CITTÀ METROPOLITANA DI FIRENZE

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

Piano d'Azione Aggiornamento 2018

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

IT_a_AP_MRoad0036.pdf
Report di sintesi del piano d'azione

CITTÀ METROPOLITANA DI FIRENZE
Dipartimento Sviluppo Area Territoriale
Direzione Viabilità, LL.PP., Protezione Civile, Forestazione e Gestione Immobili
Via Mercadante, 42 – 50144 Firenze

Responsabile del Procedimento:
Ing. Carlo Ferrante

Collaboratori:
Dott. Ing. Matteo Izzo

Vie en.ro.se. Ingegneria S.r.l.
Via Stradivari, 19 50127 Firenze
acustica@vienrose.it

Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Francesco Borchi
Dott. Ing. Sergio Luzzi

Project Manager:
Dott.ssa Raffaella Bellomini

Responsabile della Modellistica:
Dott. Ing. Andrea Guido Falchi

Collaboratore:
Dott. Ing. Gianfrancesco Colucci

24/04/2018 Rev.0
PROPOSTA DI PIANO D'AZIONE

Scala: *-*

Formato: *A4.pdf*

INDICE

1. INTRODUZIONE 3

2. DESCRIZIONE DELLA INFRASTRUTTURA STRADALE 4

3. AUTORITÀ COMPETENTE 6

4. CONTESTO GIURIDICO 7

5. INDICATORI E VALORI LIMITE 8

5.1 INDICATORI ACUSTICI UTILIZZATI 8
5.2 DEFINIZIONE DEI VALORI LIMITE 8
5.3 DEFINIZIONE DELLE AREE DI CALCOLO 9

6. IL MODELLO DI SIMULAZIONE ACUSTICA 10

6.1 BASE DATI PER LA MODELLAZIONE 10
6.2 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO 10
6.3 MODELLAZIONE DEGLI EDIFICI 10
6.4 DATO DI POPOLAZIONE 11
6.5 SORGENTE "TRAFFICO STRADALE" 11
6.6 PROGRAMMI DI CONTENIMENTO DEL RUMORE GIÀ ATTUATI E MISURE ANTIRUMORE IN ATTO 11
6.7 SOFTWARE E STANDARD DI CALCOLO UTILIZZATI 13
6.8 CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLA SORGENTE "TRAFFICO STRADALE" NEL MODELLO NMPB 14

7. SITUAZIONE ANTE OPERAM - SINTESI DEI RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA 16

8. IL PIANO D'AZIONE 22

8.1 AREE CRITICHE 22
8.2 INTERVENTI 25
8.3 INDICE DI PRIORITÀ 26
8.4 INDICE DEI COSTI/BENEFICI 27
8.5 VALUTAZIONE DEI VINCOLI AMBIENTALI 28

9. SINTESI DEI RISULTATI DEL PIANO D'AZIONE (ANTE-OPERAM) 30

10. SINTESI DEI RISULTATI DEL PIANO D'AZIONE (POST-OPERAM) 31

10.1 RISULTATI PER AREA CRITICA 31
10.2 INTERVALLI DI ESPOSIZIONE 32
10.3 QUANTIFICAZIONE DEL NUMERO DEGLI ESPOSTI 44

11. REQUISITI DEL PIANO D'AZIONE (ALLEGATO 5 D. LGS. 194/2005) 46

11.1 RESOCONTO DELLE CONSULTAZIONI PUBBLICHE (ART. 8) 46
11.2 RESOCONTO DELLE MISURE ANTIRUMORE 46
11.3 INFORMAZIONI DI CARATTERE FINANZIARIO 47
11.4 VALUTAZIONE DELL'ATTUAZIONE E DEI RISULTATI DEL PIANO 50

1. INTRODUZIONE

Questo Report di Sintesi descrive metodologia e risultati del Piano d'Azione delle infrastrutture principali identificate, ai sensi dell'Art. 2 c. d del D. Lgs. 194/2005, come «asse stradale principale», quindi con traffico annuo superiore a 3.000.000 di veicoli, gestite dalla Città Metropolitana di Firenze.

Secondo quanto stabilito nell'articolo 1, comma 5 del D. Lgs. 194/2005, i piani d'azione devono essere aggiornati ogni 5 anni. Il presente lavoro costituisce il secondo aggiornamento del Piano d'Azione, successivo alla seconda revisione della di Mappatura Acustica, redatta nell'anno 2017 dalla società Vie en.ro.se. Ingegneria S.r.l. (di seguito indicata come Mappatura 2017) e consegnata all'Amministrazione nel mese di luglio 2017.

Le infrastrutture stradali per le quali viene predisposta la mappatura acustica sono quelle elencate nel paragrafo 3.1.

L'incarico, commissionato dalla Città Metropolitana di Firenze con Determinazione 477 del 22/03/2018 a VIE EN.RO.SE. Ingegneria S.r.l., è stato svolto da:

Tabella 1 – Gruppo di lavoro

Ing. Francesco Borchi	Tecnico competente in acustica ambientale n. 286 Regione Toscana	Responsabile del progetto Direttore Tecnico di Vie en.ro.se. Ingegneria S.r.l.
Ing. Sergio Luzzi	Tecnico competente in acustica ambientale n. 67 della Regione Toscana	Direttore Tecnico e Legale rappresentante di Vie en.ro.se. Ingegneria S.r.l.
Dott.ssa Raffaella Bellomini	Tecnico competente in acustica ambientale n. 480 Regione Toscana	Responsabile Amministrativo e Legale Rappresentante di Vie en.ro.se. Ingegneria S.r.l.
Ing. Andrea Falchi	Tecnico competente in acustica ambientale n. 545 Regione Toscana	Responsabile della modellistica
Ing. Gianfrancesco Colucci	-	Collaboratore

La consegna è organizzata nelle seguenti sottocartelle di riferimento:

- ✓ CARTELLA PRINCIPALE: denominata "*IT_a_rd00036*".
- ✓ AP_REPORT: contiene il report di sintesi del Piano d'Azione (IT_a_AP_MRoad0036.pdf), oltre ai seguenti elaborati grafici con riferimento agli indicatori acustici previsti ai sensi della legislazione italiana, ovvero il livello $L_{Aeq,diurno}$ nel periodo 6.00 – 22.00 e il livello $L_{Aeq,notturno}$ nel periodo notturno 22.00 – 6.00:
  - ➢ mappe acustiche nella configurazione ante operam;
  - ➢ mappe acustiche nella configurazione post operam;
- ✓ REPORT_MECHANISM_XLS: contiene il "Noise Directive Dataflow 7 and 10 Coverage" per i Piani d'Azione, codificato con NoiseDirectiveDF_7_10_APCoverage_DF_7_10_MRoad.xls.
- ✓ AP_REPORT: contiene la sintesi non tecnica del Piano d'Azione (IT_a_AP_MRoad0036_SummaryReport.pdf) ed il relativo webform (IT_a_AP_MRoad0036_Webform.doc)

2. DESCRIZIONE DELLA INFRASTRUTTURA STRADALE

Nelle seguenti tabelle è riportata una sintesi delle informazioni principali relativamente alle infrastrutture stradali oggetto del Piano d'Azione, in conformità ai contenuti minimi del Piano d'Azione richiesti nell'Allegato 5 del D.Lgs 194/2005 lettera a.

Tabella 2 – Tratti stradali oggetto del Piano d'Azione

CODE DF7_10: IT_a_AP_MRoad0036					
Codice	***Nome strada***	***Tratto***	***Lunghezza [Km]***	***Tipologia di strada (definita secondo Codice della Strada, D.L. n. 285 del 1992)***	***Numero veicoli [Flusso medio annuo]***
IT_a_rd0036001	S.P. 034	"di Rosano", nel tratto compreso tra il confine tra i comuni di Firenze e Bagno a Ripoli e l'innesto con la SS 67 "Toscoromagnola", nel comune di Pontassieve	12.5	Cb	7.300.000
IT_a_rd0036002 *	S.P. 005	"Lucchese", nel 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	5.9	Cb	11.100.000
IT_a_rd0036003	S.P. 053	"S. Domenico-Fiesole", nel tratto compreso tra il confine tra i comuni di Firenze e Fiesole e l'ingresso nel centro urbano di Fiesole, nel Comune di Fiesole	2.1	Cb	3.700.000
IT_a_rd0062004	S.P. 131	"di Bilancino", nel tratto compreso tra la rotatoria antistante il casello autostradale e l'intersezione con la SR 65 "della Futa", nel comune di Barberino di Mugello.	5.4	Ca	5.700.000
*: a partire dalla progressiva chilometrica 3+100 (ovvero dalla rotonda "Maccione" alla fine del tratto di interesse) la strada è di competenza del Comune di Campi Bisenzio (FI) dall'anno 2015. Gli oneri di gestione e manutenzione sono pertanto a carico del Comune e non della Città Metropolitana. L'aggiornamento 2017 della Mappatura Acustica ed il presente Piano d'Azione sono stati estesi all'intero sviluppo dell'infrastruttura, dal momento che il passaggio di competenze tra Comune e Città Metropolitana è comunque previsto nei prossimi anni: le criticità acustiche ed i relativi interventi di mitigazione non vengono però individuati, stante l'attuale onere di gestione in carico al Comune di Campi Bisenzio.					

