤ $40 \text{ dB(A)} \leq L_{night} < 45 \text{ dB(A)}$ |
| ➤ $45 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 50 \text{ dB(A)}$ | ➤ $45 \text{ dB(A)} \leq L_{night} < 50 \text{ dB(A)}$ |
| ➤ $55 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 60 \text{ dB(A)}$ | ➤ $55 \text{ dB(A)} \leq L_{night} < 60 \text{ dB(A)}$ |
| ➤ $60 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 65 \text{ dB(A)}$ | ➤ $60 \text{ dB(A)} \leq L_{night} < 65 \text{ dB(A)}$ |
| ➤ $60 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 65 \text{ dB(A)}$ | ➤ $60 \text{ dB(A)} \leq L_{night} < 65 \text{ dB(A)}$ |
| ➤ $65 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 70 \text{ dB(A)}$ | ➤ $65 \text{ dB(A)} \leq L_{night} < 70 \text{ dB(A)}$ |
| ➤ $70 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 75 \text{ dB(A)}$ | ➤ $L_{night} \geq 70 \text{ dB(A)}$ |
| ➤ $L_{den} \geq 75 \text{ dB(A)}$ | |

Tabella 9 – Intervalli di esposizione (L_{den})



ID	Lden<40	Lden4044	Lden4549	Lden5054	Lden5559	Lden6064	Lden6569	Lden7074	Lden>=75
RD_IT_0089_0002	937	349	248	164	52	17	9	0	0



ID	Lden<40	Lden4044	Lden4549	Lden5054	Lden5559	Lden6064	Lden6569	Lden7074	Lden>=75
RD_IT_0089_0003	9.501	853	948	567	360	327	137	3	0

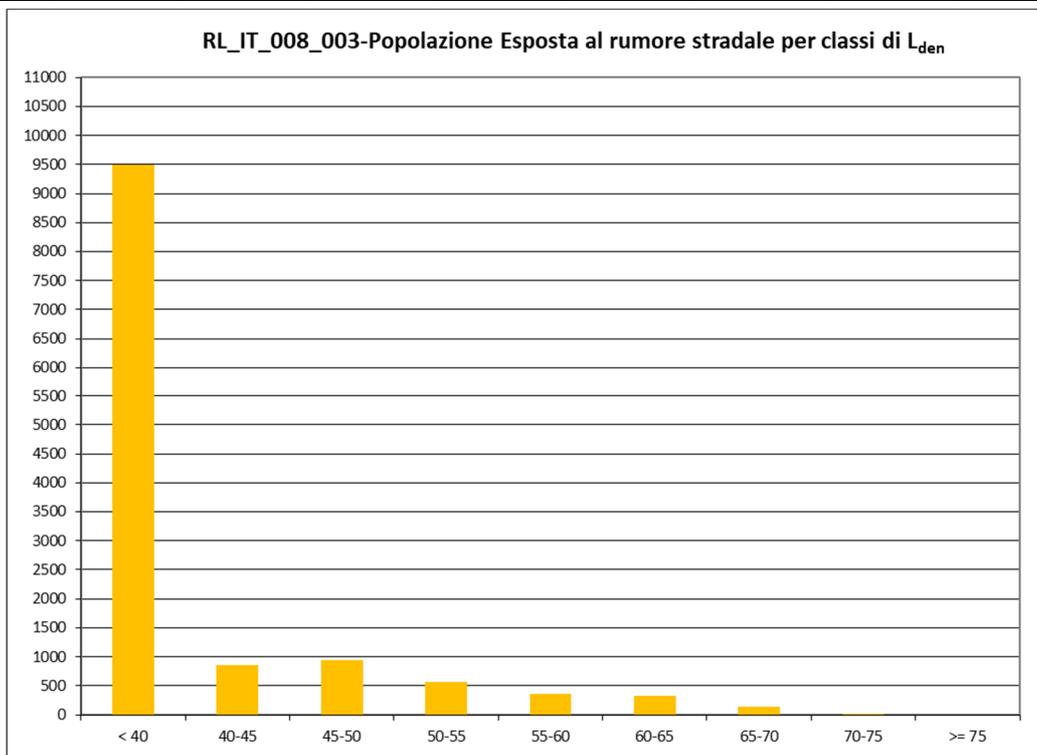
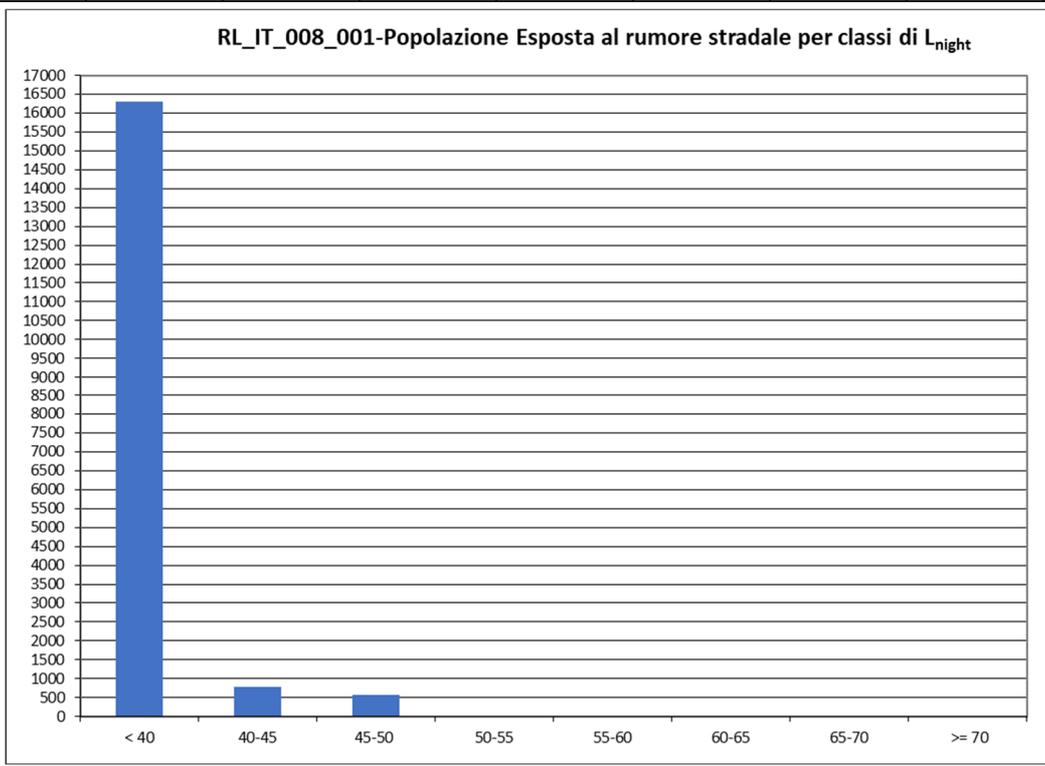
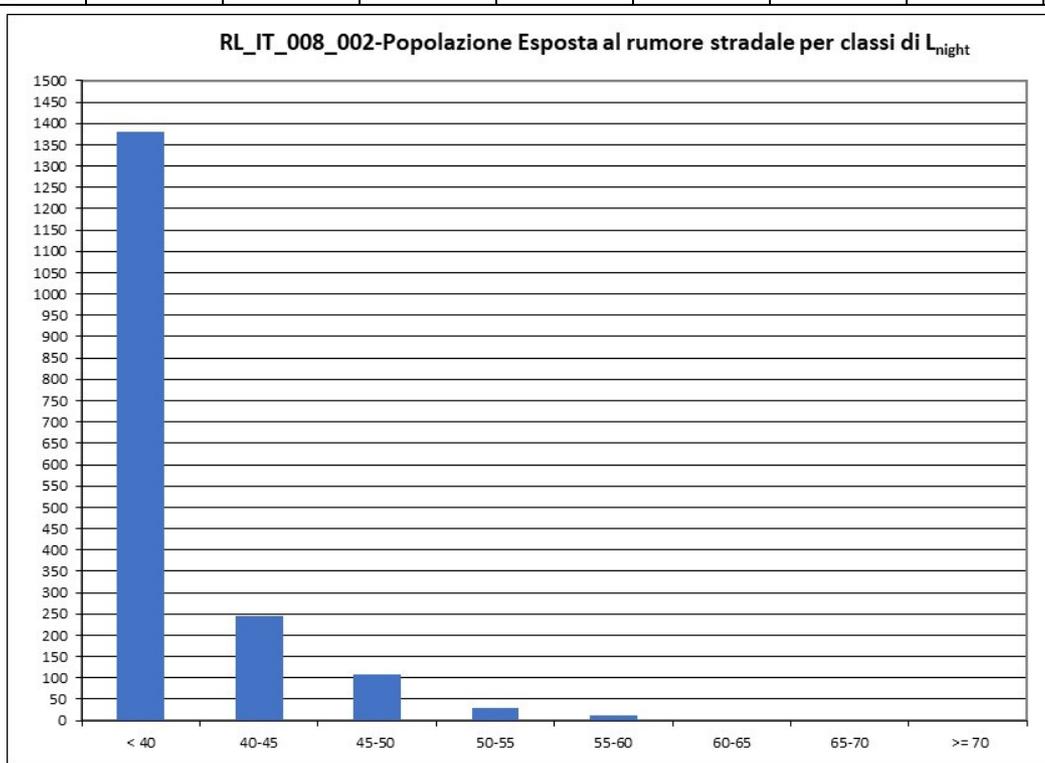


