



CITTÀ METROPOLITANA  
DI FIRENZE



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)

**CITTÀ METROPOLITANA DI FIRENZE (CA\_IT\_RD\_0036)**

Rete Stradale Provinciale

(assi stradali principali con flusso veicolare superiore ai 3 milioni di veicoli/anno)

approvato con Delibera n. \_\_\_\_ del \_\_/\_\_/\_\_

REPORT DI SINTESI DEL PIANO D'AZIONE

AP\_2023\_RD\_IT\_00\_0036

Data di consegna: -  
Revisione: 31/01/2024

## SOMMARIO

<b>1. INTRODUZIONE GENERALE</b>	<b>4</b>
1.1. PREMESSA	4
1.2. ADEMPIMENTI PER LA QUARTA FASE DI MAPPATURA	4
1.3. PROBLEMATICHE CONCERNENTI LA PANDEMIA COVID-19	6
1.4. METODI DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI	6
1.5. BASE DATI PER LA MODELLAZIONE	8
<b>2. GENERALITÀ E SORGENTI CONSIDERATE</b>	<b>9</b>
<b>3. AUTORITÀ COMPETENTE</b>	<b>11</b>
<b>4. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO</b>	<b>12</b>
<b>5. VALORI LIMITE</b>	<b>13</b>
5.1 INDICATORI ACUSTICI UTILIZZATI	13
5.2 DEFINIZIONE DEI VALORI LIMITE	13
5.3 DEFINIZIONE DELLE AREE DI CALCOLO	14
<b>6. SINTESI DEI RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA</b>	<b>15</b>
<b>7. STIMA DEL NUMERO DI PERSONE ESPOSTE AL RUMORE</b>	<b>16</b>
7.1 AREE CRITICHE	16
7.2 INDICATORE DI CRITICITÀ ACUSTICA	17
<b>8. EFFETTI NOCIVI DEL RUMORE AMBIENTALE SULLA SALUTE</b>	<b>18</b>
8.1 CARDIOPATIA ISCHEMICA	18
8.2 FASTIDIO FORTE E GRAVI DISTURBI DEL SONNO	19
8.3 RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI NOCIVI	19
<b>9. RESOCONTO DELLE CONSULTAZIONI PUBBLICHE</b>	<b>20</b>
<b>10. MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUMORE</b>	<b>21</b>
10.1 MISURE DI RUMORE IN ATTO	21
10.2 MISURE DI RUMORE IN FASE DI PREDISPOSIZIONE	22
10.3 TEMPISTICA DI REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI	23
<b>11. INFORMAZIONI DI CARATTERE FINANZIARIO</b>	<b>25</b>
<b>12. VALUTAZIONE DEI RISULTATI DEL PIANO D'AZIONE</b>	<b>28</b>
<b>13. VALUTAZIONE DELLA RIDUZIONE DEL NUMERO DELLE PERSONE ESPOSTE</b>	<b>29</b>
13.1 CALCOLO DELL'INDICE DI PRIORITÀ	30
13.2 POPOLAZIONE ESPOSTA A VALORI SUPERIORI AL LIMITE DI RIFERIMENTO	31
13.3 MASSIMO SUPERAMENTO RISPETTO AI VALORI LIMITE	32
13.4 INTERVALLI DI ESPOSIZIONE	33
13.5 CONCLUSIONI E COMMENTO DEI RISULTATI	34



Vie en.ro.se.  
Ingegneria

## 14. BIBLIOGRAFIA

36

## 1. INTRODUZIONE GENERALE

### 1.1. PREMessa

Con Determina n. 2213 del 22/10/2021, la Città Metropolitana di Firenze ha affidato a Vie en.ro.se. Ingegneria S.r.l. l'incarico relativo alla stesura del IV ciclo di aggiornamento del Piano d'Azione delle infrastrutture stradali di propria gestione e pertinenza.

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

Tabella 1 – Gruppo di lavoro

<b>Ing. Francesco Borchi</b>	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.
<b>Dott.ssa Raffaella Bellomini</b>	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.
<b>Ing. Andrea Falchi</b>	Tecnico Competente in Acustica n. 8048 dell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica (E.N.T.E.C.A.)	Responsabile della modellistica
<b>Ing. Ivan Iannuzzi</b>	-	Collaboratore

Secondo quanto riportato dall'art. 3, comma 3 lettera b del Decreto Legislativo 194 del 19 agosto 2005 <sup>(8)</sup>, la Città Metropolitana di Firenze (con l'identificativo gestore CA\_IT\_RD\_0036, assegnato dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica – MASE (ex Ministero della Transizione Ecologica), in qualità di gestore di infrastrutture stradali sulle quali transitano oltre 3 milioni di veicoli all'anno è tenuta a trasmettere agli Enti competenti i seguenti dati, relativi al IV° ciclo di aggiornamento:

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

Il presente report si riferisce alla trasmissione dei Piani di Azione, tenendo conto dei risultati della Mappatura Acustica 2022 <sup>(11)</sup>, relativamente all'intera rete di strade principali gestite dalla Città Metropolitana di Firenze.

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 <sup>(2)</sup>, che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della Direttiva 2002/49/CE <sup>(1)</sup> 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 stradale è stato utilizzato lo standard di calcolo denominato "CNOSSOS-EU Road 2021/2015", che recepisce le più recenti modifiche al database delle emissioni introdotto dalla Direttiva Delegata 2021/1226/UE <sup>(4)</sup> (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 <sup>(9)</sup>) che recepisce la direttiva comunitaria 2000/49/CE, per quanto riguarda i gestori/possessori di "assi stradali 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 stradali 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 <sup>(6)</sup> (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" <sup>(7)</sup> (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. PROBLEMATICHE CONCERNENTI LA PANDEMIA COVID-19

Ai sensi dell’articolo 7, comma 2 della Direttiva 2002/49/CE, le mappature acustiche devono essere elaborate con riferimento al precedente anno solare per ciascun ciclo di aggiornamento. Conseguentemente, la Mappatura del IV ciclo di aggiornamento (avente come data di trasmissione il 31/01/2022 per i tratti interni agli agglomerati e 31/03/2022 per i tratti esterni agli agglomerati) e propedeutica al presente Piano d’Azione, è stata elaborata utilizzando come dati di input i flussi stradali veicolari medi relativi all’anno solare 2021.

Deve quindi essere specificato che i dati di traffico utilizzati, a causa delle restrizioni alla circolazione delle persone che sono state imposte a più riprese a causa dell’emergenza sanitaria Covid-19, sono risultati potenzialmente anomali rispetto a quelli di un anno tipo. Questo ha comportato, mediamente e su buona parte delle infrastrutture oggetto di mappatura, una diminuzione del traffico di mezzi medio-leggeri e dei mezzi pesanti.

Tuttavia, è stato valutato che i dati di traffico utilizzati per la mappatura 2022 fossero ancora rappresentativi della condizione post-pandemia: pertanto, così come richiesto dalla Direttiva 2002/49/CE e peraltro effettuato in tutti gli altri cicli di aggiornamento, la base delle simulazioni della condizione ante-operam (Mappatura 2022) è stata ritenuta valida per la simulazione acustica della configurazione post-operam (Piano d’Azione 2023-2024).

### 1.4. METODI DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI

La valutazione dei livelli sonori è stata condotta mediante la simulazione del rumore generato dalle sorgenti acustiche considerate nella 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 (“CNOSSO-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 stradale;
- ✓ 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 Road 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 eseguiti 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.