Codice	***Numero di abitanti presenti nell'area di calcolo (cfr. capitolo 5)***	***Numero di iscritti a scuole (di ogni ordine e grado) presenti nell'area di calcolo (cfr. capitolo 5)***	***Numero di posti letto (ospedali, case di cura/riposo) presenti nell'area di calcolo (cfr. capitolo 5)***
IT_a_rd0132001	7.936	2.455	154
IT_a_rd0132002	4.651	0	0
IT_a_rd0132003	999	0	0
IT_a_rd0132004	955	280	0

Codice	*Numero di edifici residenziali presenti nell'area di calcolo (cfr. capitolo 5)*	*Numero edifici scolastici (di ogni ordine e grado) presenti nell'area di calcolo (cfr. capitolo 5)*	*Numero di edifici ospedalieri (ospedali, case di cura/riposo) presenti nell'area di calcolo (cfr. capitolo 5)*
IT_a_rd0132001	935	5	2
IT_a_rd0132002	470	0	0
IT_a_rd0132003	856	0	0
IT_a_rd0132004	449	1	0

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;
- ✓ responsabile del procedimento: Ing. Carlo Ferrante, Responsabile Direzione Viabilità;
- ✓ indirizzo: Via Mercadante, 42 – 50144 Firenze
- ✓ numero di telefono: +39/0552760726;
- ✓ e-mail: carlo.ferrante@cittametropolitana.fi.it

4. CONTESTO GIURIDICO

- ✓ Legge 26 ottobre 1995, n. 447, Legge quadro sull'inquinamento acustico (G.U. n. 254 del 30 ottobre 1995);
- ✓ D.M. Ambiente del 16 marzo 1998, Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico (G.U. n. 76 del 01 aprile 1998);
- ✓ D.M. Ambiente del 29 novembre 2000, Criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani di intervento di contenimento e abbattimento del rumore (G.U. n. 285 del 06 dicembre 2000);
- ✓ D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142, Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare (G.U. n. 127 del 01 giugno 2004);
- ✓ 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);
- ✓ Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.

Inoltre, si è fatto riferimento alla seguente normativa tecnica:

- ✓ Nuove linee guida "Specifiche tecniche per la predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle mappe acustiche e mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/05)" emanate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 14-16 Marzo 2017.
- ✓ "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 allegate ai piani" emanate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in data 06/04/2018.
- ✓ Metodo di calcolo ufficiale francese NMPB-Routes-96;
- ✓ Guide du Bruit des Trasports Terretres – Prevision des niveaux sonores" del 1980;
- ✓ Raccomandazione della Commissione del 6 agosto 2003 concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità;
- ✓ UNI 11143-1:2005 Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 1: Generalità;
- ✓ UNI 11143-2:2005 Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 2: Rumore stradale;
- ✓ UNI/TR 11326:2009 – Acustica. Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica. Parte 1: Concetti generali;
- ✓ UNI ISO 1996-1: 2010 – Acustica. Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale. Parte 1: Grandezze fondamentali e metodi di valutazione;
- ✓ UNI ISO 1996-2: 2010 – Acustica. Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale. Parte 1: Determinazione dei livelli di rumore ambientale.

5. INDICATORI E 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), per la redazione delle mappe acustiche (elaborati grafici) 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 8.2).

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

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)
	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 tutte le infrastrutture IT_a_rd0036001, IT_a_rd0036002, IT_a_rd0036003 mentre IT_a_rd0036004 è classificato come Ca.

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

Per la redazione delle mappe dei conflitti, pertanto, si è proceduto con l'assegnazione dei limiti ai punti di una griglia di calcolo 10 m x 10 m corrispondente alle aree di calcolo di ciascuna infrastruttura oggetto di Piano d'Azione. Analogamente, per la valutazione dei superamenti e della quantificazione degli esposti, i limiti vengono attribuiti secondo un'analoga procedura, a tutti gli edifici presenti all'intero delle stesse aree.

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 2.

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

Codice	*Sigla-Nome strada*	*Comuni*	*Ampiezza area di calcolo*
IT_a_rd0036001	S.P. 034 "di Rosano"	Bagno a Ripoli, Pontassieve	Tipologia Cb: 300 m per ciascun lato di infrastruttura
IT_a_rd0036002	S.P. 005 "Lucchese"	Sesto Fiorentino, Campi Bisenzio	Tipologia Cb: 300 m per ciascun lato di infrastruttura
IT_a_rd0036003	S.P. 053 "S. Domenico-Fiesole"	Fiesole	Tipologia Cb: 300 m per ciascun lato di infrastruttura
IT_a_rd0062004	S.P. 131 "di Bilancino"	Barberino di Mugello	Tipologia Ca: 500 m per ciascun lato di infrastruttura

6. IL MODELLO DI SIMULAZIONE ACUSTICA

6.1 Base dati per la modellazione

La base dati territoriale per la costruzione del modello acustico di simulazione del rumore è costituita dai seguenti elementi:

- ✓ dati per la costruzione del modello del terreno;
- ✓ dati per la modellazione degli edifici;
- ✓ dati relativi alla caratterizzazione della sorgente acustica "traffico stradale";
- ✓ dati relativi alla popolazione.

6.2 Modello digitale del terreno

Il DGM (Digital Terrain Model) è una rappresentazione numerica tridimensionale del territorio, effettuata mediante triangolazione dei dati territoriali di input dal modello di simulazione.

Relativamente alla costruzione della base territoriale su cui sono state effettuate le simulazioni acustiche, sono stati reperiti i seguenti dati di input, contenuti nella C.T.R. della Regione Toscana in scala 1:10.000 e, laddove possibile, in scala 1:2000, ai fini di una maggior accuratezza per la costruzione del modello di simulazione:

- ✓ Curve di livello (curva direttrice layer 801, curva ordinaria layer 802): copertura di tipo lineare contenente le curve di livello definite nella base cartografica. Queste riportano l'altezza assoluta sul livello del mare con passo relativo di 10 m (2 m nel caso di scala 1:2000);
- ✓ punti quota (copertura puntuale, layer 804): copertura di tipo puntuale contenente i punti quota definiti nella base cartografica. Questi riportano l'altezza assoluta sul livello del mare.

6.3 Modellazione degli edifici

Il tematismo dell'edificato riveste nel modello acustico molteplici funzioni. Infatti, i principali schermi alla propagazione sonora sono proprio gli edifici che, oltre a costituire una superficie riflettente, sono anche gli elementi ricettori sulle cui facciate viene eseguito il calcolo della propagazione acustica. Per quanto riguarda la funzione schermante si è ritenuto opportuno inserire nel modello tutti gli edifici cartografati all'interno delle sezioni censuarie che intersecano le fasce di pertinenza stradale definite per ciascuna delle strade provinciali oggetto di mappatura.

I dati di input riguardanti la modellazione degli edifici (entità geometriche di tipo areale) sono stati ricavati mediante opportune elaborazioni della C.T.R. della Regione Toscana in scala 1:2.000 e, laddove questa non era reperibile, è stata utilizzata la scala 1:10.000. Preliminarmente sono state individuate le diverse tipologie di edificio, suddivise nei vari layer contenuti nella carte tecniche e precisamente: layer 201 per gli edifici di tipologia residenziale, da 206 a 216 e da 225 a 229 per le altre tipologie di edifici, come serre, tettoie, baracche, garage, complessi sportivi, religiosi e sociali.

I ricettori sensibili sono stati invece individuati singolarmente per mezzo dell'analisi degli strumenti urbanistici dei comuni interessati, in particolare servendosi del Piano Regolatore Generale (P.R.G.) e del Piano Comunale di Classificazione Acustica (P.C.C.A.).