Tabella 10 – Intervalli di esposizione (L_{night})

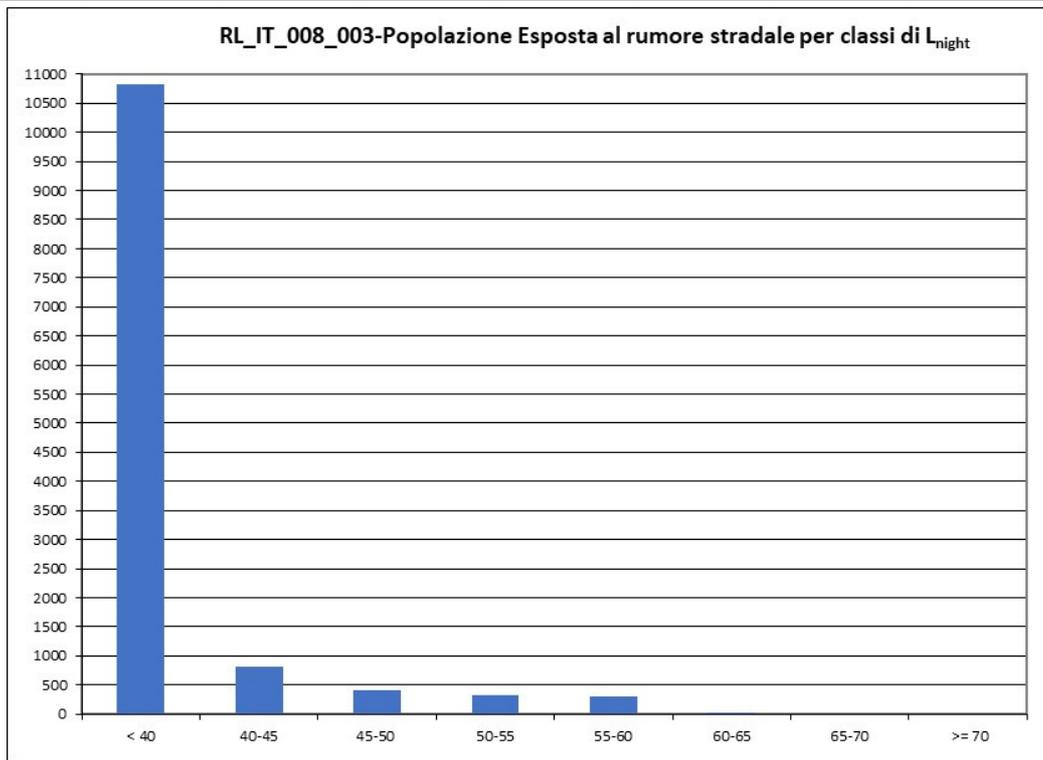
ID	$L_{night}<40$	$L_{night}4044$	$L_{night}4549$	$L_{night}5054$	$L_{night}5559$	$L_{night}6064$	$L_{night}6569$	$L_{night}\geq 70$
RL_IT_008_0001	16.312	791	570	29	1	1	0	0



ID	$L_{night}<40$	$L_{night}4044$	$L_{night}4549$	$L_{night}5054$	$L_{night}5559$	$L_{night}6064$	$L_{night}6569$	$L_{night}\geq 70$
RL_IT_008_0002	1.381	245	107	30	12	0	0	0



ID	Lnight<40	Lnight4044	Lnight4549	Lnight5054	Lnight5559	Lnight6064	Lnight6569	Lnight>=70
RL_IT_008_0003	10.830	809	412	329	294	23	0	0



7. STIMA DEL NUMERO DI PERSONE ESPOSTE AL RUMORE

7.1 AREE CRITICHE

Alla base delle procedure da mettere in atto per la redazione del Piano d'Azione c'è l'individuazione delle "aree critiche", intese in generale come le aree in cui risulta elevato non solo il livello sonoro, ma anche il numero di persone esposte al rumore. L'attività di individuazione delle criticità è finalizzata ad evidenziare le situazioni che richiedono un intervento di diminuzione dei livelli di inquinamento acustico. Essa viene effettuata a partire dai risultati ottenuti nell'ambito della precedente fase di mappatura acustica, in relazione ai ricettori e alle sorgenti di rumore.

La procedura di determinazione delle "aree critiche" è stata effettuata seguendo una procedura che prevede un approccio geometrico semplificato per individuare in modo automatico le aree con superamento intorno alle infrastrutture ferroviarie. In prima battuta, pertanto, i ricettori caratterizzati dal superamento dei valori limite, vengono raggruppati in aree critiche omogenee, che rappresentano porzioni di territorio che possono essere trattate con lo stesso intervento di mitigazione acustica.

Di seguito viene descritta per punti la procedura utilizzata.

- ✓ I livelli acustici simulati per ciascuna infrastruttura vengono confrontati con i valori limite, al fine di individuare gli edifici che evidenziano un superamento.
- ✓ Vengono selezionati i ricettori che evidenziano il superamento, con riferimento particolare al periodo notturno per gli edifici di tipologia residenziale e sensibile sanitaria, ed al periodo diurno per gli edifici di tipologia sensibile scolastica.
- ✓ Viene quindi definita di un'area circolare di raggio pari a 50 m attorno al centroide di ciascun edificio selezionato come ai precedenti punti.
- ✓ Le aree circolari aventi reciproca intersezione vengono automaticamente unite tra di loro, per la definizione delle "aree accorpate" di superamento.
- ✓ Allo stesso tempo, vengono identificati gli eventuali ricettori isolati, nel caso in cui non si fosse ravvisata una sovrapposizione tra i buffer.
- ✓ Le "aree accorpate" vengono infine sottoposte ad una procedura di post-elaborazione manuale, al fine di perimetrare le "aree critiche". Ad esempio, tratti di stesa di pavimentazione a bassa rumorosità vicini tra di loro ma appartenenti a diverse aree accorpate vengono uniti al fine di proporre tratti continui di riasfaltatura. Di contro, le situazioni di buffer derivanti da singoli ricettori isolati, vengono escluse dalla definizione delle aree critiche in quanto si ritiene non economicamente sostenibile proporre interventi di mitigazione acustica estesa. Per tali criticità isolate verrà eventualmente valutato di realizzare interventi diretti sull'edificio ricettore.

Le 3 aree critiche individuate mediante la procedura descritta sono riepilogate nella seguente tabella.

Tabella 11 – Numero di esposti nelle aree critiche

ID TRATTA FERROVIARIA	ID AREA CRITICA	Abitanti in edifici residenziali	Posti letto in edifici sanitari	Alunni in edifici scolastici
RL_IT_008_001	RL_IT_008_001_1	5.771	0	1.052
RL_IT_008_003	RL_IT_008_003_1	794	0	0
RL_IT_008_003	RL_IT_008_003_2	1.163	30	751

Nell'allegato 1 al presente report sono riportate le schede descrittive di ciascuna area critica, in cui vengono evidenziate le seguenti caratteristiche:

- ✓ Posizione dell'area critica nella classifica delle priorità.
- ✓ Codifica e denominazione dell'area critica.
- ✓ Sorgenti acustiche presenti.
- ✓ Interventi previsti dal presente Piano d'Azione (Id intervento, descrizione e costo).

- ✓ Quantificazione degli esposti nell'area critica (numero di edifici e di persone presenti, suddivisi tra ricettori residenziali, sanitari e scolastici).
- ✓ Indice di priorità (cfr. paragrafo 7.2), nella situazione ante e post operam, con riferimento sia alle sole sorgenti ferroviarie che alla combinazione di tutte le sorgenti acustiche presenti.
- ✓ Massimo superamento rispetto ai livelli limite, nella situazione ante e post operam.
- ✓ Popolazione esposta a valori acustici superiori al limite nella situazione ante e post operam.

Nelle 3 aree critiche definite è presente un totale di circa 40.000 persone. Nello specifico sono presenti:

- ✓ 35.102 persone residenti in edifici di tipologia residenziale;
- ✓ 41 posti letto relativi agli edifici sensibili di tipologia sanitaria;
- ✓ 4.533 alunni iscritti agli edifici sensibili di tipologia scolastica.

7.2 INDICATORE DI CRITICITÀ ACUSTICA

La criticità di un'area non dipende soltanto dai livelli sonori e dalla conseguente entità del superamento dei valori limite fissati, ma anche dal numero delle persone esposte a tali superamenti. Per la quantificazione della criticità di una certa zona, quindi, deve essere definito un indicatore che tenga conto di entrambi gli aspetti.

A questo proposito viene utilizzato l'indice di priorità IP definito ai sensi del D.M. Ambiente 29/11/2000 mediante la seguente formula:

$$IP_i = R_i * S_i * C_i$$

dove:

- ✓ R_i : numero di persone residenti attribuite al ricettore di tipologia residenziale, o numero di persone attribuite al ricettore di tipologia sensibile (studenti per gli edifici scolastici e numero di posti letto per quelli ospedalieri);
- ✓ S_i : massimo superamento ottenuto nei periodi di riferimento diurno e/o notturno per ciascun edificio;
- ✓ C_i : coefficiente moltiplicativo (pari a: 1 per gli edifici residenziali, 3 per gli edifici scolastici, 4 per gli edifici ospedalieri e le case di cura).