Di seguito vengono riportati i dati di input necessari per l'implementazione del nuovo modello di calcolo CNOSSOS per quanto riguarda il rumore stradale, ovvero i flussi veicolari di mezzi suddivisi nelle seguenti categorie:

- ✓ Categoria 1: veicoli a motore leggeri (autovetture, furgoni < 3,5 tonnellate, SUV, MPV, inclusi rimorchi e roulotte);
- ✓ Categoria 2: veicoli medio-pesanti (veicoli medio-pesanti, furgoni > 3,5 tonnellate, autobus, camper, ecc. a due assi e con pneumatici accoppiati sull'asse posteriore);
- ✓ Categoria 3: veicoli pesanti (veicoli commerciali pesanti, vetture da turismo, autobus con tre o più assi).
- ✓ Categoria 4: veicoli a motore a due ruote (4a ciclomotori a due, tre e quattro ruote; 4b motocicli con e senza sidecar, tricicli e quadricicli).
- ✓ Categoria 5: veicoli leggeri ibridi e/o elettrici.

### 1.5. 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 <sup>(11)</sup>:

- ✓ 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 stradali.

Come pavimentazione stradale sono state considerate le seguenti tipologie indicate dal modello di calcolo CNOSSOS:

- ✓ Per i tratti con asfalto tradizionale: "0 – reference road surface" (superficie di riferimento CNOSSOS, priva di particolari caratteristiche acustiche).
- ✓ Per i tratti con asfalto a bassa rumorosità è stata scelta una tipologia di pavimentazione che garantisca un'attenuazione di 3-4 dB(A), in linea con la pavimentazione proposta nel presente Piano d'Azione.

## 2. GENERALITÀ E SORGENTI CONSIDERATE

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

- ✓ colorazione viola: territorio della Città Metropolitana di Firenze;
- ✓ colorazione grigia: territorio dell'agglomerato di Firenze;
- ✓ colorazione verde: infrastrutture stradali esterne all'agglomerato di Firenze, oggetto del Piano d'Azione.

*Figura 1 – Localizzazione delle sorgenti di rumore su base cartografica*

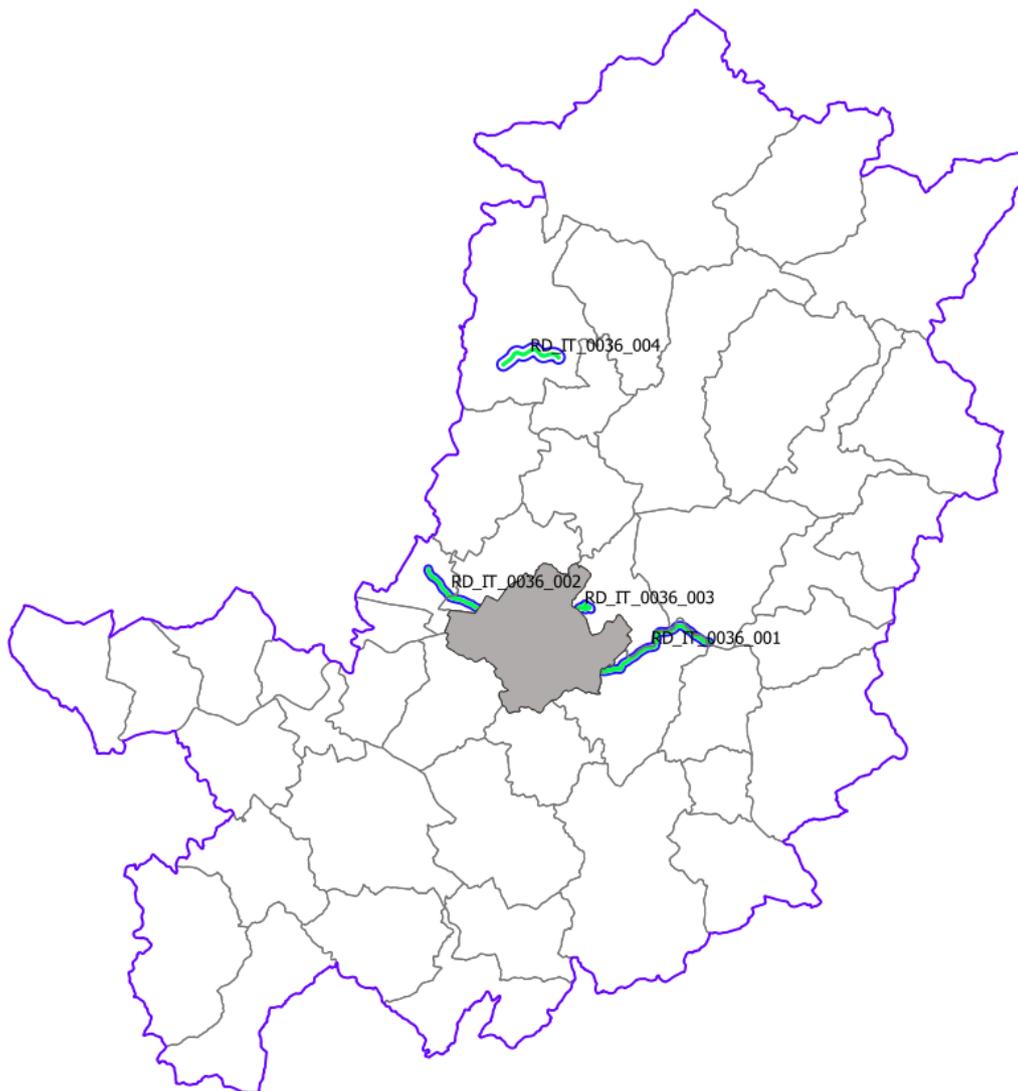


Tabella 2 – Tratti stradali oggetto di Piano d'Azione

ID	Flusso di traffico annuale [veic/anno]	Lunghezza [km]	Nome strada	Descrizione del tratto	Tipologia di strada (definita secondo Codice della Strada, D.L. n. 285 del 1992)
RD_IT_0036_001	7.300.000	12.5	S.P. 034 di Rosano	Tratto compreso tra il confine tra i comuni di Firenze e Bagno a Ripoli e l'innesto con la SS 67 "Toscromagnola", nel comune di Pontassieve	Cb
RD_IT_0036_002	11.100.000	5.9	S.P. 005 Lucchese	Tratto compreso tra il confine tra i comuni di Firenze e Sesto Fiorentino e l'innesto con la SP 8 "per Barberino", nel comune di Campi Bisenzio *	Cb
RD_IT_0036_003	3.700.000	2.1	S.P. 053 S. Domenico-Fiesole	Tratto compreso tra il confine tra i comuni di Firenze e Fiesole e l'ingresso nel centro urbano di Fiesole, nel Comune di Fiesole	Cb
RD_IT_0036_004	5.700.000	5.4	S.P. 131 di Bilancino	Tratto compreso tra la rotonda antistante il casello autostradale e l'intersezione con la SR 65 "della Futa", nel comune di Barberino di Mugello.	Ca
<p>*: attualmente il tratto compreso tra la rotonda "Maccione" (pk 3+100) e l'innesto con la SP 8 "per Barberino" (pk 5+900) è di competenza del Comune di Campi Bisenzio. Tuttavia, dal momento che è prevista la futura cessione della gestione alla Città Metropolitana di Firenze, il tratto in questione viene considerato nel presente ciclo di aggiornamento della Mappatura Acustica e del Piano d'azione, anche se non vengono definiti interventi di riduzione del rumore. Questi dovranno eventualmente essere valutati nel prossimo ciclo di aggiornamento del Piano, nel caso in cui il passaggio di gestione dal Comune di Campi Bisenzio alla Città Metropolitana di Firenze sia effettivamente avvenuto.</p>					

Le simulazioni di rumore per la definizione del rumore prodotto dagli assi stradali considerati sono state effettuate all'interno di un'area di calcolo di ampiezza doppia rispetto alle fasce di pertinenza definite dal D.P.R. 142/2004 (cfr. tabella 3), ovvero pari a 300 m per ciascun lato per le strade RD\_IT\_0036\_001, RD\_IT\_0036\_002, RD\_IT\_0036\_003 (di tipologia Cb) e pari a 500 per ciascun lato per le strade RD\_IT\_0036\_004 (di tipologia Ca).