Ciascun edificio è stato quindi contrassegnato con un codice identificativo univoco, ed è stata assegnata l'altezza di gronda nonché il numero di residenti, secondo la procedura descritta nel seguente paragrafo.

6.4 Dato di popolazione

Il dato di popolazione da assegnare al singolo edificio è stato determinato facendo riferimento ai dati di popolazione del censimento ISTAT 2011.

In particolare, partendo dal dato di popolazione della sezione di censimento gli abitanti vengono assegnati al singolo edificio residenziale in proporzione al volume dell'edificio stesso rispetto al volume complessivo di tutti gli edifici residenziali appartenenti a quella sezione.

Inoltre, la procedura di assegnazione degli utenti è stata effettuata anche per i ricettori scolastici ed ospedalieri. In particolare, è stato assegnato:

- ✓ il numero di studenti iscritti per ciascun edificio scolastico individuato;
- ✓ Il numero di posti letto relativo a ciascun ospedale, casa di cura e casa di riposo.

6.5 Sorgente "traffico stradale"

La sorgente di rumore "traffico stradale" è stata desunta a partire dal database fornito dalla committenza, tracciando i tratti di infrastruttura stradale oggetto di mappatura.

Ogni strada è composta da un arco viario, posto sulla mezzeria della strada. Sono state considerate unicamente le componenti principali di ciascuna infrastruttura, non inserendo nel modello di simulazione gli svincoli e le rampe di collegamento alla viabilità ordinaria.

I dati di input per la caratterizzazione dell'emissione sonora di ciascuna delle strade individuate (composizione dei flussi di traffico suddivisi in veicoli leggeri e pesanti, velocità media dei veicoli, tipologia di pavimentazione stradale, tipologia di flusso) sono stati definiti ed inseriti mediante la procedura descritta di seguito.

6.6 Programmi di contenimento del rumore già attuati e misure antirumore in atto

Di seguito vengono descritte le misure di riduzione acustica già realizzate.

Al fine di una corretta modellazione acustica, si è proceduto all'individuazione dei tratti in cui sono presenti barriere antirumore. Secondo quanto dichiarato dall'amministrazione provinciale, nelle infrastrutture interessate, non sono presenti tratti di asfalto fonoassorbente.

In particolare, le barriere antirumore sono presenti in corrispondenza di alcuni tratti delle infrastrutture IT_a_rd0036002 e IT_a_rd0036004.

Tabella 5 – Individuazione delle barriere antirumore

Tratto	Individuazione planimetrica	Foto
IT_a_rd0036002		
	DIREZIONE: Firenze COORDINATE INIZIO: Lat. 43° 49’ 31.74’’ N Long. 11° 08’ 36.44 E COORDINATE FINE: Lat. 43° 49’ 36.99’’ N Long. 11° 08’ 27.63 E **ALTEZZA:** 3 m **LUNGHEZZA:** 300 m **TIPOLOGIA:** metallica/PMMA **STATO DI CONSEVAZIONE:** buono	

Tratto	Individuazione planimetrica	Foto
IT_a_rd0036002		
	DIREZIONE: Campi Bisenzio COORDINATE INIZIO: Lat. 43° 49’ 45.33’’ N Long. 11° 08’ 16.59” E COORDINATE FINE: Lat. 43° 49’ 43.02” N Long. 11° 08’ 18.68” E **ALTEZZA:** 3 m **LUNGHEZZA:** 150 m **TIPOLOGIA:** metallica/PMMA **STATO DI CONSEVAZIONE:** buono	

Tratto	Individuazione planimetrica	Foto
IT_a_rd0036003		
	DIREZIONE: Colle Barucci (SR65) (barriera riportata in bianco) COORDINATE INIZIO: Lat. 43.591356 Long. 11.161990 COORDINATE FINE: Lat. 43.591240 Long. 11.162056 **LUNGHEZZA:** 45 m **ALTEZZA:** 2 m **TIPOLOGIA:** mista CLS + legno, fonoassorbente lato sorgente **STATO DI CONSEVAZIONE:** buono **DIREZIONE: A1 Barberino casello** (barriera riportata in giallo) COORDINATE INIZIO: Lat. 43.590870 Long. 11.162181 COORDINATE FINE: Lat. 43.591217 Long. 11.162048 **LUNGHEZZA:** 100 m **ALTEZZA:** 2 m **TIPOLOGIA:** mista CLS + legno **STATO DI CONSEVAZIONE:** buono	

6.7 Software e standard di calcolo utilizzati

La valutazione dei livelli sonori è stata condotta mediante il software di calcolo SoundPLAN vers. 7.1.

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.

Per quanto riguarda le impostazioni acustiche e di calcolo sono state adottate le seguenti specifiche:

- ✓ ordine di riflessione pari a 2;
- ✓ massimo raggio di ricerca 2000 m (raggio sufficiente per la simulazione nella fascia di interesse);

- ✓ distanza di ricerca intorno a ciascun punto ricettore considerata nel calcolo pari a 500 m;
- ✓ massima distanza delle riflessioni dal ricettore pari a 500 m;
- ✓ massima distanza di riflessione dalla sorgente pari a 200 m;
- ✓ fattore suolo G:
  - ➢ pari a 0.5 per tutte le aree comprese all'interno di ambiti urbani e/o industriali;
  - ➢ pari a 0.8 per tutte le altre aree (campi, zone rurali, zone fluviali, boschi ecc.);
- ✓ coefficiente di riflessione di facciata pari a 0,8 (corrispondente ad una perdita di riflessione di 1 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:

- ✓ I descrittori acustici previsti dalla legislazione italiana:
  - ➢ 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).

Come previsto dalla citata Direttiva Europea, sono state utilizzate le seguenti metodologie di calcolo:

- ✓ 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 e di tipologia sensibile (scuole, ospedali, case di riposo, case di cura) 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, ecc.).Le simulazioni sono state effettuate in corrispondenza di tutti i piani degli edifici di calcolo, considerando 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.
- ✓ CALCOLO DELLE MAPPE ACUSTICHE è stata definita una griglia di punti con passo di 10 m, posizionata ad un'altezza di 4 m dal suolo all'interno dell'area di calcolo. La griglia di punti è stata utilizzata come base per la produzione delle mappe acustiche e delle mappe dei conflitti allegate.

6.8 Caratterizzazione acustica della sorgente "traffico stradale" nel modello NMPB

Sono state adottate le seguenti ipotesi relative alla modellazione della sorgente specifica:

- ✓ si considera un'unica linea sorgente posta al centro della carreggiata;
- ✓ la tipologia del flusso di traffico viene assegnata come "fluido continuo" su tutti gli archi del grafo;
- ✓ la pendenza del tracciato viene considerata direttamente dal software sulla base della pendenza effettiva dei singoli tratti della linea sorgente;
- ✓ per quanto riguarda la superficie stradale, sono state acquisiti i dati relativi alla tipologia di asfalto: dal momento che in tutti tratti oggetto di mappatura è sempre presente asfalto di tipo

poroso, è stata considerata la correzione prevista nel software di simulazione per tale tipologia di sottofondo stradale;

- ✓ infine, i dati di traffico medi orari utilizzati per le simulazioni sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 6 – Sintesi dei dati di traffico medi orari (propagazione sugli scenari)

UnRoad_ID	DAY (6.00 – 20.00)		EVENING (20.00 – 22.00)		NIGHT (22.00 – 6.00)	
	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti
IT_a_rd0036001	1.155	35	739	12	242	1.155
IT_a_rd0036002	1.561	109	1.355	57	492	26
IT_a_rd0036003	591	5	404	3	130	1
IT_a_rd0036004	803	105	528	47	199	17

Tabella 7 – Sintesi dei dati di velocità medi orari (valori espressi in km/ora)

UnRoad_ID	DAY (6.00 – 20.00)		EVENING (20.00 – 22.00)		NIGHT (22.00 – 6.00)	
	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti
IT_a_rd0036001	59	53	64	57	68	62
IT_a_rd0036002	55	49	59	53	63	56
IT_a_rd0036003	34	30	36	31	40	33
IT_a_rd0036004	78	74	83	74	85	79

7. SITUAZIONE ANTE OPERAM - SINTESI DEI RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA

I risultati sono 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 e tabelle (assolute e percentuali) del numero delle persone residenti e degli edifici di tipologia residenziale esposte agli intervalli di L_{den} e L_{night} previsti dalla suddetta normativa.