Nella pratica, per la stesura del presente Piano d'Azione, è stata fatta la scelta di calcolare il valore di IP per ciascun edificio (residenziale e sensibile) presente nelle aree di calcolo e di ricavare il valore globale di IP per ciascuna area critica, attraverso l'aggregazione dei valori dei singoli edifici ricadenti nell'area stessa, attraverso la sommatoria dei singoli valori numerici degli edifici che ricadono nell'area specifica.

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco dei valori numerici dell'indicatore di priorità di ciascuna area critica.

Tabella 12 – Indicatore di criticità per area critica

Posizione	Codice univoco identificativo	ID AREA CRITICA	IP AREA CRITICA
1	RL_IT_008_003	RL_IT_008_003_2	13.734,8
2	RL_IT_008_001	RL_IT_008_001_1	12.304,8
3	RL_IT_008_003	RL_IT_008_003_1	224,4

8. EFFETTI NOCIVI DEL RUMORE AMBIENTALE SULLA SALUTE

Nel presente paragrafo vengono determinati gli effetti nocivi del rumore ambientale sulla salute, secondo quanto definito dalla Direttiva 2020/367 della Commissione Europea⁽³⁾. Tale direttiva sostituisce integralmente l'allegato III della Direttiva 2002/49/CE, in quanto sono intervenuti progressi tecnico-scientifici nelle relazioni dose-effetto che ne hanno imposto l'adeguamento. Al momento dell'adozione della direttiva 2020/367, infatti, negli orientamenti sul rumore ambientale per la regione europea pubblicati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (di seguito, O.M.S.), si sono rese disponibili informazioni di alta qualità e statisticamente significative sulle relazioni dose-effetto per gli effetti nocivi causati dall'esposizione al rumore ambientale. In particolare, sono stati individuati evidenti nessi tra il rumore ambientale ed i seguenti effetti nocivi: cardiopatia ischemica, ictus, ipertensione, diabete e altri disturbi metabolici, declino cognitivo dei bambini, declino della salute e del benessere mentale, disabilità uditiva, acufene, complicazioni alla nascita.

La direttiva definisce pertanto i metodi di determinazione dei seguenti effetti nocivi, calcolati mediante i parametri di rischio relativo (*relative risk*, RR) e rischio assoluto (*absolute risk*, AR):

- ✓ Cardiopatia ischemica (*ischaemic heart disease*, IHD), corrispondente ai codici da BA40 a BA6Z della classificazione internazionale ICD-11 dell'O.M.S. Tale effetto nocivo viene quantificato unicamente per il rumore di tipo stradale, dal momento che la stessa direttiva certifica l'impossibilità di quantificare il nesso tra altre tipologie di rumore (ferroviario e degli aeromobili) e tale patologia. Viene comunque citata per completezza, pur non essendo riferibile agli effetti del rumore ferroviario.
- ✓ Fastidio forte (*high annoyance*, HA).
- ✓ Disturbi gravi del sonno (*high sleep disturbance*, HSD).

8.1 CARDIOPATIA ISCHEMICA

Per quanto riguarda l'effetto nocivo di cardiopatia ischemica e con riferimento al tasso di incidenza "i", il calcolo del rischio relativo viene effettuato utilizzando le seguenti relazioni di dose-effetto:

$$RR_{IHD,i,road} = \begin{cases} e^{[(\ln(1.08)/10) \cdot (L_{den} - 53)]} & \text{per } L_{den} \text{ superiore a } 53 \text{ dB} \\ 1 & \text{per } L_{den} \text{ pari o inferiore a } 53 \text{ dB} \end{cases} \quad (\text{formula 1})$$

La proporzione dei casi nella popolazione esposta al rischio relativo in cui la cardiopatia ischemica è dovuta al rumore stradale si calcola come segue:

$$PAF_{x,y} = \left(\frac{\sum_j [p_j \cdot (RR_{j,x,y} - 1)]}{\sum_j [p_j \cdot (RR_{j,x,y} - 1)] + 1} \right) \quad (\text{formula 2})$$

dove:

- ✓ $PAF_{x,y}$ è la frazione attribuibile nella popolazione;
- ✓ la serie di bande di rumorosità j è costituita di bande individuali, la cui ampiezza massima è di 5 dB (nel presente Piano d'Azione sono state utilizzate le seguenti bande: <50 dB(A), 50-54 dB(A), 55-59 dB(A), 60-64 dB(A), 65-69 dB(A), 70-74 dB(A), >75 dB(A));
- ✓ p_j è la proporzione di popolazione totale P della zona presa in considerazione esposta alla j -esima banda di esposizione, alla quale è associato un dato rischio relativo di cardiopatia ischemica. Il valore di $RR_{j,x,y}$ è calcolato in applicazione di formula 1, utilizzando il valore centrale di ciascuna banda di rumorosità (ad esempio, 57.5 dB(A) per la banda 55-59 dB(A)).

Infine, il numero totale N di casi (ovvero il numero di individui interessati dall'effetto nocivo in questione) è dato dalla seguente formula:

$$N_{xy} = PAF_{xy,i} \cdot I_y \cdot P \quad (\text{formula 3})$$

dove:

- ✓ I_y è il tasso di incidenza della cardiopatia ischemica nella zona presa in considerazione, che può essere ottenuto da statistiche sanitarie relative alla regione o al paese in cui si trova la zona presa in considerazione;

- ✓ P è la popolazione totale della zona presa in considerazione (somma della popolazione nelle diverse bande di rumorosità).

8.2 FASTIDIO FORTE E GRAVI DISTURBI DEL SONNO

Per quanto riguarda l'effetto nocivo di fastidio forte e disturbi gravi del sonno, si utilizzano le seguenti relazioni di dose-effetto (valide per il rumore da traffico stradale):

$$AR_{HA,rail} = \left(38.1596 - 2.05538 * L_{den} + 0.0285 * L_{den}^2 \right) / 100'$$

(formula 5 Allegato alla Direttiva 2020/367 per l'effetto nocivo di fastidio forte)

$$AR_{HSD,rail} = \left(67.5406 - 3.1852 * L_{night} + 0.0391 * L_{night}^2 \right) / 100'$$

(formula 8 Allegato alla Direttiva 2020/367 per l'effetto nocivo di disturbi gravi del sonno)

Il numero totale N di individui potenzialmente interessati da tale effetto nocivo (ovvero il numero di casi attribuibili) è dato dalla seguente formula

$$N_{x,y} = \sum_j [n_j * AR_{j,x,y}]$$

(formula 12 definita in Allegato alla Direttiva 2020/367)

dove:

- ✓ $AR_{x,y}$ è il rischio assoluto dell'effetto nocivo calcolato in applicazione della formula 4 (per l'effetto nocivo di fastidio forte) oppure 7 (per l'effetto nocivo di disturbi gravi del sonno), utilizzando il valore centrale di ciascuna banda di rumorosità;
- ✓ n_j è il numero di individui esposti alla j-esima banda di esposizione.

8.3 RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI NOCIVI

Secondo quanto richiesto dalle ultime Linee Guida per la predisposizione dei Piani d'Azione, per ciascuna infrastruttura ferroviaria oggetto del presente Piano, devono essere fornite le stime in termini di riduzione degli effetti nocivi del rumore ambientale sulla popolazione, dovuta all'introduzione delle misure di mitigazione del rumore descritte nel paragrafo 10.2.

Dal momento che, alla data attuale, non sono ancora state chiarite le modalità di utilizzo degli algoritmi riportati nel precedente paragrafo, la sintesi dei risultati dell'analisi degli effetti nocivi è demandata alla fase di eventuale revisione del Piano d'Azione successiva al periodo di osservazioni.

9. RESOCONTO DELLE CONSULTAZIONI PUBBLICHE

Per quanto concerne le Mappature Acustiche ed i Piani di Azione con traffico consolidato al 31 dicembre 2021 (IV ciclo di aggiornamento), in base all'art. 8 comma 2 del D. Lgs 194/2005, Ferrotramviaria S.p.A. provvederà, mediante pubblico avviso, a dare comunicazione dell'avvenuto deposito della bozza di aggiornamento del Piano di Azione, e metterà a disposizione del pubblico una apposita area sul proprio sito istituzionale dove potranno essere consultati gli elaborati del piano ed in cui saranno comunicate le modalità previste per la presentazione di eventuali osservazioni.

Tale pubblicazione avrà una durata di almeno 45 giorni (come previsto ai sensi del D. Lgs. 194/2005), durante i quali sarà dato modo alla cittadinanza di proporre e di comunicare, tramite apposito servizio di e-mail, eventuali osservazioni relativamente ai contenuti ed alla stesura del Piano

Le eventuali osservazioni saranno esaminate dal gestore e tenute in considerazione per la stesura finale del Piano di Azione della intera rete in concessione, che in base al medesimo D. Lgs deve essere trasmessa agli Enti competenti entro il 18 aprile 2024.