### 3. AUTORITÀ COMPETENTE

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

- ✓ autorità: Città Metropolitana di Firenze (in qualità di gestore di infrastrutture stradali identificato dal codice gestore CA\_IT\_RD\_0036);
- ✓ responsabile del procedimento: Ing. Maria Teresa Carosella
- ✓ indirizzo: Via Mercadante n. 42 50144 Firenze
- ✓ numero di telefono: +390552760809
- ✓ e-mail [mariateresa.carosella@cittametropolitana.fi.it](mailto:mariateresa.carosella@cittametropolitana.fi.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. 30 marzo 2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare".
- ✓ 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

Il D.P.R. 142/2004 definisce l'estensione di una particolare area limitrofa all'infrastruttura stradale, denominata fascia di pertinenza, all'interno della quale i limiti di riferimento vengono stabiliti dallo stesso decreto. Visto che tutte le strade oggetto di mappatura sono già entrate in esercizio alla data di emanazione del D.P.R. 142/2004, sono classificabili come "strade esistenti e assimilabili".

Di seguito viene riportata la tabella dei limiti allegata al D.P.R. 142/2004 relativa alle strade esistenti.

Tabella 3 – Ampiezza delle fasce di pertinenza e limiti di immissione relativi ad infrastrutture stradali esistenti e assimilabili (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti).

TIPO DI STRADA (secondo Codice della Strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo Norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			diurno dB(A)	notturno dB(A)	diurno dB(A)	notturno dB(A)
A – autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995.			
F - locale		30				
* per le scuole vale solo il limite diurno						

L'estensione della fascia di pertinenza dell'infrastruttura ed i limiti ad essa relativi sono definiti in base alla tipologia di strada, descritta nel capitolo 2: per quanto dichiarato dall'Amministrazione Provinciale è la Cb per le infrastrutture RD\_IT\_0036\_001, RD\_IT\_0036\_002, RD\_IT\_0036\_003 mentre RD\_IT\_0036\_004 è classificato come Ca.

È stata pertanto seguita una procedura finalizzata all'attribuzione ai limiti acustici sopra riportati.

Per la valutazione dei superamenti e della quantificazione degli esposti, pertanto, si è proceduto con l'assegnazione dei limiti a tutti gli edifici presenti all'interno delle aree di calcolo di ciascuna infrastruttura oggetto di Piano d'Azione.

### 5.3 DEFINIZIONE DELLE AREE DI CALCOLO

L'estensione della fascia di pertinenza dell'infrastruttura ed i limiti ad essa relativi sono definiti in base alla tipologia di strada, descritta in tabella 4.

Le simulazioni di rumore per la definizione della mappatura acustiche delle strade provinciali considerate, sono state effettuate all'interno di un'area di calcolo corrispondente ad una fascia territoriale di ampiezza raddoppiata rispetto a quella definita come "di pertinenza".

Questa scelta è stata fatta al fine di considerare gli edifici corrispondenti ai ricettori sensibili, che ricadono in una area potenzialmente impattata dalla rumorosità prodotta dall'esercizio delle infrastrutture in questione (tale scelta è in linea con quanto richiesto dal D.P.R. 142/2004).

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

Tabella 4 – Definizione delle aree di calcolo

<b>Codice</b>	<b>Sigla-Nome strada</b>	<b>Comuni</b>	<b>Ampiezza area di calcolo</b>
RD_IT_0036_001	S.P. 034 "di Rosano"	Bagno a Ripoli, Pontassieve	Tipologia Cb: 300 m per ciascun lato di infrastruttura
RD_IT_0036_002	S.P. 005 "Lucchese"	Sesto Fiorentino, Campi Bisenzio	Tipologia Cb: 300 m per ciascun lato di infrastruttura
RD_IT_0036_003	S.P. 053 "S. Domenico-Fiesole"	Fiesole	Tipologia Cb: 300 m per ciascun lato di infrastruttura
RD_IT_0036_004	S.P. 131 "di Bilancino"	Barberino di Mugello	Tipologia Ca: 500 m per ciascun lato di infrastruttura

## 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 stradale 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 5 – Intervalli di esposizione ( $L_{den}$ )

ID	$L_{den}<40$	$L_{den}40\text{44}$	$L_{den}45\text{49}$	$L_{den}50\text{54}$	$L_{den}55\text{59}$	$L_{den}60\text{64}$	$L_{den}65\text{69}$	$L_{den}70\text{74}$	$L_{den}\geq 75$
RD_IT_0036_001	2.136	1.965	1.994	1.605	704	271	212	89	26
RD_IT_0036_002	225	667	1.152	1.039	667	415	278	164	2
RD_IT_0036_003	621	93	96	39	22	13	13	0	0
RD_IT_0036_004	240	267	485	368	136	72	10	1	0

Tabella 6 – Intervalli di esposizione ( $L_{night}$ )

ID	$L_{night}<40$	$L_{night}40\text{44}$	$L_{night}45\text{49}$	$L_{night}50\text{54}$	$L_{night}55\text{59}$	$L_{night}60\text{64}$	$L_{night}65\text{69}$	$L_{night}\geq 70$
RD_IT_0036_001	5.171	1.874	1.219	322	232	130	54	0
RD_IT_0036_002	1.346	1.094	933	586	342	252	56	0
RD_IT_0036_003	780	58	26	14	16	2	0	0
RD_IT_0036_004	711	491	227	127	19	2	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 stradali. 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 5 aree critiche individuate mediante la procedura descritta sono riepilogate nella seguente tabella.

Tabella 7 – Numero di esposti nelle aree critiche

ID STRADA	ID AREA CRITICA	Abitanti in edifici residenziali	Posti letto in edifici sanitari	Alunni in edifici scolastici
RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_001	827	0	0
RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_002	560	154	0
RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_003	1.766	0	2.160
RD_IT_0036_002	RD_IT_0036_002_001 *	4.446	0	0
RD_IT_0036_003	RD_IT_0036_003_001	844	0	0

\*: area critica per la quale non vengono proposti interventi di mitigazione acustica, in quanto il tratto di interesse è attualmente gestito dal Comune di Campi Bisenzio. Eventuali interventi dovranno essere valutati nel prossimo ciclo di aggiornamento del Piano.