Per entrambe le elaborazioni, le percentuali sono espresse rispetto al numero di abitanti attribuito agli edifici ricadenti nell'area di calcolo definita, e quindi esposti alla rumorosità prodotta dai transiti dei veicoli sull'infrastruttura stradale oggetto di mappatura.

Di seguito si riportano in forma tabellare percentuale di popolazione ed edifici esposta al rumore stradale considerando gli indicatori europei L_{den} e L_{night}.Tali dati servono come situazione ante operam da confrontare con quella post operam, determinata inserendo nel modello di calcolo gli interventi proposti nel Piano d'Azione.

Per l'indicatore L_{den} sono state utilizzate le seguenti fasce di esposizione al rumore stradale prodotto dai transiti dei mezzi:

- ✓ $L_{den} < 55$ dB(A);
- ✓ 55 dB(A) $\leq L_{den} < 60$ dB(A);
- ✓ 60 dB(A) $\leq L_{den} < 65$ dB(A);
- ✓ 64 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 stradale prodotto dai transiti dei mezzi:

- ✓ $L_{night} < 50$ dB(A);
- ✓ 50 dB(A) $\leq L_{night} < 55$ dB(A);
- ✓ 55 dB(A) $\leq L_{night} < 60$ 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).

Tabella 8 – Numero e percentuale di abitanti esposti al rumore stradale (L_{DEN})

L_{DEN} [dB(A)] IT_a_rd0036001	**Popolazione (abitanti)**	
	NUMERO DI ABITANTI	**PERCENTUALE (%)**
<55	6.526	82,3
55-60	415	5,2
60-65	462	5,8
65-70	299	3,8
70-75	228	2,9
>=75	0	0,0
TOTALE	7.930	100,0

L_{DEN} [dB(A)] IT_a_rd0036002	**Popolazione (abitanti)**	
	NUMERO DI ABITANTI	**PERCENTUALE (%)**
<55	3.518	67,1
55-60	410	7,8
60-65	385	7,3
65-70	774	14,8
70-75	155	2,9
>=75	0	0,0
TOTALE	5.241	100,0

L_{DEN} [dB(A)] IT_a_rd0036003	**Popolazione (abitanti)**	
	NUMERO DI ABITANTI	**PERCENTUALE (%)**
<55	863	89,1
55-60	29	3,0
60-65	17	1,7
65-70	57	5,8
70-75	3	0,3
>=75	0	0,0
TOTALE	969	100,0

L_{DEN} [dB(A)] IT_a_rd0036004	**Popolazione (abitanti)**	
	NUMERO DI ABITANTI	**PERCENTUALE (%)**
<55	912	96,6
55-60	19	2,0
60-65	7	0,7
65-70	6	0,6
70-75	0	0,0
>=75	0	0,0
TOTALE	944	100,0

Tabella 8 – Numero e percentuale di abitanti esposti al rumore stradale (L_{NIGHT})

L_{NIGHT} [dB(A)] IT_a_rd0036001	Popolazione (abitanti)	
	NUMERO DI ABITANTI	**PERCENTUALE (%)**
<55	6.795	85,7
55-60	597	7,5
60-65	285	3,6
65-70	220	2,8
70-75	32	0,4
>=75	0	0,0
TOTALE	7.930	100,0

L_{NIGHT} [dB(A)] IT_a_rd0036002	Popolazione (abitanti)	
	NUMERO DI ABITANTI	**PERCENTUALE (%)**
<55	3.707	70,7
55-60	520	9,9
60-65	268	5,1
65-70	735	14,0
70-75	11	0,2
>=75	0	0,0
TOTALE	5.241	100,0

L_{NIGHT} [dB(A)] IT_a_rd0036003	Popolazione (abitanti)	
	NUMERO DI ABITANTI	**PERCENTUALE (%)**
<55	885	91,3
55-60	15	1,5
60-65	56	5,8
65-70	14	1,4
70-75	0	0,0
>=75	0	0,0
TOTALE	969	100,0

L_{NIGHT} [dB(A)] IT_a_rd0036004	Popolazione (abitanti)	
	NUMERO DI ABITANTI	**PERCENTUALE (%)**
<55	927	98,2
55-60	11	1,2
60-65	6	0,6
65-70	0	0,0
70-75	0	0,0
>=75	0	0,0
TOTALE	944	100,0

Tabella 9 – Numero e percentuale di edifici residenziali esposti al rumore stradale (L_{DEN})

L_{DEN} [dB(A)] IT_a_rd0036001	**Edifici residenziali**	
	NUMERO DI EDIFICI	**NUMERO DI EDIFICI**
<55	763	81,6
55-60	66	7,1
60-65	57	6,1
65-70	30	3,2
70-75	19	2,0
>=75	0	0,0
TOTALE	935	100,0

L_{DEN} [dB(A)] IT_a_rd0036002	**Edifici residenziali**	
	NUMERO DI EDIFICI	**NUMERO DI EDIFICI**
<55	450	85,9
55-60	23	4,4
60-65	22	4,2
65-70	26	5,0
70-75	3	0,6
>=75	0	0,0
TOTALE	524	100,0

L_{DEN} [dB(A)] IT_a_rd0036003	**Edifici residenziali**	
	NUMERO DI EDIFICI	**NUMERO DI EDIFICI**
<55	730	87,7
55-60	45	5,4
60-65	21	2,5
65-70	30	3,6
70-75	6	0,7
>=75	0	0,0
TOTALE	832	100,0

L_{DEN} [dB(A)] IT_a_rd0036004	**Edifici residenziali**	
	NUMERO DI EDIFICI	**NUMERO DI EDIFICI**
<55	409	93,0
55-60	10	2,3
60-65	16	3,6
65-70	2	0,5
70-75	3	0,7
>=75	0	0,0
TOTALE	440	100,0

Tabella 10 – Numero e percentuale di edifici residenziali esposti al rumore stradale (L_{NIGHT})

L_{NIGHT} [dB(A)] IT_a_rd0036001	**Edifici residenziali**	
	NUMERO DI EDIFICI	**NUMERO DI EDIFICI**
<55	805	86,1
55-60	73	7,8
60-65	30	3,2
65-70	24	2,6
70-75	3	0,3
>=75	0	0,0
TOTALE	935	100,0

L_{NIGHT} [dB(A)] IT_a_rd0036002	**Edifici residenziali**	
	NUMERO DI EDIFICI	**NUMERO DI EDIFICI**
<55	460	87,8
55-60	25	4,8
60-65	19	3,6
65-70	19	3,6
70-75	1	0,2
>=75	0	0,0
TOTALE	524	100,0

L_{NIGHT} [dB(A)] IT_a_rd0036003	**Edifici residenziali**	
	NUMERO DI EDIFICI	**NUMERO DI EDIFICI**
<55	765	91,9
55-60	25	3,0
60-65	28	3,4
65-70	14	1,7
70-75	0	0,0
>=75	0	0,0
TOTALE	832	100,0

L_{NIGHT} [dB(A)] IT_a_rd0036004	**Edifici residenziali**	
	NUMERO DI EDIFICI	**NUMERO DI EDIFICI**
<55	416	94,5
55-60	18	4,1
60-65	3	0,7
65-70	3	0,7
70-75	0	0,0
>=75	0	0,0
TOTALE	440	100,0

Sulla base dei risultati riportati nel capitolo precedente è possibile trarre le seguenti conclusioni relativamente alle percentuali di popolazione esposta e considerando gli indicatori previsti dalla Direttiva Europea (L_{DEN}, L_{NIGHT}).

Tabella 11 – Dati riepilogativi della mappatura acustica

Codice	***Percentuale popolazione L_{DEN} <55 dB(A)***	***Percentuale popolazione L_{DEN} >65 dB(A)***	***Percentuale popolazione L_{NIGHT} <50 dB(A)***	***Percentuale popolazione L_{NIGHT} >60 dB(A)***
IT_a_rd0036001	82.3	6.6	85.7	3.2
IT_a_rd0036002	67.1	17.7	70.7	14.2
IT_a_rd0036003	89.1	6.2	91.3	1.4
IT_a_rd0036004	96.6	0.6	98.2	0.0

8. IL PIANO D'AZIONE

8.1 Aree critiche

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.

Alla base delle procedure da mettere in atto per la redazione del Piano d'Azione c'è pertanto 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. Queste vengono individuate mediante la combinazione di diversi aspetti:

- ✓ Ricettori residenziali e sensibili che evidenziano un superamento dei limiti previsti dalla vigente normativa, sulla base dei risultati della Mappatura Acustica.
- ✓ Individuazione delle aree ad elevata densità di popolazione residente, o attribuibile ad edifici di tipologia sensibile.
- ✓ Individuazione delle sorgenti che determinano il superamento e che vengono definite "sorgenti critiche".