Di seguito, viene riportato l'indirizzo Internet di pubblicazione del Piano:

<https://www.ferrovienordbarese.it/>

10. MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUMORE

Gli interventi di mitigazione acustica già presenti nello scenario di simulazione ante-operam (**scenario corrispondente alla Mappatura Acustica 2022**), sono costituiti da tutti gli interventi realizzati entro dicembre 2021 (paragrafo 10.1).

Gli interventi realizzati successivamente o comunque previsti nelle prossime annualità sono invece elencati nel paragrafo 10.2 e considerati nel presente Piano d'Azione nella **configurazione post-operam**.

In particolare, nella configurazione post-operam, vengono considerati tutti gli interventi la cui realizzazione è prevista entro il 31/12/2027. Per effetto del Regolamento UE/2019/1010, è stato previsto uno slittamento delle date di trasmissione dei Piani d'Azione di un anno solare rispetto alle scadenze naturali previste dalla legislazione vigente: gli effetti del presente Piano sono pertanto valutati con un orizzonte temporale del sessennio 2022-2028, in modo da allinearsi con le future scadenze dei successivi cicli di aggiornamento.

10.1 MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUMORE IN ATTO

Secondo quanto dichiarato dall'ente gestore, allo stato attuale risultano installati i seguenti interventi antirumore sugli assi ferroviari oggetto di mappatura acustica.

- ✓ lungo il tratto tra la stazione Bari Centrale e la fermata Brigata Bari è presente un muro di recinzione (preesistente, non appositamente realizzato da FTV) che effettua una schermatura acustica del rumore prodotto dai convogli ferroviari
- ✓ esercizio della tratta ferroviaria con elettrotreni a ridotto impatto acustico;
- ✓ riduzione delle velocità di percorrenza in corrispondenza degli agglomerati urbani a maggiore densità abitativa.

10.2 MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUMORE IN FASE DI PREDISPOSIZIONE

Sulla base delle criticità emerse dalle simulazioni acustiche ante-operam, e dalla conseguente definizione delle aree critiche, sono stati definiti alcuni interventi di mitigazione acustica atti a ridurre i livelli acustici sulla facciata degli edifici esposti. Tali interventi sono stati inseriti nello scenario di simulazione allo scopo di calcolare i livelli acustici ai ricettori nella configurazione post-operam.

In particolare, la strategia di breve-medio periodo (con deadline 2027) e lungo periodo che Ferrotramviaria intende porre in essere verte tanto sulla gestione dell'infrastruttura quanto sul materiale rotabile.

Strategie sulla gestione dell'infrastruttura

Interventi previsti nel breve-medio periodo (con deadline 2027)

Con il piano di azione elaborato e depositato nel marzo 2018, era stata definita la priorità di intervento a vantaggio delle 150 persone residenti all'interno dei fabbricati dell'isolato di Bari fra le strade Corso Italia e Via Martiri d'Otranto, prospicienti il tracciato ferroviario.

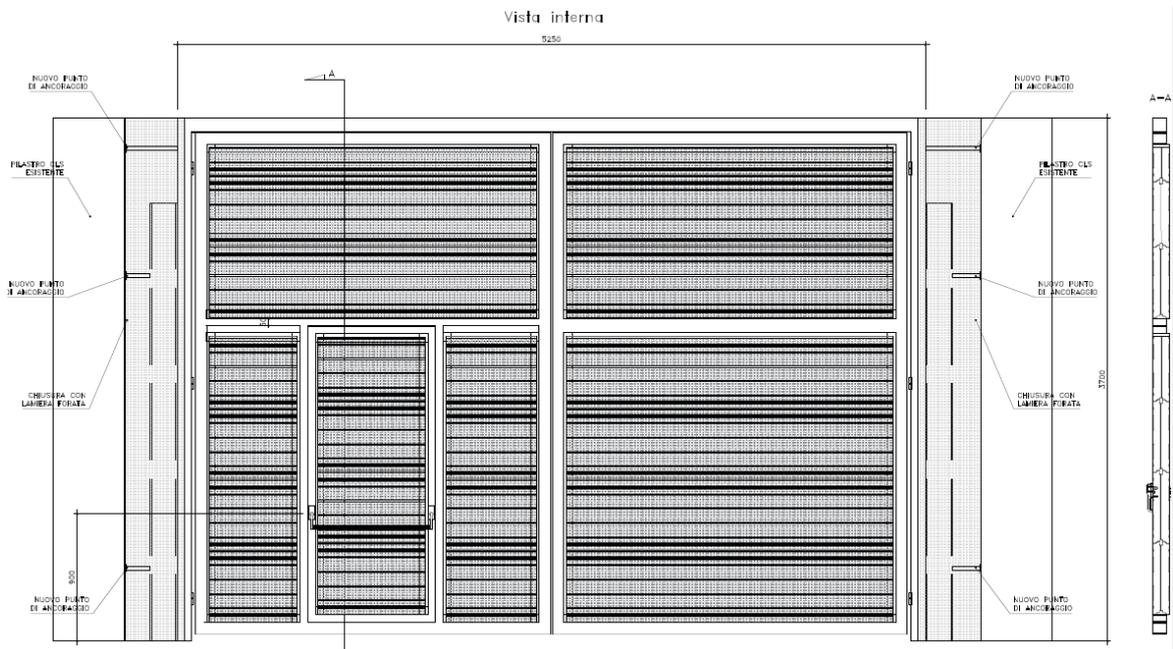
In particolare, nel tratto oggetto di criticità è presente un paramento murario di elevata altezza che si sviluppa lungo la linea dei binari. Il paramento murario avrebbe un effetto di barriera vanificato però dalla presenza di un'apertura con cancello per passaggio mezzi di servizio, come indicato nella seguente figura.

Figura 3 – Cancelli per passaggio dei mezzi di servizio all'incrocio tra Corso Italia e Via Martiri d'Otranto



L'intervento è stato quindi identificato nella sostituzione del cancello attuale con una chiusura realizzata con un portone con caratteristiche fonoisolanti e fonoassorbenti (lato infrastruttura) definendo di fatto una soluzione di continuità del paramento murario parallelo al tracciato ferroviario.

Figura 4 – Prospetto di progetto



L'intervento è in corso di realizzazione e se ne prevede il completamento ed il collaudo acustico entro la primavera 2024.

Strategia di intervento nel medio-lungo periodo

Sin dal 2022 l'Agencia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali ha individuato, tra gli obiettivi comuni di sicurezza, la risoluzione del problema dell'indebita presenza di pedoni in linea o in stazione; per tale motivo tale Agencia, con diverse note indirizzate ai gestori dell'infrastruttura, ha promosso l'elaborazione della mappatura delle zone a più elevata probabilità di investimento in linea e negli impianti ferroviari richiedendo anche interventi mirati per rendere di difficile valicabilità i punti di accesso non autorizzato alla sede ferroviaria.

In tale ottica questo G.I. ha stabilito che, a valle dell'elaborazione della mappatura delle zone di cui è responsabile a più elevata probabilità di investimento – ove queste insistano in centri abitati e la mappatura acustica identifichi potenziali superamenti dei limiti o condizioni di elevati livelli di rumore in facciata agli edifici in prossimità della linea – si opterà per la segregazione della sede ferroviaria con paramenti murari connotati da adeguate proprietà fonoisolanti e, nel caso sia ritenuto necessario dal progetto specifico, anche fonoassorbenti.

Allo stato attuale, trattandosi di strategie di intervento che ancora non sono arrivate ad una definizione di dettaglio, la valutazione e simulazione di questi interventi viene rimandata al prossimo aggiornamento della mappatura acustica e del Piano di Azione.

Strategie sul materiale rotabile

Dal settembre 2023 la flotta dell'unica impresa ferroviaria che attualmente effettua servizi sull'infrastruttura è costituita da:

- ✓ 11 elettrotreni serie ELT, produzione ALSTOM (6 elettrotreni a 3 casse, 5 elettrotreni a 4 casse);
- ✓ 3 elettrotreni serie FLIRT, produzione STADLER;
- ✓ 5 elettrotreni serie CIVITY, produzione CAF;
- ✓ 5 elettrotreni serie pop, produzione ALSTOM.

E' previsto che, con la dismissione già programmata dei 5 elettrotreni a 4 casse serie ELT, produzione ALSTOM, siano immessi in servizio (entro il 2027) ulteriori 6 elettrotreni serie pop, produzione ALSTOM, così connotati dal punto di vista delle emissioni sonore:

- ✓ sottoposti a prove secondo le seguenti *specifiche di prova*:
 - ts2018002, edizione luglio 2018 "TSI exterior noise in static condition test procedure",
 - ts2018003, edizione luglio 2018 "TSI exterior noise in dynamic condition test procedure",
 - ts2018005, edizione luglio 2018 "TSI Interior noise test – internal noise and buzzer in driving cab test procedure";
- ✓ onde conseguire la *verifica di conformità* rispetto alla:
 - TSI noise 2014, edizione novembre 2014 "Regolamento (UE) n. 1304/2014 della Commissione del 26 novembre 2014 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per il sottosistema "materiale rotabile – rumore", che modifica la decisione 2008/232/CE e abroga la decisione 2011/229/UE".