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 stradali 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 5 aree critiche definite è presente un totale di circa 11.000 persone. Nello specifico sono presenti:

- ✓ 8.442 persone residenti in edifici di tipologia residenziale;
- ✓ 154 posti letto relativi agli edifici sensibili di tipologia sanitaria;
- ✓ 2.160 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 8 – Indicatore di criticità per area critica

Posizione	Codice univoco identificativo	ID Area Critica	IP AREA CRITICA
4	RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_1	403,4
2	RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_2	7.283,1
1	RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_3	38.410,6
3	RD_IT_0036_002	RD_IT_0036_002_1	5.653,4
5	RD_IT_0036_003	RD_IT_0036_003_1	36,7

## 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<sup>(3)</sup>. 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.
- ✓ 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):

$$AR_{HA,road} = \frac{(78.9270 - 3.1162 * L_{den} + 0.0342 * L_{den}^2)}{100}$$

(formula 4 Allegato alla Direttiva 2020/367 per l'effetto nocivo di fastidio forte)

$$AR_{HSD,road} = \frac{(19.4312 - 0.9336 * L_{night} + 0.0126 * L_{night}^2)}{100}$$

(formula 7 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 stradale 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, la Città Metropolitana di Firenze 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.cittametropolitana.fi.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 RUMORE IN ATTO

Secondo quanto dichiarato dall'ente gestore, allo stato attuale risultano installati i seguenti interventi antirumore sulle strade oggetto di mappatura acustica, rappresentati principalmente da barriere antirumore. Secondo quanto dichiarato dall'ente gestore, non sono presenti tratti di asfalto fonoassorbente.

In particolare, le barriere antirumore sono presenti in corrispondenza di alcuni tratti delle infrastrutture RD\_IT\_0036\_002 e RD\_IT\_0036\_004.

Tabella 9 – Individuazione delle barriere antirumore

Tratto	Individuazione planimetrica	Foto
RD_IT_0036_004		
<p><b>DIREZIONE:</b> Colle Barucci (SR65) (barriera riportata in bianco)  <b>COORDINATE INIZIO:</b> Lat. 43.591356 Long. 11.161990  <b>COORDINATE FINE:</b> Lat. 43.591240 Long. 11.162056  <b>LUNGHEZZA:</b> 45 m <b>ALTEZZA:</b> 2 m  <b>TIPOLOGIA:</b> mista CLS + legno, fonoassorbente lato sorgente  <b>STATO DI CONSERVAZIONE:</b> buono</p> <p><b>DIREZIONE:</b> A1 Barberino casello (barriera riportata in giallo)  <b>COORDINATE INIZIO:</b> Lat. 43.590870 Long. 11.162181  <b>COORDINATE FINE:</b> Lat. 43.591217 Long. 11.162048  <b>LUNGHEZZA:</b> 100 m <b>ALTEZZA:</b> 2 m  <b>TIPOLOGIA:</b> mista CLS + legno  <b>STATO DI CONSERVAZIONE:</b> buono</p>		

Tratto	Individuazione planimetrica	Foto
RD_IT_0036_002	 <p><b>DIREZIONE:</b> Firenze  <b>COORDINATE INIZIO:</b> Lat. 43° 49' 31.74" N Long. 11° 08' 36.44 E  <b>COORDINATE FINE:</b> Lat. 43° 49' 36.99" N Long. 11° 08' 27.63 E  <b>ALTEZZA:</b> 3 m <b>LUNGHEZZA:</b> 300 m  <b>TIPOLOGIA:</b> metallica/PMMA  <b>STATO DI CONSERVAZIONE:</b> buono</p>	
RD_IT_0036_002	 <p><b>DIREZIONE:</b> Campi Bisenzio  <b>COORDINATE INIZIO:</b> Lat. 43° 49' 45.33" N Long. 11° 08' 16.59" E  <b>COORDINATE FINE:</b> Lat. 43° 49' 43.02" N Long. 11° 08' 18.68" E  <b>ALTEZZA:</b> 3 m <b>LUNGHEZZA:</b> 150 m  <b>TIPOLOGIA:</b> metallica/PMMA  <b>STATO DI CONSERVAZIONE:</b> buono</p>	

## 10.2 MISURE DI 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.

La scelta seguita è stata quella di predisporre interventi di mitigazione acustica delle seguenti tipologie:

- ✓ Interventi diretti alla sorgente (stesa di asfalti a bassa rumorosità).
- ✓ Interventi lungo la congiungente sorgente-ricettore (installazione di barriere acustiche), in corrispondenza esclusivamente di ricettori sensibili (scolastici e sanitari). Sono stati inseriti schermi antirumore secondo il dimensionamento proposto nella seguente tabella.

- ✓ In riferimento alle aree critiche accorpate vengono invece esclusi interventi diretti al ricettore (sostituzione degli infissi) perché ritenuti non economicamente sostenibili in ragione dell'elevato numero di edifici presenti.

Nella seguente tabella vengono riepilogati gli interventi di mitigazione acustica, con un dimensionamento degli stessi.

Tabella 10 – Interventi

Codice univoco identificativo	ID Area Critica	ID intervento	Lunghezza (m)
RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_1	asf_01	670,0
RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_2	asf_02	400,0
RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_2	asf_03	920,0
RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_2	asf_05	380,0
RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_3	asf_04	530,0
RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_3	asf_06	1.000,0
RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_3	bar_01	300,0
RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_3	bar_02	135,0
RD_IT_0036_002	Intervento al di fuori dell'area critica	asf_07	260,0
RD_IT_0036_002	Intervento al di fuori dell'area critica	asf_08	530,0
RD_IT_0036_003	RD_IT_0036_003_1	asf_09	2.300,0

Localizzazione delle barriere antirumore:

- ✓ bar\_01: I.S.I.S. Gobetti-Volta (Bagno a Ripoli).
- ✓ bar\_02: l'Istituto Comprensivo Teresa Mattei Scuola primaria infanzia Padule (Bagno a Ripoli). L'intervento è previsto nel progetto di ampliamento e riqualificazione del plesso scolastico. Alla data di redazione del presente Piano d'Azione, i lavori sono terminati e collaudati ma la barriera non è stato ancora realizzato. La barriera antirumore in questione viene pertanto inserita nel Piano in quanto risulta efficace nei confronti del ricettore scolastico citato, ma i costi non vengono computati dal momento che risultano a carico del Comune di Bagno a Ripoli

inoltre, è prevista una importante modifica al tracciato dell'infrastruttura RD\_IT\_0036\_001S.P. 034 "di Rosano" che consiste nella realizzazione di un nuovo ponte sul Fiume Arno in località Vallina, che metterà in comunicazione diretta la S.P. 034 con la S.S. 67 presente in riva destra. La progettazione di tale opera, che sarà a carico di ANAS S.p.A., comporterà anche un parziale cambio di competenza delle strade in questione tra la Città Metropolitana di Firenze e ANAS. Dal momento che i tempi di realizzazione del nuovo Ponte non sono ancora esattamente definiti, questo intervento verrà valutato nel prossimo aggiornamento del Piano d'Azione previsto nell'anno 2028-2029.