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.

La procedura di individuazione delle aree critiche è stata effettuata seguendo una procedura che prevede un approccio geometrico semplificato per individuare le aree con superamento intorno alle infrastrutture lineari, adottando la rappresentazione di sorgente rettilinea e condizioni di propagazione in campo libero.

Di seguito viene descritta per punti la procedura utilizzata.

- ✓ Utilizzo dei risultati delle simulazioni della Mappatura Acustica. I livelli acustici sono stati confrontati con i limiti stabiliti (cfr. paragrafo 5.2) per individuare gli edifici ricettori che evidenziano un superamento rispetto a tali limiti.
- ✓ Selezione dei ricettori di tipologia residenziale e sensibile sanitaria con superamento notturno.
- ✓ Selezione dei ricettori di sensibile scolastica con superamento diurno.
- ✓ Definizione di un'area circolare di raggio pari a 50 m attorno a ciascun edificio, selezionato come ai precedenti punti.
- ✓ Accorpamento delle aree circolari contigue tra loro, per la definizione di zone di superamento centrate sugli assi delle infrastrutture stesse.
- ✓ Identificazione di eventuali ricettori isolati, nel caso in cui non si fosse ravvisata una sovrapposizione tra i buffer.
- ✓ Revisione puntuale delle aree accorpate: alcune aree sono state ulteriormente accorpate in base ad un'analisi delle aree proposte. Ad esempio, tratti di stesa di pavimentazione a bassa rumorosità vicini tra di loro ma appartenenti a diverse aree critiche, sono stati riferiti alla stessa area critica, al fine di proporre tratti più lunghi ma continui di riasfaltatura. Di contro, le situazioni di buffer derivanti da singoli ricettori isolati, sono state escluse dalla definizione delle

aree critiche in quanto si è ritenuto non economicamente sostenibile proporre interventi di mitigazione acustica incentrati su singole criticità.

- ✓ Definizione delle aree critiche come proiezione delle aree accorpate sulle aree di calcolo di ciascuna infrastruttura (ovvero, una porzione territoriale di larghezza pari a 300/500 m per ciascun lato della strada oggetto di calcolo).
- ✓ Infine, una volta identificate e perimetrate le aree critiche, vengono definite le "sorgenti critiche", come la porzione di infrastruttura che incide in misura rilevante sul ricettore: questa viene ricavata geometricamente dall'intersezione fra la linea sorgente e la relativa area critica.

Le aree critiche vengono riepilogate nella seguente tabella, riportando per ciascuna di esse le caratteristiche descrittive principali:

- ✓ codice identificativo univoco di ciascuna area critica;
- ✓ codice identificativo univoco di tutti gli interventi di mitigazione acustica previsti per ciascuna area critica;
- ✓ numero di popolazione presente nell'area critica, suddivisa tra:
  - ➢ abitanti attribuiti agli edifici di tipologia residenziale;
  - ➢ numero di iscritti attribuiti agli edifici di tipologia scolastica;
  - ➢ numero di posti letto attribuiti agli edifici di tipologia sanitaria (ospedali, case di cura, case di riposo);
- ✓ numero di edifici presenti in ciascuna area critica, suddivisi tra:
  - ➢ edifici residenziali;
  - ➢ edifici scolastici di ogni ordine e grado;
  - ➢ edifici sanitari (ospedali, case di cura, case di riposo).

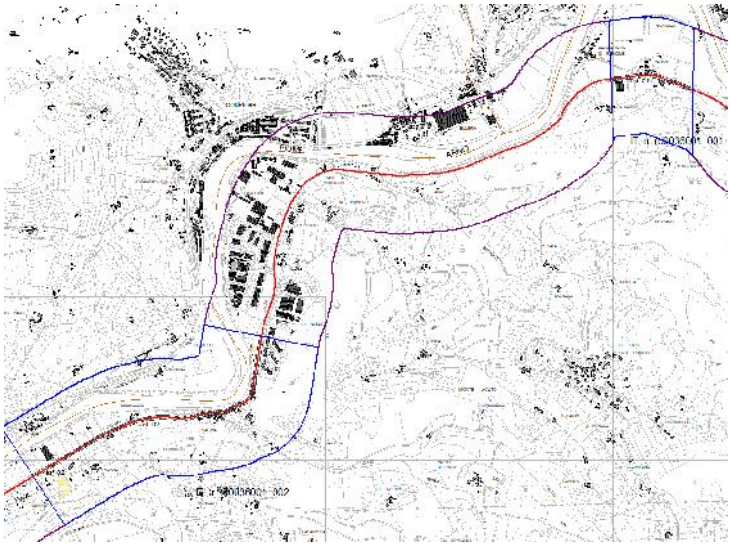
Tabella 12 – Aree critiche

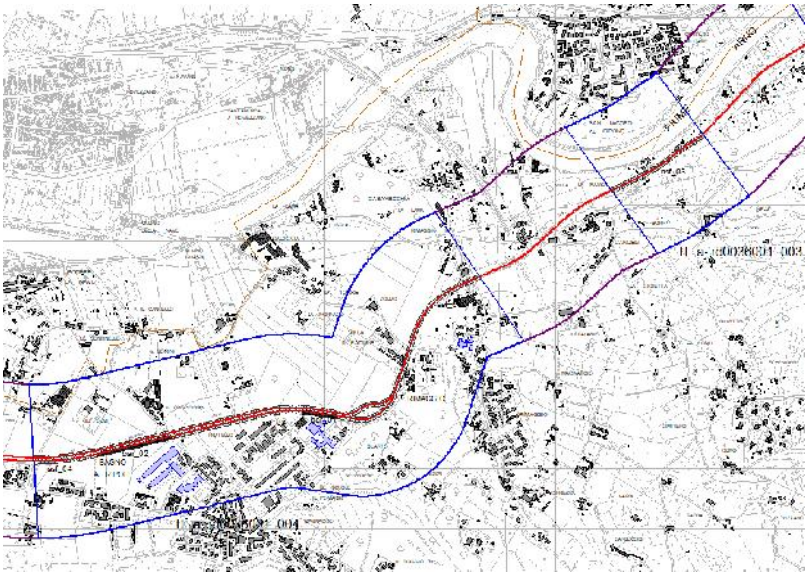
Codice Identificativo Area Critica	Codice Identificativo degli Interventi attuati e da attuare	POPOLAZIONE			EDIFICI		
		Residenti	Iscritti	Posti letto	Residenziali	Scolastici *	Sanitari *
IT_a_rd0036001_001	asf_01	29	0	0	11	0	0
IT_a_rd0036001_002	asf_02	491	0	154	72	0	3
IT_a_rd0036001_003	asf_03	101	0	0	20	0	0
IT_a_rd0036001_004	asf_04, bar_01, bar_02	1325	2455	0	212	5	0
IT_a_rd0036003_001	asf_05	400	0	0	435	0	0

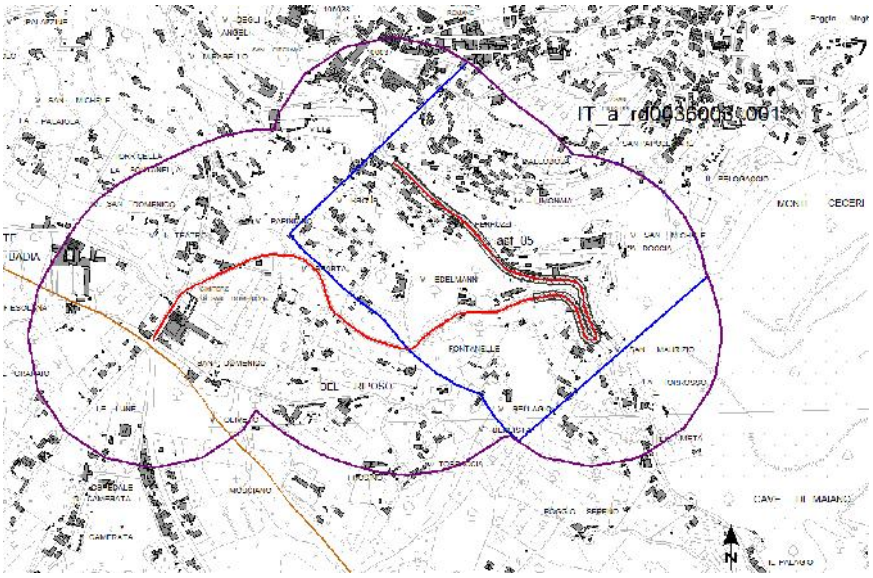
***:** il numero riportato nelle colonne Edifici "Scolastici" e "Sanitari" corrisponde al numero di entità di tipo poligonale, e non al numero di plessi scolastici e ospedalieri presenti in ciascuna area critica.