In sintesi, pur non avendo a disposizione analogha documentazione in riferimento agli elettrotreni ELT a 4 casse oggetto di progressiva sostituzione, in riferimento ai dati di emissione sonora utilizzati nella mappatura acustica 2022 (determinati anche in base a numerosi rilievi fonometrici su singoli passaggi svolti dal gestore nel 2015) si può stimare una riduzione di circa 2 dB(A) legata al passaggio di un treno serie POP rispetto ad un elettrotreno ELT 4 casse.

In definitiva, per la simulazione dello scenario futuro 2027 è stata ipotizzata una nuova configurazione della flotta che, rispetto a quella utilizzata nella mappatura (scenario 2021) prevede la sostituzione di tutti i treni ELT 4 casse con i nuovi treni POP.

La configurazione della flotta nello scenario futuro 2027 è la seguente:

Tabella 13 – Numero di veicoli ferroviari

ID	Tratta ferroviaria	Codice Treno	Lunghezza	Numero di veicoli		
				Day (6-20)	Evening (20-22)	Night (22-6)
RL_IT_008_0001	Bari Centrale / Fesca S. Girolamo	ELT (alstom) a 3 casse	65 m	43	6	10
		ETR (stadler)	74 m	22	3	5
		ETR (caf)	75 m	35	5	8
		POP (alstom)	84 m	35	5	8
RL_IT_008_0002	Fesca S. Girolamo / Deviatoio Stazione Fesca S. Girolamo	ELT (alstom) a 3 casse	65 m	33	5	7
		ETR (stadler)	74 m	17	2	4
		ETR (caf)	75 m	27	4	6
		POP (alstom)	84 m	27	4	6
RL_IT_008_0003	Bivio S. Spirito / Bitonto	ELT (alstom) a 3 casse	65 m	33	5	7
		ETR (stadler)	74 m	17	2	4
		ETR (caf)	75 m	27	4	6
		POP (alstom)	84 m	27	4	6

10.3 TEMPISTICA DI REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI

Per quanto riguarda la programmazione temporale della realizzazione degli interventi, l'amministrazione intende procedere con le tempistiche riepilogate nella seguente tabella.

Tabella 14 – Scansione temporale di realizzazione degli interventi

ID intervento	Codice univoco identificativo	ID Area Critica	Tempistica
bar_01	RL_IT_008_001	RL_IT_008_001_1	2024
Nuova_flotta_02	RL_IT_008_001 RL_IT_008_002 RL_IT_008_003	Su tutta la linea	2027

Infine, come già scritto sopra, nel medio-lungo periodo sono previsti anche i seguenti interventi attualmente non definiti nel dettaglio e quindi non valutabili in termini di impegno finanziario:

- ✓ segregazione della sede ferroviaria con paramenti murari connotati da adeguate proprietà fonoisolanti e fonoassorbenti nelle zone a più elevata probabilità di investimento ove queste insistano in centri abitati e la mappatura acustica identifichi potenziali superamenti dei limiti o condizioni di elevati livelli di rumore in facciata agli edifici in prossimità della linea.

Infine, dato che la simulazione della condizione post-operam (prevedendo la realizzazione degli interventi di cui al punto 10.2) evidenzia ancora la presenza di criticità residue nelle tre aree critiche definite nei paragrafi 7.1/7.2, il gestore si attiverà nel breve periodo (comunque entro il 2025) per accertare la potenziale criticità acustica attraverso una campagna di rilevazioni fonometriche dedicata e procedere alla definizione e progettazione acustica di eventuali ulteriori interventi per la riduzione delle criticità residue. In particolare, saranno realizzate le seguenti attività attraverso l'attivazione di appositi incarichi specialistici:

- ✓ approfondimento di indagine relativamente ai ricettori con particolare riferimento ai ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura), acquisendo documentazione specifica circa l'anno di realizzazione e la valutazione previsionale di clima acustico richiesta dalla Legge 447/1995 in fase di realizzazione dell'edificio e di eventuali interventi di mitigazione acustica;
- ✓ realizzazione di una campagna di monitoraggio fonometrico in accordo alla metodologia di misura secondo D.M. 16/03/1998 (almeno una postazione di misura per ogni scenario critico), da svolgersi in

corrispondenza dei ricettori maggiormente impattati dalle emissioni sonore prodotte da Ferrotramviaria S.p.A. (ad iniziare dai ricettori di tipologia sensibile, scolastica e sanitaria) ai fini della verifica del modello acustico utilizzato e quindi del superamento dei valori limite;

- ✓ progettazione acustica di ulteriori interventi di mitigazione acustica per la riduzione delle eventuali criticità residue confermate dallo studio acustico di approfondimento.

11. INFORMAZIONI DI CARATTERE FINANZIARIO

In questo paragrafo viene definita la stima dei costi attualizzati per la realizzazione degli interventi di mitigazione acustica presenti nel Piano d’Azione.

La stima degli oneri finanziari e dei mezzi economici necessari consentirà, in considerazione dei tempi e delle priorità degli interventi previsti dal piano, di specificare gli impegni di spesa per anno, considerando il Piano d’Azione come strumento dinamico, sottoposto a verifica e revisione con scadenza prefissata. Queste verifiche permetteranno di valutare l’effettivo raggiungimento degli obiettivi prefissati e di aggiornare gli obiettivi stessi sulla base di eventuali mutate situazioni dell’ambiente acustico.

Di seguito è riportata la quantificazione dei costi unitari degli interventi sopra descritti la cui realizzazione è prevista nel breve-medio periodo (entro il 2027).

Tabella 15 – Scansione temporale di realizzazione degli interventi

ID intervento	Codice univoco identificativo	ID Area Critica	Tempistica	Stima dei costi
bar_01	RL_IT_008_001	RL_IT_008_001_1	2024	21.300 €
Nuova_flotta_02	RL_IT_008_001 RL_IT_008_002 RL_IT_008_003	Su tutta la linea	2027	- n. 5 elettrotreni POP in esercizio dal 2023: l’importo di ciascun elettrotreno ammonta a 6.035.000 €, per un totale di 30.175.000 € - n. 6 elettrotreni POP che sostituiranno entro il 2027 i n.5 elettrotreni ELT a 3 casse: l’importo di ciascun elettrotreno ammonta a 6.035.000 €, per un totale di 36.210.000 €

12. VALUTAZIONE DEI RISULTATI DEL PIANO D'AZIONE

La valutazione ed il monitoraggio dei risultati del Piano dovranno essere effettuate mediante opportune misurazioni fonometriche atte a verificare l'efficacia acustica post operam degli interventi e la durata delle prestazioni acustiche nel tempo.

Infine, dato che la simulazione della condizione post-operam (prevedendo la realizzazione degli interventi di cui al punto 10.2) evidenzia ancora la presenza di criticità residue nelle tre aree critiche definite nei paragrafi 7.1/7.2, il gestore si attiverà nel breve periodo (comunque entro il 2025) per accertare la presenza effettiva di criticità residue attraverso una apposita campagna di rilevazioni fonometriche.

13. VALUTAZIONE DELLA RIDUZIONE DEL NUMERO DELLE PERSONE ESPOSTE

Utilizzando il modello di simulazione, nel quale sono stati inseriti gli interventi di mitigazione acustica definiti nel paragrafo 10.2, le simulazioni propedeutiche alla stesura della Mappatura Acustica (configurazione ante-operam) sono state ripetute nella configurazione post-operam.

In questo capitolo vengono riportati ed analizzati i risultati del Piano d'Azione, forniti secondo quanto richiesto ai sensi dell'articolo 1, lettera f, Allegato 5 del D. Lgs. 194/2005: si procede con la presentazione dei risultati nella fase ante-operam e nella la fase post-operam ed una valutazione del beneficio degli interventi, in termini di differenza che i vari indicatori assumono.

Nei prossimi tre paragrafi, i risultati vengono presentati suddivisi per ciascuna area critica in termini di:

- ✓ Variazione dell'indice di criticità acustica tra la situazione ante e post operam (paragrafo 13.1).
- ✓ Rispetto al massimo superamento definito al punto precedente, variazione della popolazione esposta a valori acustici superiori al limite nella situazione ante e post operam (paragrafo 13.2).

Nell'ultimo paragrafo (paragrafo 13.3) vengono infine riportate le stime sotto forma di istogrammi e tabelle del numero delle persone residenti esposte agli intervalli di L_{den} e L_{night} previsti dalla suddetta normativa, con riferimento a tutte le infrastrutture principali gestite dalla Ferrotramviaria S.p.A.