### 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 11 – Scansione temporale di realizzazione degli interventi

ID intervento	Codice univoco identificativo	ID Area Critica	Tempistica
asf_01	RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_1	2024 – Tour de France
asf_02	RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_2	2024 – Tour de France
asf_03	RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_2	2024 – Tour de France
asf_04	RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_3	2024 – Tour de France
asf_05	RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_2	Intervento realizzato nel 2022 Oggetto di ripavimentazione 2024 – Tour de France
asf_06	RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_3	Intervento realizzato nel 2022 Oggetto di ripavimentazione 2024 – Tour de France
asf_07	RD_IT_0036_002	Intervento al di fuori dell'area critica	Intervento programmato nel 2024
asf_08	RD_IT_0036_002	Intervento al di fuori dell'area critica	Intervento programmato nel 2024
asf_09	RD_IT_0036_003	RD_IT_0036_003_1	Intervento realizzato nel 2022
bar_01	RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_3	Intervento che sarà rivalutato nel prossimo ciclo di aggiornamento del Piano d'Azione
bar_02	RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_3	Intervento a carico del comune di Bagno a Ripoli

Nota: gli interventi asf\_05, asf\_06, asf\_09 sono stati realizzati nell'anno 2022 come interventi di riasfaltatura mediante risanamenti profondi e stesa di tappeto d'usura di tipologia standard (ovvero, privi di caratteristiche di fonoassorbimento e di bassa rumorosità).

## 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. In questa fase si procede a stimare i costi degli interventi valutando esclusivamente il costo di fornitura e posa in opera del materiale richiesto (IVA esclusa). In particolare, viene effettuata una stima prettamente indicativa dei costi di realizzazione, attualizzati rispetto all'anno in corso, degli interventi proposti nel presente piano.

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 descritti.

### **BARRIERE ANTIRUMORE**

Nel presente Piano d'Azione viene proposta la soluzione tipologica descritta nella seguente tabella.

Tabella 12 – Prezzi unitari per barriere fonoassorbenti

Riferimento prezziario ANAS S.p.A.	Descrizione	Prezzo unitario [€/mq]
G.05.017.a	Barriera antirumore composta da pannelli trasparenti in vetro incolore (PRESTAZIONI ACUSTICHE: categoria isolamento Acustico B3 con marcatura CE ai sensi delle UNI EN 14388 e UNI TR 11338, costituita da lastra in vetro stratificato temperato e indurito dello spessore minimo di 14 mm, racchiusa in una cornice metallica di bloccaggio zincata e verniciata). Fornitura e posa in opera di barriera completa.	361,67 *
*: per considerare il costo della realizzazione della struttura di fondazione, nella presente stima il prezzo indicato (comprendente la fornitura e posa in opera della sola barriera antirumore) viene cautelativamente raddoppiato.		

### **STESA DI ASFALTO A BASSA RUMOROSITÀ**

La stima dei costi relativi alla stesa della pavimentazione a bassa rumorosità viene effettuata considerando una soluzione che prevede il rifacimento degli strati superficiali di usura del manto stradale, ovvero:

- ✓ fresatura della pavimentazione stradale esistente, per uno spessore complessivo stimato di 10 cm;
- ✓ fornitura e posa in opera di un nuovo strato di collegamento, di spessore pari a 6 cm;
- ✓ fornitura e posa in opera di un nuovo strato di usura, di spessore pari a 4 cm;
- ✓ trasporto e conferimento in discarica;
- ✓ costi della sicurezza.

La descrizione delle opere sopra riportata deve essere intesa come una stima indicativa finalizzata alla definizione dei costi attualizzati: nelle successive fasi di progettazione degli interventi, le opere dovranno essere quantificate sulla base delle indicazioni dell'Amministrazione e delle reali condizioni manutentive degli asfalti esistenti.

Per quanto riguarda lo strato di usura, sono state valutate prioritariamente le soluzioni proposte dal "Progetto Leopoldo", i cui risultati sono stati recepiti dalla Regione Toscana con la Delibera della Giunta Regionale n.157-2013 del 11/03/2013. Viene fatto riferimento alla tipologia "DENSE GRADED A TESSITURA OTTIMIZZATA", che garantisce risultati di 3-4 dB(A) in termini di abbattimento acustico ed una efficacia nel tempo di circa 5 anni dalla stesa.

I prezzi sono stati desunti dal prezziario della Regione Toscana, redatto nel suo ultimo aggiornamento all'anno 2024.

Nelle seguenti tabelle sono riportati i prezzi utilizzati per la stima dei costi attualizzati la soluzione individuate.

Tabella 13 – Prezzi unitari per asfalti fonoassorbenti

Riferimento prezziario Regione Toscana	Descrizione	Prezzo unitario	
TOS24_05.A03.002.001	FRESATURA DI PAVIMENTAZIONE bitumosa eseguita con macchina fresatrice a freddo, compresa segnaletica, pilotaggio del traffico, trasporto e scarico a deposito per reimpiego del materiale di risulta, per profondità tra 0 e 5 cm.	0,70 x 5 = 3,5	€/mq
TOS24_05.A03.002.002	FRESATURA DI PAVIMENTAZIONE bitumosa eseguita con macchina fresatrice a freddo, compresa segnaletica, pilotaggio del traffico, trasporto e scarico a deposito per reimpiego del materiale di risulta, oltre i 5 cm a cm.	0,60 x 5 = 3,00	€/mq
TOS24_04.E02.002.001	STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) in conglomerato bitumoso, steso con vibrofinitrice, previa mano d'attacco con 0.8 kg/mq di emulsione bitumosa al 55%, compresa rullatura con rullo vibrante. Con aggregato pezzatura 0/20, spessore compresso 6 cm.	22,36	€/mq
TOS24_PR.P36.017.003	TAPPETO DI USURA tipo DENSE GRADED a tessitura ottimizzata, di spessore 30 mm. Gli inerti costituenti la frazione di aggregati grossi, di natura basaltica, devono essere costituiti da aggregati lapidei di primo impiego costituiti da elementi totalmente frantumati e devono possedere un valore di levigabilità (PSV) ≥ 50%. Il rapporto filler – bitume dovrà mantenersi tra 1.1 e 1.7 e la percentuale di bitume tra 5.5-6.5%.	270,60	€/tonn
275.4.3.2	Per ogni cm in più o in meno alla voce precedente	4,63	€/mq
-	TAPPETO DI USURA: posa in opera e nolo attrezzature incluso spese generali e utili di impresa	0,98	€/mq
TOS24_PPREC.P17.003.002	COSTO PER IL CONFERIMENTO DEI RIFIUTI A IMPIANTO AUTORIZZATO AI FINI DEL LORO RECUPERO. Codici attribuiti secondo l'elenco europeo dei rifiuti (CEER/EER). Escluso il costo del trasporto. Miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce codice CEER/EER 17 03 01 (riferimento cod. CEER/EER 17 03 02)	36,40	€/t
TOS24_04.A07.002.002	Carico movimentazione e scarico di materiali terrosi, sciolti o simili di qualsiasi natura e provenienza giacenti in cantiere, eseguito con mezzi meccanici per il trasporto ad impianti autorizzati	17,89	€/m3
	Oneri della sicurezza. Costo forfettario sul valore dell'opera	5%	

Di seguito è riportata la quantificazione dei costi degli interventi descritti.

Tabella 14 – Costo degli interventi di breve periodo del Piano d’Azione

Codice univoco identificativo	ID Area Critica	ID intervento	Costo TOTALE [€]
RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_1	asf_01	415.688
RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_2	asf_02	248.172
RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_2	asf_03	570.795
RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_2	asf_05	235.763
RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_3	asf_04	621.119
RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_3	asf_06	1.171.923
RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_3	bar_01	911.408
RD_IT_0036_001	RD_IT_0036_001_3	bar_02	Intervento a carico del Comune di Bagno a Ripoli
RD_IT_0036_002	Intervento al di fuori dell’area critica	asf_07	161.311
RD_IT_0036_002	Intervento al di fuori dell’area critica	asf_08	328.828
RD_IT_0036_003	RD_IT_0036_003_1	asf_09	Intervento realizzato
<b>COSTO TOTALE DEL PIANO</b>			<b>4.665.011 €</b>

## **12. VALUTAZIONE DEI RISULTATI DEL PIANO D'AZIONE**

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

### 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).
- ✓ Massimo superamento rispetto ai livelli limite (paragrafo 13.2), nella situazione ante e post operam tra il periodo diurno (tra le ore 6:00 e le ore 22:00) ed il periodo notturno (tra le ore 22:00 e le ore 6:00).
- ✓ 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 13.3).