Nella seguente figura è riportata una planimetria dell'area oggetto del Piano d'Azione, con l'indicazione delle due aree critiche definite.

Figura 1 – Inquadramento delle aree critiche







8.2 Interventi

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.

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): in questo caso verranno 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.
- ✓ Interventi lungo la congiungente sorgente-ricettore (installazione di barriere antirumore).
- ✓ Vengono invece esclusi interventi diretti al ricettore (sostituzione degli infissi) ritenuti non economicamente sostenibili in ragione dell'elevato numero di edifici interessati dalla rumorosità prodotta dalle strade in oggetto.

Nella seguente tabella vengono riepilogati gli interventi di mitigazione acustica.

Tabella 13 – Interventi

Codice Identificativo Intervento	Tipologia di Intervento	UnRoad_ID	Lunghezza [m]	Superficie [m^2] / Altezza [m]	PK Inizio	PK Fine
asf_01	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	IT_a_rd0036001	450	4.050	8+150	8+600
asf_02	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	IT_a_rd0036001	1.550	13.950	4+100	5+650
asf_03	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	IT_a_rd0036001	450	4.050	2+900	3+350
asf_04	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	IT_a_rd0036001	2.100	35.000	0+500	2+600
asf_05	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	IT_a_rd0036003	850	8.500	1+200	2+050
bar_01	Barriera antirumore	IT_a_rd0036001	300	4.00	168+872	-
bar_02 *	Barriera antirumore	IT_a_rd0036001	135	2.00	170+322	-

*: l'intervento bar_02 (installazione di una barriera antirumore presso l'Istituto Comprensivo Teresa Mattei Scuola primaria infanzia Padule) è previsto nel progetto di ampliamento e riqualificazione del plesso scolastico. Il progetto definitivo di tale opera è stato approvato dal Comune di Bagno a Ripoli nel mese di ottobre 2017. Tale intervento viene pertanto inserito nel presente Piano d'Azione 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.

Per quanto riguarda l'infrastruttura IT_a_rd0036002 S.P. 005 "Lucchese", sono state ravvisate criticità non isolate unicamente nel tratto oltre la progressiva chilometrica 3+100 (ovvero dalla rotonda "Maccione" alla fine del tratto di interesse), dove la strada diventa di competenza del Comune di Campi Bisenzio (FI). Per tale motivo non sono state definite ne' aree critiche ne' interventi di mitigazione. In corrispondenza dell'infrastruttura IT_a_rd0036004 S.P. 131 "di bilancino", invece, non sono state identificate criticità non isolate.

Infine, è prevista una importante modifica al tracciato dell'infrastruttura IT_a_rd0036001 S.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 2023.

8.3 Indice di priorità

Per ciascuna delle aree critiche è stato calcolato il relativo indice di priorità, ai sensi del D.M. Ambiente 29/11/2000. Il valore di tale indice è stato definito, per ciascuno dei ricettori presenti nell'area di calcolo, utilizzando il seguente algoritmo:

$$IP_i = R_i * S_i * C_i$$

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 scolatici 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.

L'indice di priorità IP relativo a ciascuna area critica è dato pertanto dalla sommatoria di tutti i singoli indici di priorità IP_i relativi agli edifici che ricadono nell'area specifica.

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle aree di intervento, ordinate secondo l'indice di priorità.

Tabella 14 – Indice di priorità delle aree critiche

ID infrastruttura	ID area critica	Codice Identificativo Intervento	IP area critica
IT_a_rd0036001	IT_a_rd0036001_004	asf_04, bar_01, bar_02	29.178,9
IT_a_rd0036001	IT_a_rd0036001_002	asf_02	7.913,5
IT_a_rd0036001	IT_a_rd0036001_001	asf_01	86,7
IT_a_rd0036003	IT_a_rd0036003_001	asf_05	50,5
IT_a_rd0036001	IT_a_rd0036001_003	asf_03	22,8

8.4 Indice dei costi/benefici

Per quanto riguarda l'analisi dei costi/benefici, viene fatto riferimento a quanto contenuto nella parte 5 della Deliberazione del Consiglio Regionale della Toscana n. 77/2000 "Definizione dei criteri e degli indirizzi della pianificazione degli enti locali ai sensi dell'articolo 2 della L.R. n.89/98".

Per ciascun intervento è stato calcolato l'indice di priorità costo/beneficio, dato dal seguente algoritmo:

$$I = \sum_i \frac{R_i \times [K_i \times (L_i + M_i) - K_i \times S_i]}{C}$$

dove:

- ✓ R_i è il numero di persone che usufruisce dell'intervento: in questo caso tale dato non viene moltiplicato per alcun fattore.
- ✓ K_i è l'indice parziale di classe di appartenenza secondo il P.C.C.A., ed assume un valore pari a 8 per edifici ospedalieri, 6 per edifici scolastici, e, per quanto riguarda gli edifici residenziali, assume un valore pari a 5 per Classe II, 4 per Classe III, 3 per Classe IV, 2 per Classe V e 1 per Classe VI.
- ✓ L_i è l'indice parziale di entità del superamento rispetto ai valori di immissione di cui all'art. 7 del D.P.C.M. 14 novembre 1997 previsti nella configurazione ante-operam.
- ✓ M_i è l'indice parziale di entità del superamento rispetto ai valori di sofferenza acustica.
- ✓ S_i è l'indice parziale di entità del superamento rispetto ai valori di immissione di cui all'art. 7 del D.P.C.M. 14 novembre 1997 previsti nella configurazione post-operam.
- ✓ C è il costo indicativo dell'intervento di risanamento acustico prescelto, con valori espressi in migliaia di euro (a differenza di quanto indicato nella citata DGR Toscana, che prevede di fare riferimento ai costi standardizzati riportati in allegato al DM 29/11/2000).

In questa fase, per il calcolo dell'indice di priorità, il costo è espresso in milioni di lire ed è stimato mediante i costi unitari riportati nella tabella A della 5 della Deliberazione del Consiglio Regionale della Toscana n. 77/2000. Per quanto riguarda l'area critica IT_a_rd0036001, gli indici di costo/beneficio degli interventi previsti sono stati valutati sia complessivamente che separatamente, assegnando un costo nullo all'intervento bar_02 in quanto a carico del Comune di Bagno a Ripoli.

Tabella 15 – Indice di costo/beneficio degli interventi

ID infrastruttura	ID area critica	Codice Identificativo Intervento	Indice di costo/beneficio (I_{CB})
IT_a_rd0036001	IT_a_rd0036001_001	asf_01	20,5
IT_a_rd0036001	IT_a_rd0036001_002	asf_02	172,1
IT_a_rd0036001	IT_a_rd0036001_003	asf_03	63,8
IT_a_rd0036001	IT_a_rd0036003_004	asf_04 *	257,9
IT_a_rd0036003	IT_a_rd0036003_001	asf_05	125,2
IT_a_rd0036001	IT_a_rd0036003_004	bar_01 + bar_02 *	134,4
IT_a_rd0036001	IT_a_rd0036003_004	asf_04 + bar_01 + bar_02 *	198,9

8.5 Valutazione dei vincoli ambientali

Nel presente paragrafo, gli interventi vengono valutati dal punto di vista dell'impatto ambientale atteso dalla loro realizzazione e messa in opera.

Il paragrafo è finalizzato alla verifica dell'assoggettabilità a VAS (Valutazione Ambientale Strategica) del Piano d'Azione.

Gli interventi, a prescindere dai tempi di realizzazione comunque fissati dal Piano, possono essere suddivisi nelle seguenti categorie:

- ✓ BARRIERE ANTIRUMORE: questi interventi sono relativi alla messa in opera di barriere antirumore, in corrispondenza di edifici sensibili o gruppi di edifici residenziali particolarmente esposti a elevati livelli di rumorosità, in particolare al di fuori dei centri urbani.
- ✓ STESA DI NUOVI ASFALTI: nel Piano sono stati considerati tutti gli interventi di rifacimento del manto stradale in corrispondenza di diversi tratti di infrastruttura stradale, e consistenti nella stesa di asfalto a bassa rumorosità.