Per l'indicatore L_{den} sono state utilizzate le seguenti fasce di esposizione al rumore:

- ✓ $L_{den} < 40 \text{ dB(A)}$
- ✓ $40 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 45 \text{ dB(A)}$
- ✓ $45 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 50 \text{ dB(A)}$
- ✓ $55 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 60 \text{ dB(A)}$
- ✓ $60 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 65 \text{ dB(A)}$
- ✓ $60 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 65 \text{ dB(A)}$
- ✓ $65 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 70 \text{ dB(A)}$
- ✓ $70 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 75 \text{ dB(A)}$
- ✓ $L_{den} \geq 75 \text{ dB(A)}$

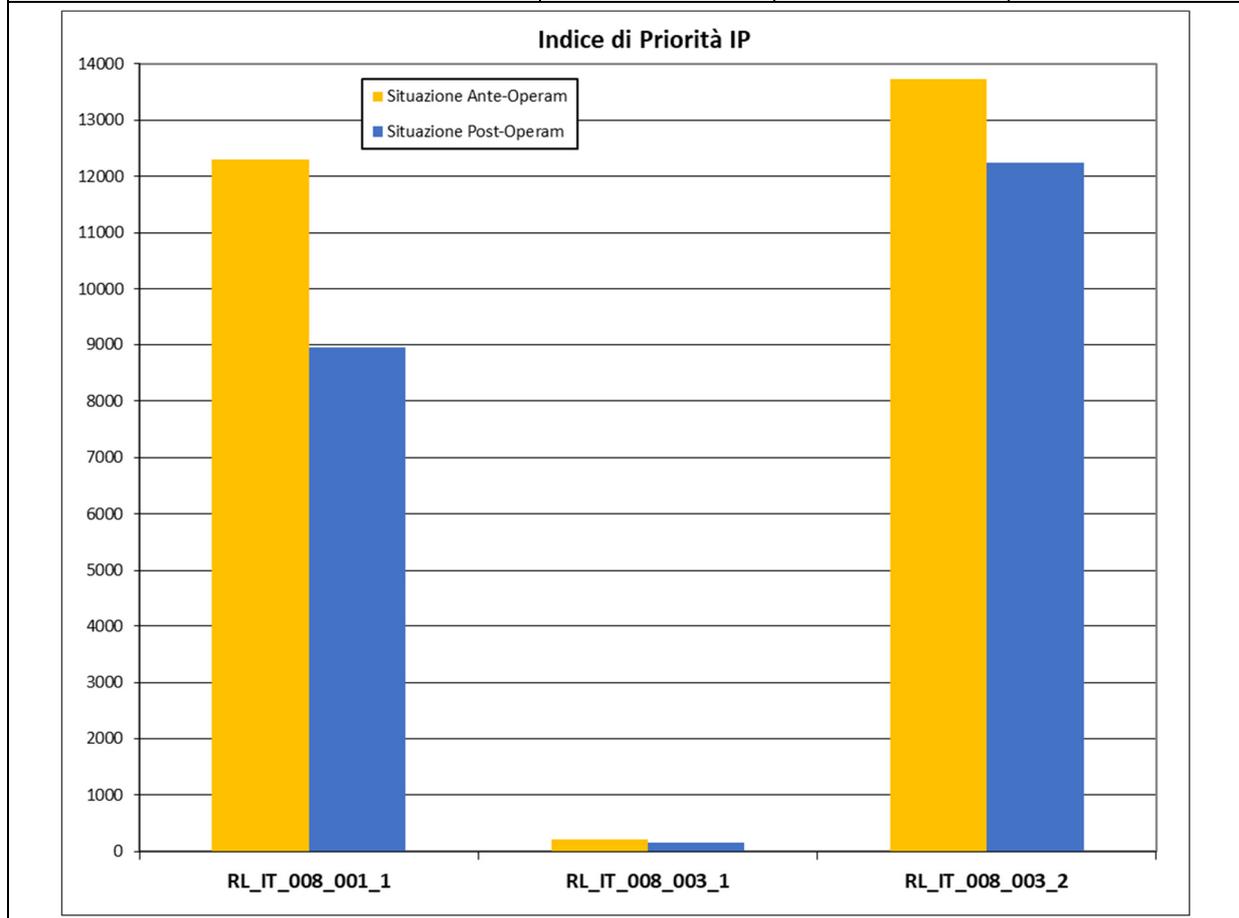
Per l'indicatore L_{night} sono state utilizzate le seguenti fasce di esposizione al rumore:

- ✓ $L_{night} < 40 \text{ dB(A)}$
- ✓ $40 \text{ dB(A)} \leq L_{night} < 45 \text{ dB(A)}$
- ✓ $45 \text{ dB(A)} \leq L_{night} < 50 \text{ dB(A)}$
- ✓ $55 \text{ dB(A)} \leq L_{night} < 60 \text{ dB(A)}$
- ✓ $60 \text{ dB(A)} \leq L_{night} < 65 \text{ dB(A)}$
- ✓ $60 \text{ dB(A)} \leq L_{night} < 65 \text{ dB(A)}$
- ✓ $65 \text{ dB(A)} \leq L_{night} < 70 \text{ dB(A)}$
- ✓ $L_{night} \geq 70 \text{ dB(A)}$

13.1 CALCOLO DELL'INDICE DI PRIORITÀ

Tabella 16 – Indice di criticità acustica

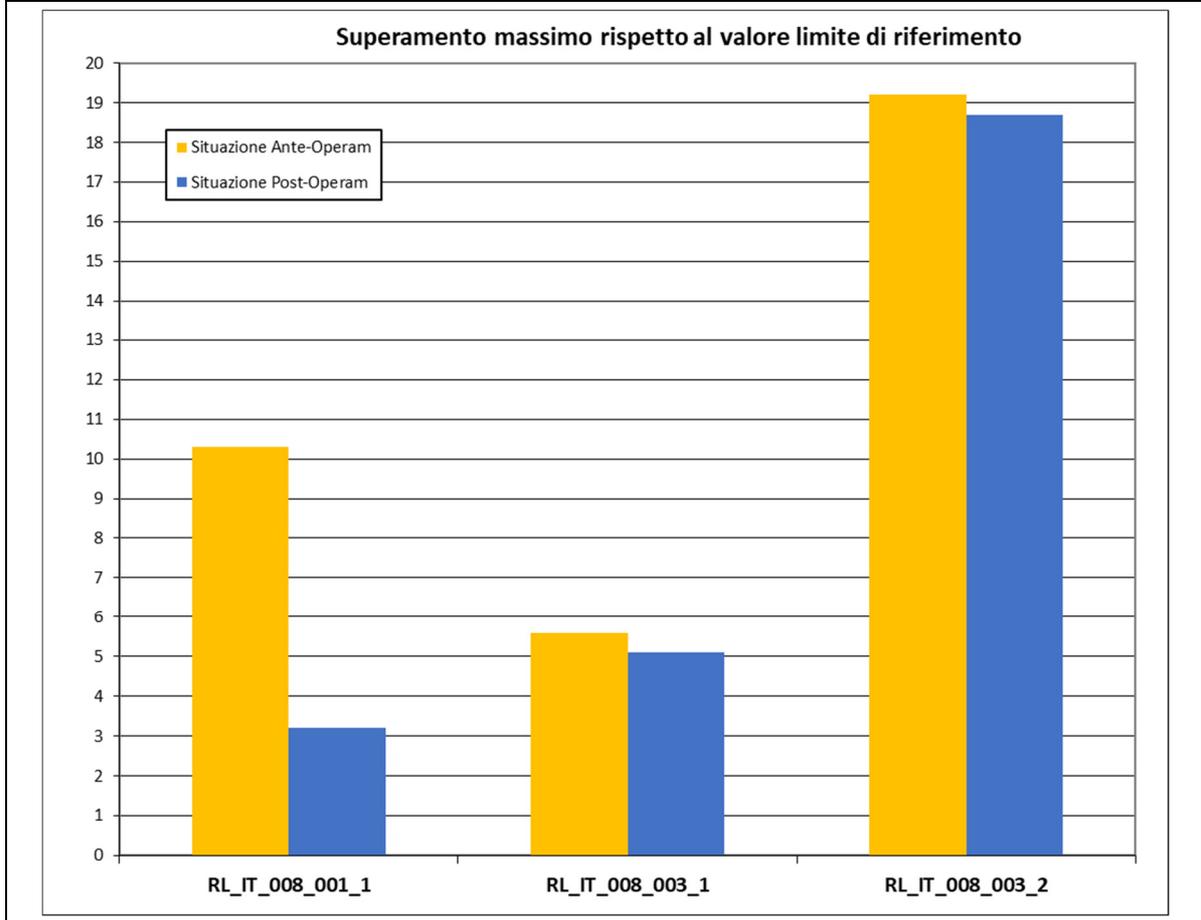
ID AREA CRITICA	IP		
	ANTE-OPERAM	POST-OPERAM	DIFFERENZA
RL_IT_008_001_1	12.304,8	8.948,2	-3.356,6
RL_IT_008_003_1	224,4	163,4	-61,0
RL_IT_008_003_2	13.734,8	12.251,1	-1.483,7



13.2 MASSIMO SUPERAMENTO RISPETTO AI VALORI LIMITE

Tabella 17 – Massimo superamento rispetto al valore limite di riferimento

ID AREA CRITICA	ANTE-OPERAM	POST-OPERAM	DIFFERENZA
RL_IT_008_001_1	10,3	3,2	-7,1
RL_IT_008_003_1	5,6	5,1	-0,5
RL_IT_008_003_2	19,2	18,7	-0,5