Nell'ultimo paragrafo (paragrafo 13.4) 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 Città Metropolitana di Firenze.

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

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

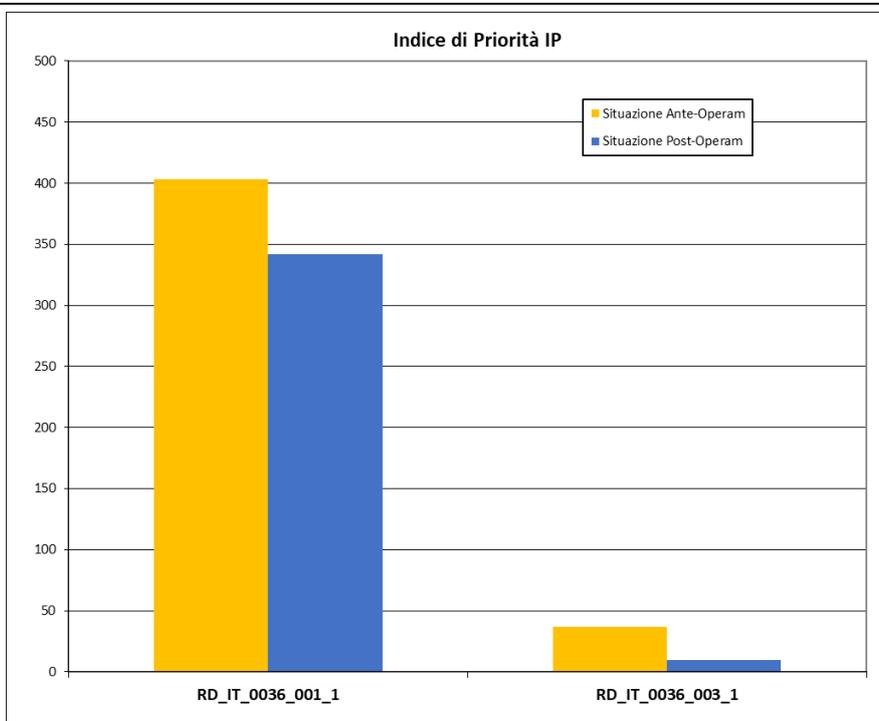
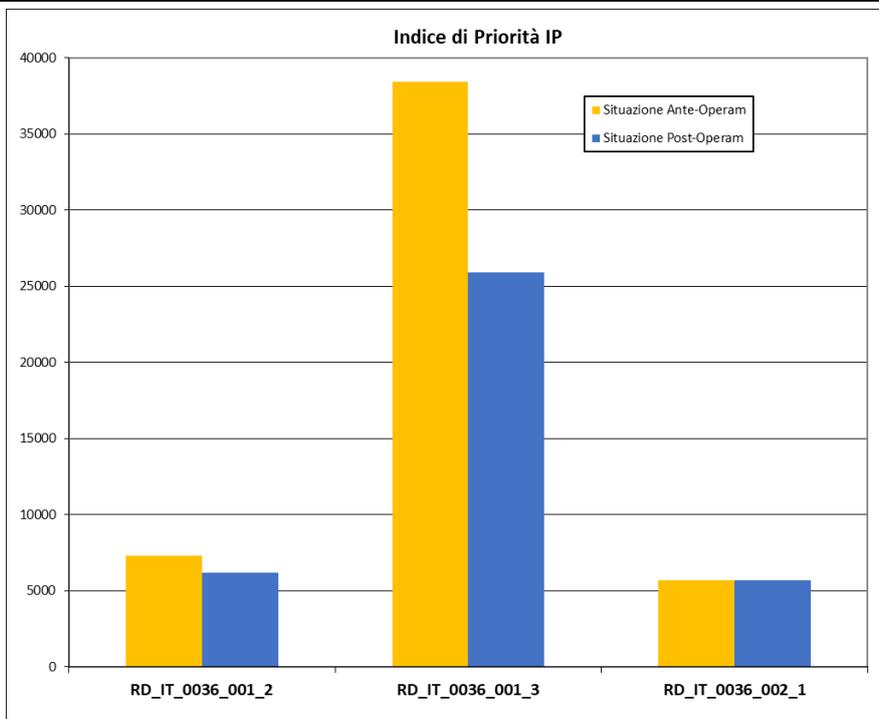
Per l'indicatore  $L_{night}$  sono state utilizzate le seguenti fasce di esposizione al rumore:

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

### 13.1 CALCOLO DELL'INDICE DI PRIORITÀ

Tabella 15 – Indice di criticità acustica

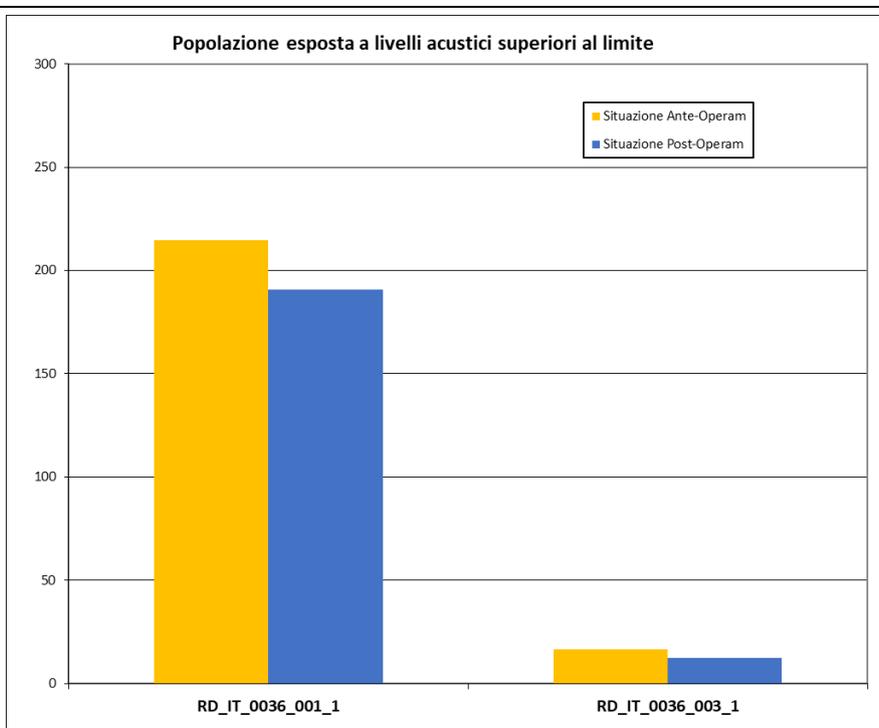
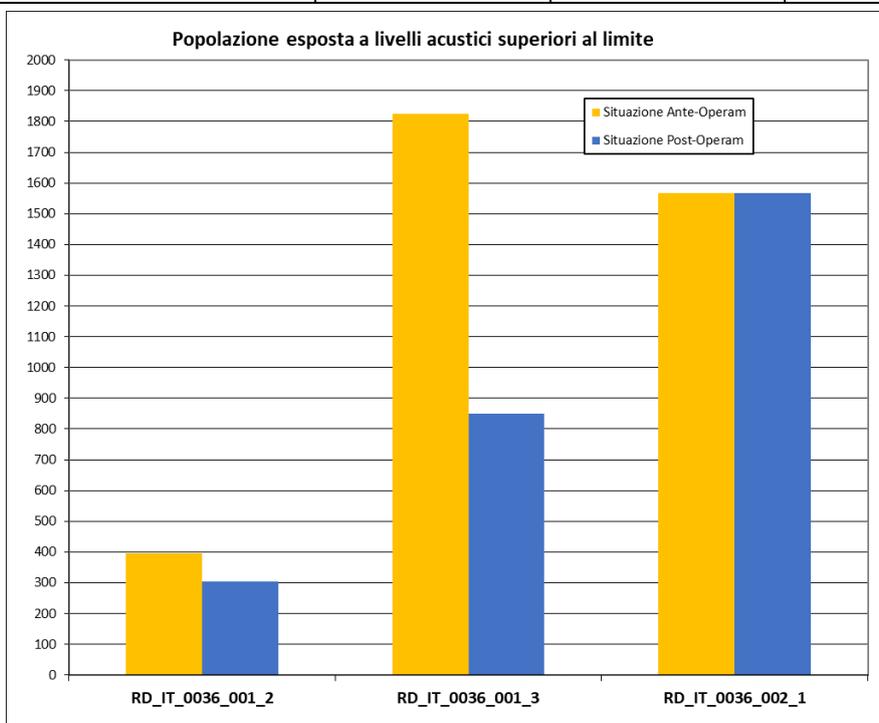
ID AREA CRITICA	IP		
	ANTE-OPERAM	POST-OPERAM	DIFFERENZA
RD_IT_0036_001_1	403,4	342,0	-61
RD_IT_0036_001_2	7.283,1	6.161,1	-1.122
RD_IT_0036_001_3	38.410,6	25.893,0	-12.518
RD_IT_0036_002_1	5.653,4	5.653,4	0
RD_IT_0036_003_1	36,7	9,8	-27