Le azioni previste dal Piano che possono produrre effetti in termini ambientali sono invece gli interventi di STESA DI NUOVI ASFALTI. In questo caso gli effetti negativi possono eventualmente concretizzarsi in fase di cantiere, ovvero per una durata limitata nel tempo, e non risultano impatti ambientali significativi, ad eccezione della riduzione dell'inquinamento acustico. In generale si evidenzia come queste tipologie di intervento abbiano impatto positivo sulla componente acustica, riducendo il rumore prodotto dall'infrastruttura. Invece, per quanto riguarda le altre componenti ambientali l'impatto è da considerarsi certamente non significativo. In particolare, per quanto riguarda la fase di realizzazione delle pavimentazioni, le emulsioni bituminose verranno realizzate con tecnologie a freddo, al fine di minimizzare eventuali problematiche inerenti alla dispersione di sostanze volatili nell'area durante le fasi di cantierizzazione.

Invece, per quanto riguarda la messa in opera di BARRIERE ANTIRUMORE, il potenziale impatto paesaggistico è certamente non significativo trattandosi di interventi puntuali e legati specificatamente ai ricettori sensibili.

La rilevanza degli effetti prodotti dal Piano viene determinata dagli effetti diretti prodotti dalle azioni, dalle caratteristiche delle aree interessate dagli interventi e dalla durata degli impatti generati. Nella seguente tabella, per ciascun intervento, vengono individuati gli impatti indotti dalla loro realizzazione (unicamente nella fase di esercizio), sulle diverse componenti ambientali utilizzando il simbolo "+" nel caso di effetti positivi, ed il simbolo "-" per quelli negativi. Il numero di simboli utilizzati indica invece la rilevanza dell'impatto: ad esempio un solo simbolo indica che l'impatto, seppur presente, è ritenuto non significativo.

Tabella 16 – Impatti indotti dagli interventi del Piano d'Azione

Codice Identificativo Intervento	Tipologia di Intervento	Aria	Acqua	Suolo	Biodiversità	Paesaggio	Salute	Sicurezza
asf_01	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	++					+++	+
asf_02	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	++					+++	+
asf_03	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	++					+++	+
asf_04	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	++					+++	+
asf_05	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	++					+++	+

Codice Identificativo Intervento	Tipologia di Intervento	Aria	Acqua	Suolo	Biodiversità	Paesaggio	Salute	Sicurezza
bar_01	Barriera antirumore	++		-		-	+++	++
bar_02	Barriera antirumore	++		-		-	+++	++

9. SINTESI DEI RISULTATI DEL PIANO D'AZIONE (ANTE-OPERAM)

Di seguito vengono riepilogate le informazioni delle aree critiche appartenenti all'infrastruttura stradale in questione, in termini di:

- ✓ identificativo dell'area critica,
- ✓ popolazione analizzata (residenti, alunni o numero di posti letto),
- ✓ numero di edifici analizzati (edifici residenziali, scolastici e con funzione sanitaria),
- ✓ valori massimi degli indicatori acustici $L_{Aeq,diurno}$ e $L_{Aeq,notturno}$ per il ricettore maggiormente esposto, derivanti dai risultati delle simulazioni ante-operam;
- ✓ conteggio della popolazione esposta a livelli $L_{Aeq,diurno}$ e $L_{Aeq,notturno}$ superiori ai valori limite, derivanti dai risultati delle simulazioni ante-operam.

Tabella 17 – Risultati delle simulazioni ante-operam

ID Area critica	ID infrastruttura	Popolazione residente nell'area critica	Numero di iscritti alle scuole presenti nell'area critica	Numero di posti letto nei sanitari presenti nell'area critica	Numero di edifici residenziali nell'area critica	Numero di edifici scolastici nell'area critica	Numero di edifici sanitari nell'area critica	$L_{Aeq,diurno_max}$ (valore massimo sull'edificio più esposto)	$L_{Aeq,notturno_max}$ (valore massimo sull'edificio più esposto)	Popolazione esposta a valori di $L_{Aeq,diurno}$ superiore ai valori limite	Popolazione esposta a valori di $L_{Aeq,notturno}$ superiore ai valori limite
IT_a_rd0036001_001	IT_a_rd0036001	29	0	0	11	0	0	72.4	66.3	8	23
IT_a_rd0036001_002	IT_a_rd0036001	492	0	154	72	0	2	74.3	68.3	243	288
IT_a_rd0036001_003	IT_a_rd0036001	101	0	0	20	0	0	71.0	64.8	5	5
IT_a_rd0036001_004	IT_a_rd0036001	1325	2455	0	212	5	0	72.4	66.0	1208	5
IT_a_rd0036003_001	IT_a_rd0036003	400	0	0	435	0	0	72.1	65.3	11	22

10. SINTESI DEI RISULTATI DEL PIANO D'AZIONE (POST-OPERAM)

Utilizzando il modello di simulazione descritto nel capitolo 6 del presente report, nel quale sono stati inseriti gli interventi di mitigazione acustica descritti nel paragrafo 7.3, le simulazioni sono state ripetute nella configurazione post-operam.

In questo capitolo vengono riportati ed analizzati i risultati del Piano d'Azione. Questi vengono forniti secondo quanto richiesto ai sensi dell'articolo 1, lettera f, Allegato 5 del D. Lgs. 194/2005, per la fase post-operam e di valutazione del beneficio degli interventi.

10.1 Risultati per area critica

Nella seguente tabella vengono esplicitati i seguenti risultati:

- ✓ valori massimi degli indicatori acustici $L_{Aeq,diurno}$ e $L_{Aeq,notturno}$ per il ricettore maggiormente esposto, nella fase ante-operam e post-operam;
- ✓ quantificazione del numero degli esposti a livelli acustici superiori ai limiti, per ciascuna area critica, nella fase ante-operam e post-operam.

A seguito della individuazione degli interventi di mitigazione acustica, per ogni area critica esaminata viene effettuata una stima dei benefici attesi in termini di riduzione dei livelli massimi in facciata e di popolazione esposta. Si veda la tabella seguente.

Tabella 18 –Risultati delle simulazioni ante e post-operam

AREA_CRITICA	Interventi previsti nell'area critica	$L_{Aeq,diurno_max}$ valore massimo sull'edificio più esposto)			$L_{Aeq,notturno_max}$ (valore massimo sull'edificio più esposto)			Popolazione esposta a valori di $L_{Aeq,diurno}$ superiore ai valori limite			Popolazione esposta a valori di $L_{Aeq,notturno}$ superiore ai valori limite		
		ante operam	post operam	confronto	ante operam	post operam	confronto	ante operam	post operam	confronto	ante operam	post operam	confronto
IT_a_rd0036001_001	asf_01	72.4	69.4	-3	66.3	63.3	-3	8	0	-8	23	13	-10
IT_a_rd0036001_002	asf_02	74.3	71.3	-3	68.3	65.3	-3	234	180	-64	288	244	-44
IT_a_rd0036001_003	asf_03	71.0	68.0	-3	64.8	61.8	-3	5	0	-5	5	5	0
IT_a_rd0036001_004	asf_04, bar_01, bar_02	72.4	69.4	-3	66.3	63.3	-3	1209	854	-355	5	2	-3
IT_a_rd0036003_001	asf_05	72.1	69.1	-3	65.3	62.3	-3	11	0	-11	22	11	-11

10.2 Intervalli di esposizione

Di seguito viene riportata la stima del numero assoluto e percentuale di popolazione e di edifici esposte agli intervalli, per il periodo di riferimento diurno (indicatore acustico $L_{Aeq,diurno}$) e per il periodo di riferimento notturno (indicatore acustico $L_{Aeq,notturno}$). Diversamente a quanto riportato per i risultati della mappatura acustica, i dati che seguono sono relativi al numero totale di esposti (residenti + iscritti a scuole + numero di posti letto negli ospedali) e di edifici (edifici residenziali + edifici scolastici + edifici ospedalieri). Inoltre, per quanto riguarda l'analisi nel periodo di riferimento notturno, non viene fatto riferimento agli edifici scolastici ed ai relativi alunni iscritti, stante l'orario di attività delle strutture stesse.