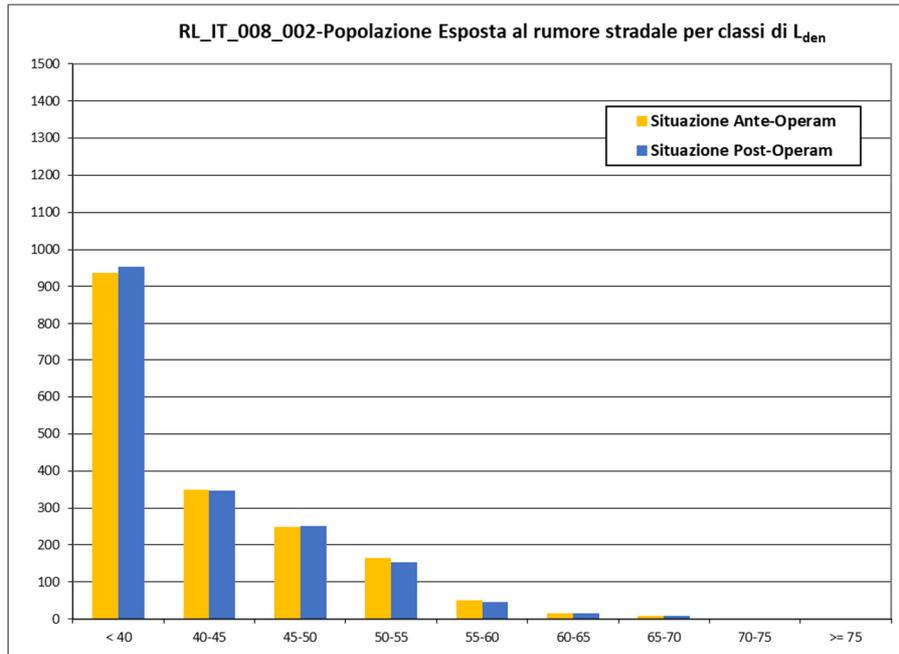
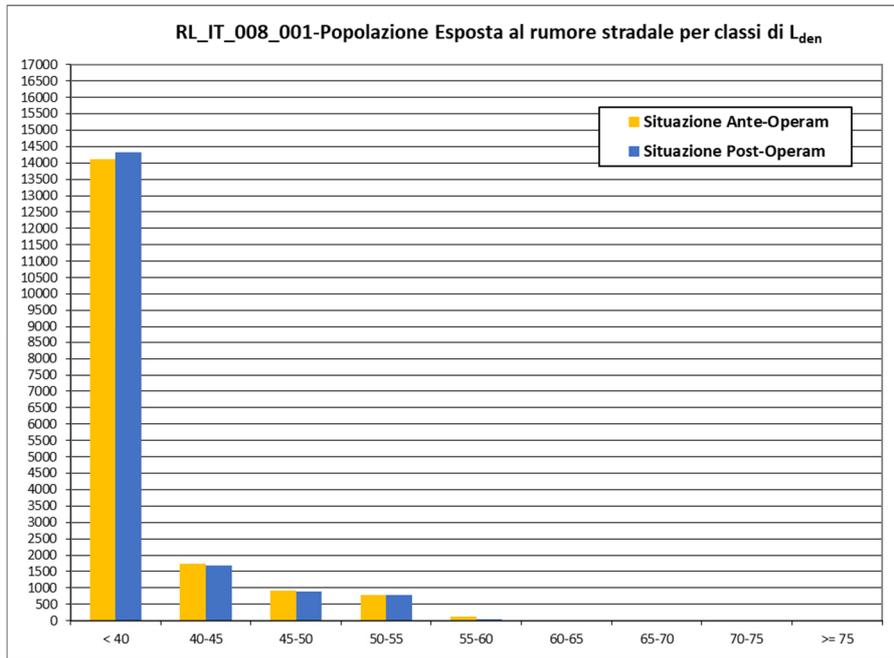


13.3 INTERVALLI DI ESPOSIZIONE

Di seguito viene riportata la stima del numero di popolazione esposta agli intervalli, nel periodo Den (fascia oraria compresa tra le ore 0 e le ore 24) e nel periodo Night (fascia oraria compresa tra le ore 22 e le ore 6).

Tabella 18 – Intervalli di esposizione (L_{den})

Configurazione Ante-Operam									
ID	Lden<40	Lden4044	Lden4549	Lden5054	Lden5559	Lden6064	Lden6569	Lden7074	Lden>=75
RL_IT_008_0001	14.120	1.730	927	781	131	13	2	1	0
RL_IT_008_0002	937	349	248	164	52	17	9	0	0
RL_IT_008_0003	9.501	853	948	567	360	327	137	3	0
Configurazione Post-Operam									
ID	Lden<40	Lden4044	Lden4549	Lden5054	Lden5559	Lden6064	Lden6569	Lden7074	Lden>=75
RL_IT_008_0001	14.321	1.673	880	786	43	1	2	0	0
RL_IT_008_0002	954	346	251	153	46	15	9	0	0
RL_IT_008_0003	9.550	857	941	537	359	336	114	3	0



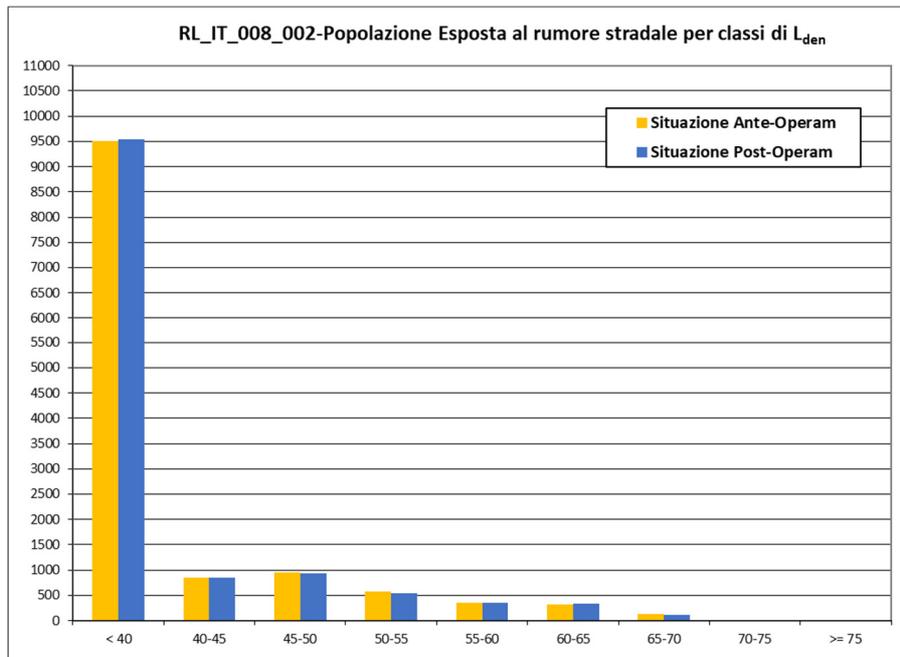
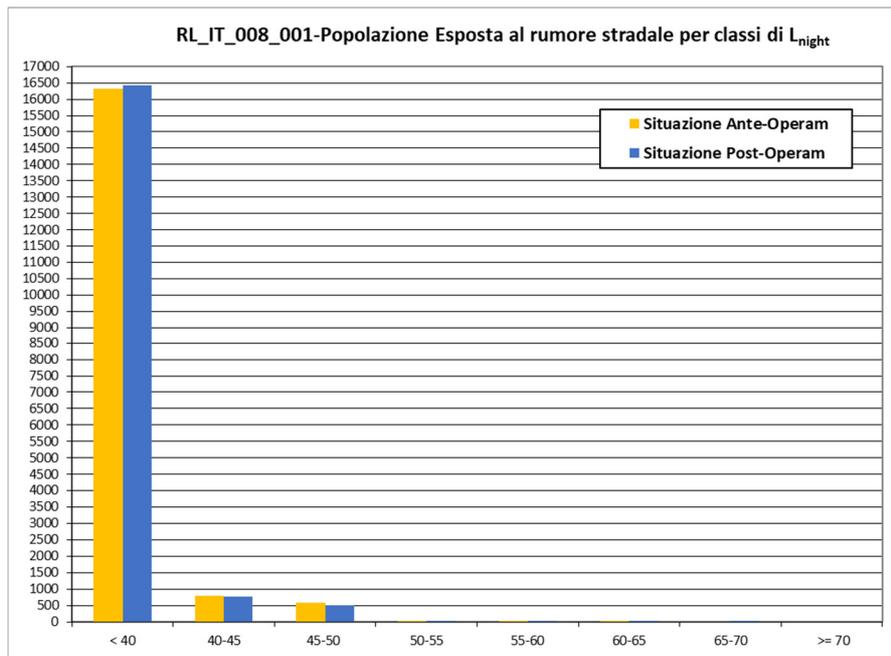
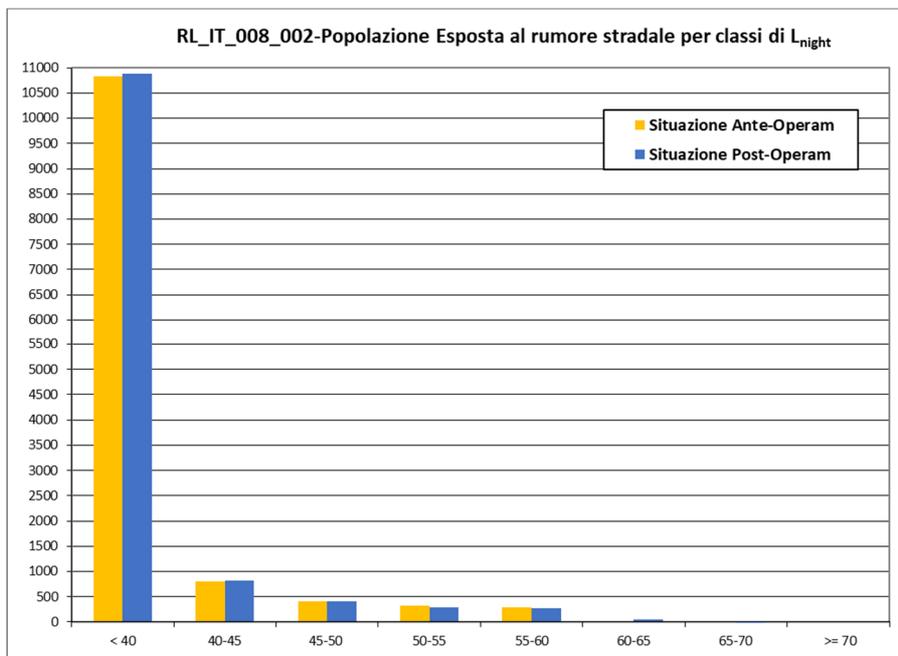
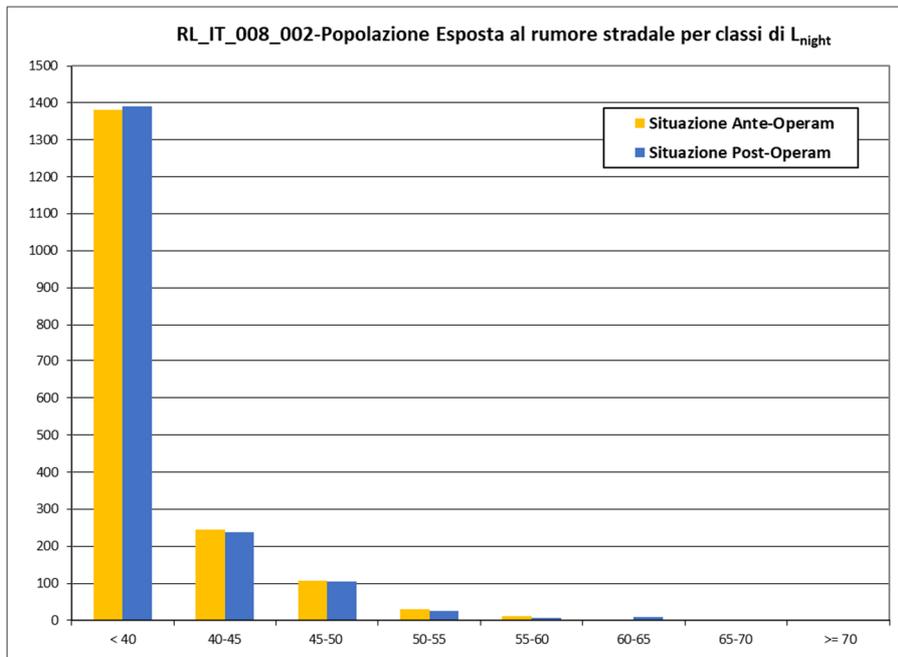