### 13.2 POPOLAZIONE ESPOSTA A VALORI SUPERIORI AL LIMITE DI RIFERIMENTO

Tabella 16 – Popolazione esposta a valori superiori al limite di riferimento

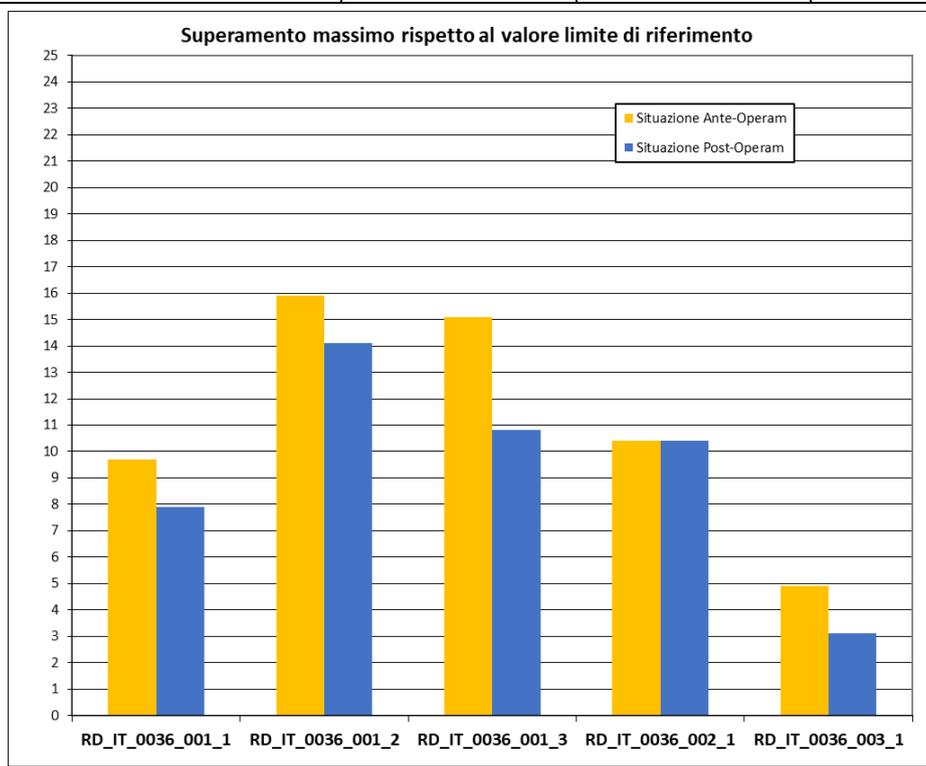
ID AREA CRITICA	ANTE-OPERAM	POST-OPERAM	DIFFERENZA
RD_IT_0036_001_1	215	191	-24
RD_IT_0036_001_2	395	304	-91
RD_IT_0036_001_3	1.825	849	-976
RD_IT_0036_002_1	1.568	1.568	0
RD_IT_0036_003_1	17	12	-4



### 13.3 MASSIMO SUPERAMENTO RISPETTO AI VALORI LIMITE

Tabella 17 – Massimo superamento rispetto al valore limite di riferimento

ID AREA CRITICA	ANTE-OPERAM	POST-OPERAM	DIFFERENZA
RD_IT_0036_001_1	9,7	7,9	-1,8
RD_IT_0036_001_2	15,9	14,1	-1,8
RD_IT_0036_001_3	15,1	10,8	-4,3
RD_IT_0036_002_1	10,4	10,4	0,0
RD_IT_0036_003_1	4,9	3,1	-1,8



### 13.4 INTERVALLI DI ESPOSIZIONE

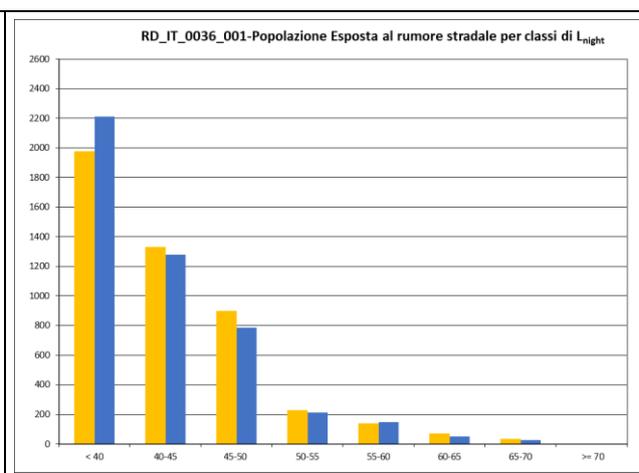
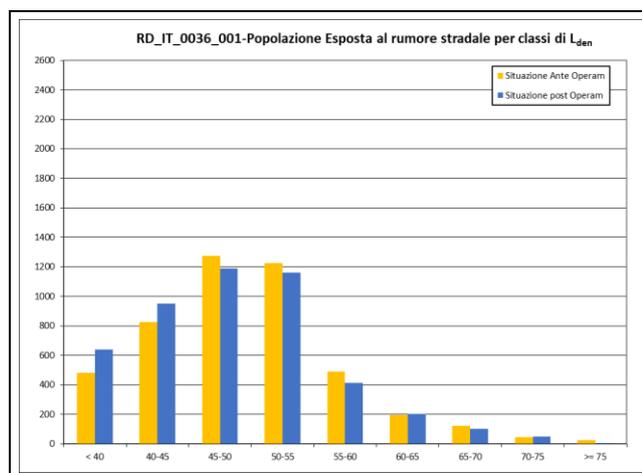
Di seguito viene riportata la stima del numero di popolazione esposta agli intervalli, nel periodo Den (fascia oraria compresa tra le ore 0 e le ore 24) e nel periodo Night (fascia oraria compresa tra le ore 22 e le ore 6).

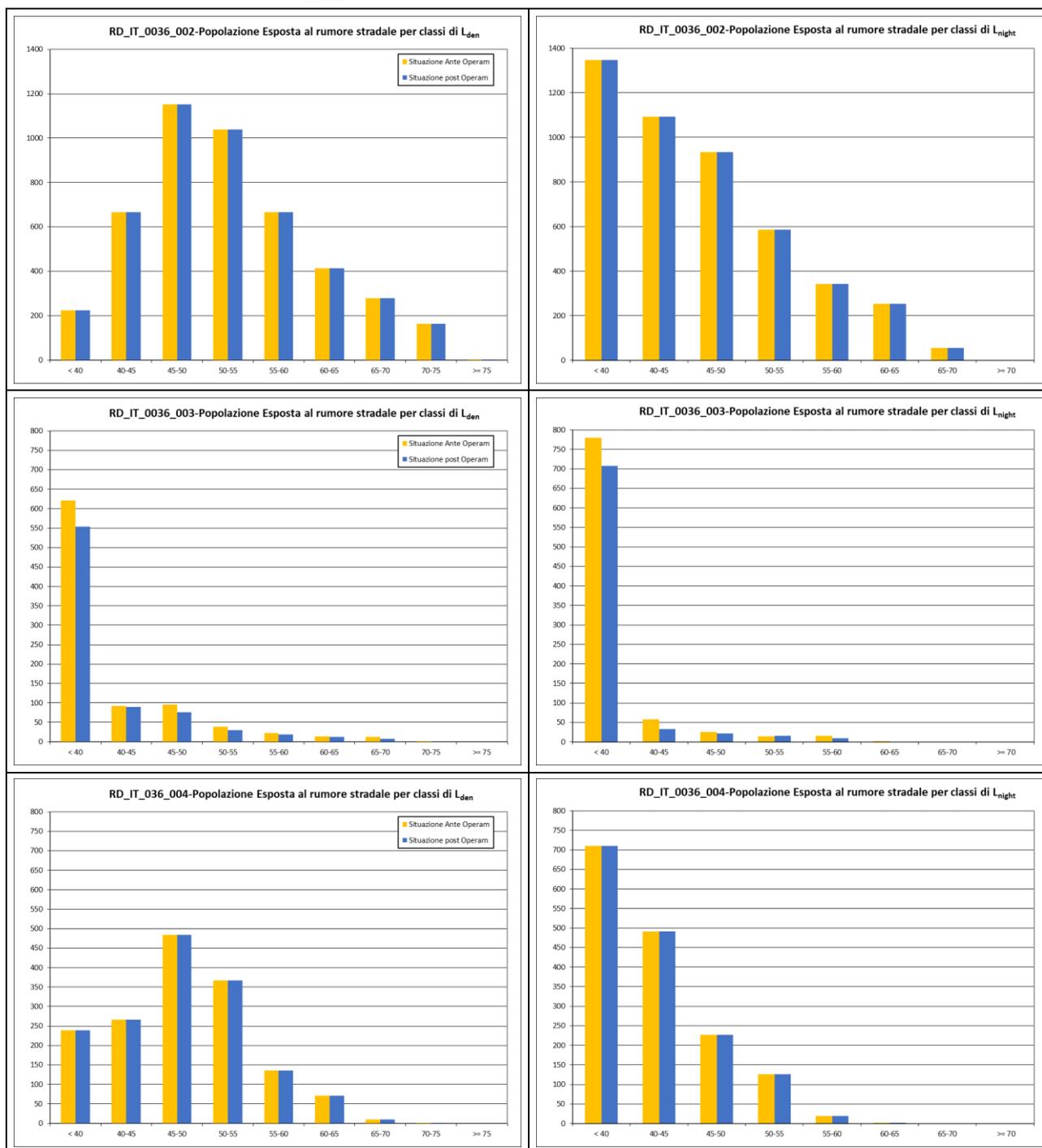
Tabella 18 – Intervalli di esposizione ( $L_{den}$ )

Configurazione Ante-Operam									
ID	Lden<40	Lden4044	Lden4549	Lden5054	Lden5559	Lden6064	Lden6569	Lden7074	Lden>=75
RD_IT_0036_001	483	826	1.274	1.227	488	194	120	43	26
RD_IT_0036_002	225	667	1.152	1.039	667	415	278	164	2
RD_IT_0036_003	621	93	96	39	22	13	13	0	0
RD_IT_0036_004	240	267	485	368	136	72	10	1	0
RD_IT_0036_001	483	826	1.274	1.227	488	194	120	43	26
Configurazione Post-Operam									
ID	Lden<40	Lden4044	Lden4549	Lden5054	Lden5559	Lden6064	Lden6569	Lden7074	Lden>=75
RD_IT_0036_001	641	951	1.189	1.161	411	201	103	50	2
RD_IT_0036_002	225	667	1.152	1.039	667	415	278	164	2
RD_IT_0036_003	554	90	76	30	18	13	8	0	0
RD_IT_0036_004	240	267	485	368	136	72	10	1	0
RD_IT_0036_001	641	951	1.189	1.161	411	201	103	50	2

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

Configurazione Ante-Operam								
ID	Lnight<40	Lnight4044	Lnight4549	Lnight5054	Lnight5559	Lnight6064	Lnight6569	Lnight>=70
RD_IT_0036_001	1.976	1.329	899	229	139	72	35	0
RD_IT_0036_002	1.346	1.094	933	586	342	252	56	0
RD_IT_0036_003	780	58	26	14	16	2	0	0
RD_IT_0036_004	711	491	227	127	19	2	0	0
RD_IT_0036_001	1.976	1.329	899	229	139	72	35	0
Configurazione Post-Operam								
ID	Lnight<40	Lnight4044	Lnight4549	Lnight5054	Lnight5559	Lnight6064	Lnight6569	Lnight>=70
RD_IT_0036_001	2.209	1.278	786	211	146	50	27	0
RD_IT_0036_002	1.346	1.094	933	586	342	252	56	0
RD_IT_0036_003	708	33	21	16	9	0	0	0
RD_IT_0036_004	711	491	227	127	19	2	0	0
RD_IT_0036_001	2.209	1.278	786	211	146	50	27	0





### 13.5 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 stradali principali gestite dalla Città Metropolitana di Firenze, 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, massimo superamento rispetto ai livelli limite, 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 restanti strade, 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 della Città Metropolitana di Firenze - Aggiornamento delle immissioni nell'intera rete", 30/06/2022.

**IL PRESENTE ELABORATO SI COMPONE DI 37 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 31/01/2024**

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

**DOTT.SSA. RAFFAELLA BELLOMINI (LEGALE RAPPRESENTANTE)**

*Raffaella Bellomini*



**DOTT. ING. FRANCESCO BORCHI (DIRETTORE TECNICO)**



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

*AG Falchi*