Tabella 19 – Intervalli di esposizione (L_{night})

Configurazione Ante-Operam								
ID	$L_{night}<40$	$L_{night}4044$	$L_{night}4549$	$L_{night}5054$	$L_{night}5559$	$L_{night}6064$	$L_{night}6569$	$L_{night}>=70$
RL_IT_008_0001	16.312	791	570	29	1	1	0	0
RL_IT_008_0002	1.381	245	107	30	12	0	0	0
RL_IT_008_0003	10.830	809	412	329	294	23	0	0
Configurazione Post-Operam								
ID	$L_{night}<40$	$L_{night}4044$	$L_{night}4549$	$L_{night}5054$	$L_{night}5559$	$L_{night}6064$	$L_{night}6569$	$L_{night}>=70$
RL_IT_008_0001	16.413	764	496	29	0	1	1	0
RL_IT_008_0002	1.390	237	105	25	8	10	0	0
RL_IT_008_0003	10.875	821	403	298	250	51	0	0





13.4 CONCLUSIONI E COMMENTO DEI RISULTATI

L'indicatore L_{den} rappresenta il livello sonoro medio presente nell'intero periodo della giornata ed è il parametro che consente di valutare gli effetti complessivi di disturbo indotto dal rumore.

L'indicatore L_{night} è il livello sonoro medio nel periodo notturno (compreso tra le ore 22 e le ore 6) e viene utilizzato per valutare gli effetti del rumore sul sonno.

Dall'analisi dei risultati riportati nei precedenti paragrafi, si può notare come gli interventi di mitigazione previsti dal presente Piano d'Azione garantiscano una riduzione dell'esposizione al rumore sia della popolazione complessiva presente in prossimità delle infrastrutture ferroviarie principali gestite dalla Ferrotramviaria S.p.A., che limitatamente all'analisi delle sole aree critiche.

AREE CRITICHE (Paragrafi 13.1, 13.2, 13.3)

Per quanto riguarda i parametri statistici analizzati (Indice di priorità IP, popolazione esposta a valori acustici superiori al limite di riferimento), si nota un miglioramento della situazione acustica in tutte le aree critiche considerate, dal momento che i livelli dei parametri decrescono tra la situazione ante-operam e la situazione post-operam.

INTERVALLI DI ESPOSIZIONE (Paragrafo 13.4)

Per quanto riguarda la popolazione complessiva presente in prossimità delle infrastrutture, gli interventi di mitigazione acustica garantiscono un generale aumento del numero di persone presenti nelle fasce di esposizione inferiori (L_{den} / L_{night} inferiore a 40/45 dBA) ed una corrispondente diminuzione del numero di persone esposte alle fasce di esposizione superiori (L_{den} / L_{night} superiore a 55 / 60 dBA).

14. BIBLIOGRAFIA

- 1) Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- 2) Direttiva 2015/996/UE della commissione del 19 maggio 2015 che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.
- 3) Direttiva UE 2020/367 della Commissione del 4 marzo 2020 che modifica l'allegato III della Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda la definizione dei metodi di determinazione degli effetti nocivi del rumore ambientale.
- 4) Direttiva delegata 2021/1226/UE della Commissione del 21 dicembre 2020 che modifica, adeguandolo al progresso scientifico e tecnico, l'allegato II della Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio (EN Official Journal of the European Union L. 269/65 del 28/07/2021, entrata in vigore il 29/07/2021).
- 5) European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise - (WG - AEN), Position Paper Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, Versione 2 13/08/2007.
- 6) Linee Guida per la predisposizione delle Mappe Acustiche e delle Mappe Acustiche Strategiche (Registro Ufficiale del Ministero della Transizione Ecologica – MiTE numero 0029946 del 09/03/2022).
- 7) Linee Guida per la predisposizione Piani d'Azione e le zone silenziose in agglomerato e in aperta campagna emesse a dicembre 2023 (Registro Ufficiale del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica – MASE numero 0000664 del 13/12/2023).
- 8) D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 194, "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (G.U. n. 222 del 23 settembre 2005)".
- 9) D.Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42 "Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della Legge 30 ottobre 2014, n. 161".
- 10) D.M. 14/01/2022 "Attuazione della direttiva (UE) 2020/367 della Commissione del 4 marzo 2020, riguardante la definizione di metodi di determinazione degli effetti nocivi del rumore ambientale, e della direttiva delegata (UE) 2021/1226 della Commissione del 21 dicembre 2020, riguardante i metodi comuni di determinazione del rumore.
- 11) MAPPATURA ACUSTICA IV CICLO DI AGGIORNAMENTO (2022) FERROTRAMVIARIA S.P.A. (CA_IT_RL_008) (Assi Ferroviari Principali con flusso di convogli superiore ai 30.000 passaggi/anno), 13/01/2024.

IL PRESENTE ELABORATO SI COMPONE DI 42 PAGINE E 1 ALLEGATO

QUESTO DOCUMENTO È STATO REDATTO PER VIE EN.RO.SE. INGEGNERIA S.R.L.

DAL DOTT. ING. FRANCESCO BORCHI

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA N. 7919 ELENCO ENTECA

CON LA COLLABORAZIONE

DEL DOTT. ING. ANDREA GUIDO FALCHI

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA N. 8084 ELENCO ENTECA

IL PRESENTE RAPPORTO È STATO CONSEGNATO

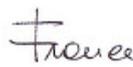
IN DATA 22/02/2024

PER VIE EN.RO.SE. INGEGNERIA S.R.L.

DOTT.SSA. RAFFAELLA BELLOMINI (LEGALE RAPPRESENTANTE)



DOTT. ING. FRANCESCO BORCHI (DIRETTORE TECNICO)



DOTT. ING. ANDREA GUIDO FALCHI (RESPONSABILE DELLA MODELLISTICA)