Tabella 19 – Intervalli di esposizione (IT_rd0036001: S.P. 034 "di Rosano")

$L_{Aeq,diurno}$ [dB(A)]	Popolazione ANTE OPERAM		Popolazione POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<55	7.958	75,5	8.434	80,0
55-60	802	7,6	1.210	11,5
60-65	1.225	11,6	471	4,5
65-70	333	3,2	220	2,1
70-75	227	2,2	210	2,0
>=75	0	0,0	0	0,0
TOTALE	10.545	100,0	10.545	100,0
$L_{Aeq,notturno}$ [dB(A)]	Popolazione ANTE OPERAM		Popolazione POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<50	6.593	81,5	6.717	83,0
50-55	569	7,0	588	7,3
55-60	447	5,5	396	4,9
60-65	380	4,7	357	4,4
65-70	100	1,2	32	0,4
>=70	0	0,0	0	0,0
TOTALE	8.090	100,0	8.090	100,0

$L_{Aeq,diurno}$ [dB(A)]	Edifici ANTE OPERAM		Edifici POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<55	763	80,9	783	83,1
55-60	71	7,5	69	7,3
60-65	60	6,4	50	5,3
65-70	31	3,3	30	3,2
70-75	18	1,9	10	1,1
>=75	0	0,0	0	0,0
TOTALE	942	100,0	942	100,0
$L_{Aeq,notturno}$ [dB(A)]	Edifici ANTE OPERAM		Edifici POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<50	767	81,8	787	84,0
50-55	75	8,0	70	7,5
55-60	56	6,0	51	5,4
60-65	30	3,2	27	2,9
65-70	10	1,1	2	0,2
>=70	0	0,0	0	0,0
TOTALE	937	100,0	937	100,0

Tabella 20 – Intervalli di esposizione (IT_rd0036002: S.P. 005 "Lucchese")

$L_{Aeq,diurno}$ [dB(A)]	Popolazione ANTE OPERAM		Popolazione POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<55	2.684	57,7	2.684	57,7
55-60	503	10,8	503	10,8
60-65	388	8,3	388	8,3
65-70	921	19,8	921	19,8
70-75	155	3,3	155	3,3
>=75	0	0,0	0	0,0
TOTALE	4.651	100,0	4.651	100,0

$L_{Aeq,notturno}$ [dB(A)]	Popolazione ANTE OPERAM		Popolazione POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<50	2.554	54,9	2.554	54,9
50-55	611	13,1	611	13,1
55-60	392	8,4	392	8,4
60-65	938	20,2	938	20,2
65-70	155	3,3	155	3,3
>=70	0	0,0	0	0,0
TOTALE	4.651	100,0	4.651	100,0

$L_{Aeq,diurno}$ [dB(A)]	Edifici ANTE OPERAM		Edifici POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<55	381	81,1	381	81,1
55-60	36	7,7	36	7,7
60-65	24	5,1	24	5,1
65-70	26	5,5	26	5,5
70-75	3	0,6	3	0,6
>=75	0	0,0	0	0,0
TOTALE	470	100,0	470	100,0

$L_{Aeq,notturno}$ [dB(A)]	Edifici ANTE OPERAM		Edifici POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<50	369	78,5	369	78,5
50-55	43	9,1	43	9,1
55-60	27	5,7	27	5,7
60-65	28	6,0	28	6,0
65-70	3	0,6	3	0,6
>=70	0	0,0	0	0,0
TOTALE	470	100,0	470	100,0

Tabella 21 – Intervalli di esposizione (IT_rd0036003: S.P. 053 "S. Domenico - Fiesole")

$L_{Aeq,diurno}$ [dB(A)]	Popolazione ANTE OPERAM		Popolazione POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<55	872	87,2	890	89,0
55-60	47	4,7	36	3,6
60-65	22	2,2	25	2,5
65-70	47	4,7	49	4,9
70-75	11	1,1	0	0,0
>=75	0	0,0	0	0,0
TOTALE	999	100,0	999	100,0

$L_{Aeq,notturno}$ [dB(A)]	Popolazione ANTE OPERAM		Popolazione POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<50	894	89,4	910	91,1
50-55	26	2,6	22	2,2
55-60	55	5,5	52	5,2
60-65	25	2,5	14	1,4
65-70	0	0,0	0	0,0
>=70	0	0,0	0	0,0
TOTALE	999	100,0	999	100,0

$L_{Aeq,diurno}$ [dB(A)]	Edifici ANTE OPERAM		Edifici POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<55	755	88,2	770	90,0
55-60	48	5,6	41	4,8
60-65	24	2,8	24	2,8
65-70	20	2,3	20	2,3
70-75	9	1,1	1	0,1
>=75	0	0,0	0	0,0
TOTALE	856	100,0	856	100,0

$L_{Aeq,notturno}$ [dB(A)]	Edifici ANTE OPERAM		Edifici POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<50	772	90,2	786	91,8
50-55	36	4,2	34	4,0
55-60	28	3,3	22	2,6
60-65	19	2,2	14	1,6
65-70	1	0,1	0	0,0
>=70	0	0,0	0	0,0
TOTALE	856	100,0	856	100,0

Tabella 22 – Intervalli di esposizione (IT_rd0036003: S.P. 131 "di Bilancino")

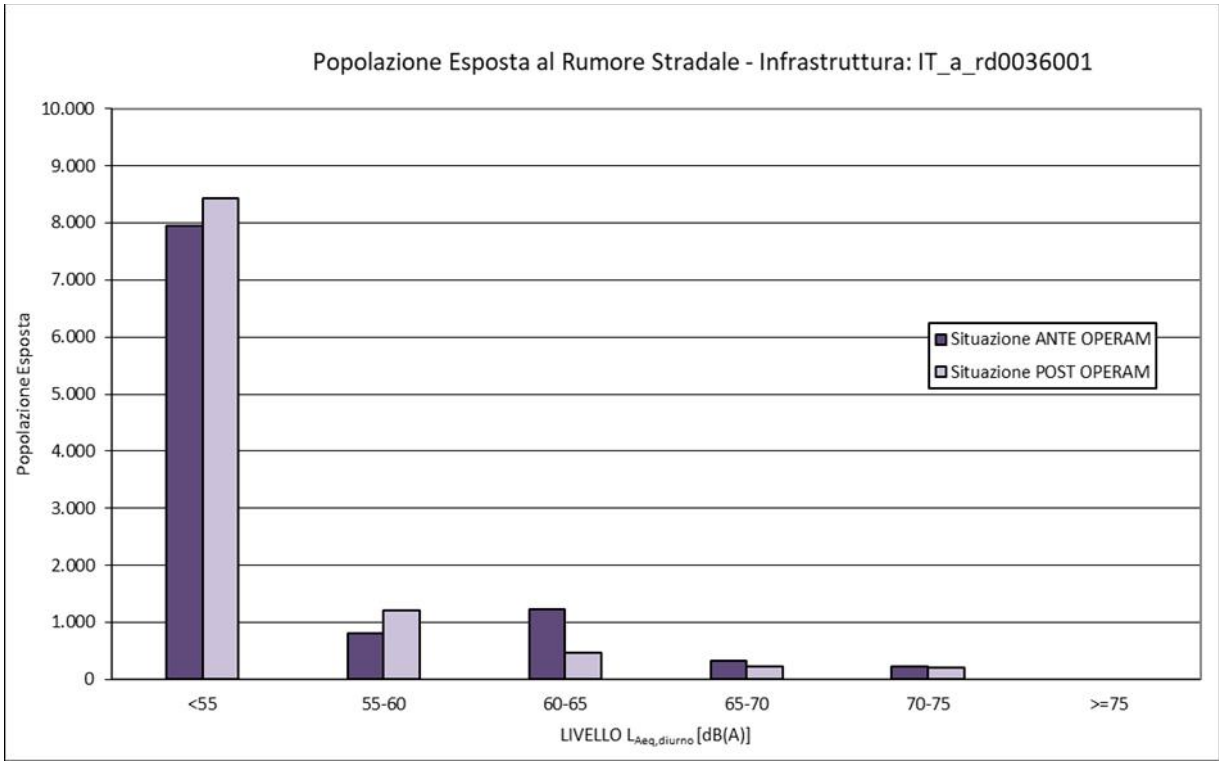
$L_{Aeq,diurno}$ [dB(A)]	Popolazione ANTE OPERAM		Popolazione POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<55	1.196	96,8	1.196	96,8
55-60	28	2,2	28	2,2
60-65	6	0,5	6	0,5
65-70	6	0,5	6	0,5
70-75	0	0,0	0	0,0
>=75	0	0,0	0	0,0
TOTALE	1.235	100,0	1.235	100,0

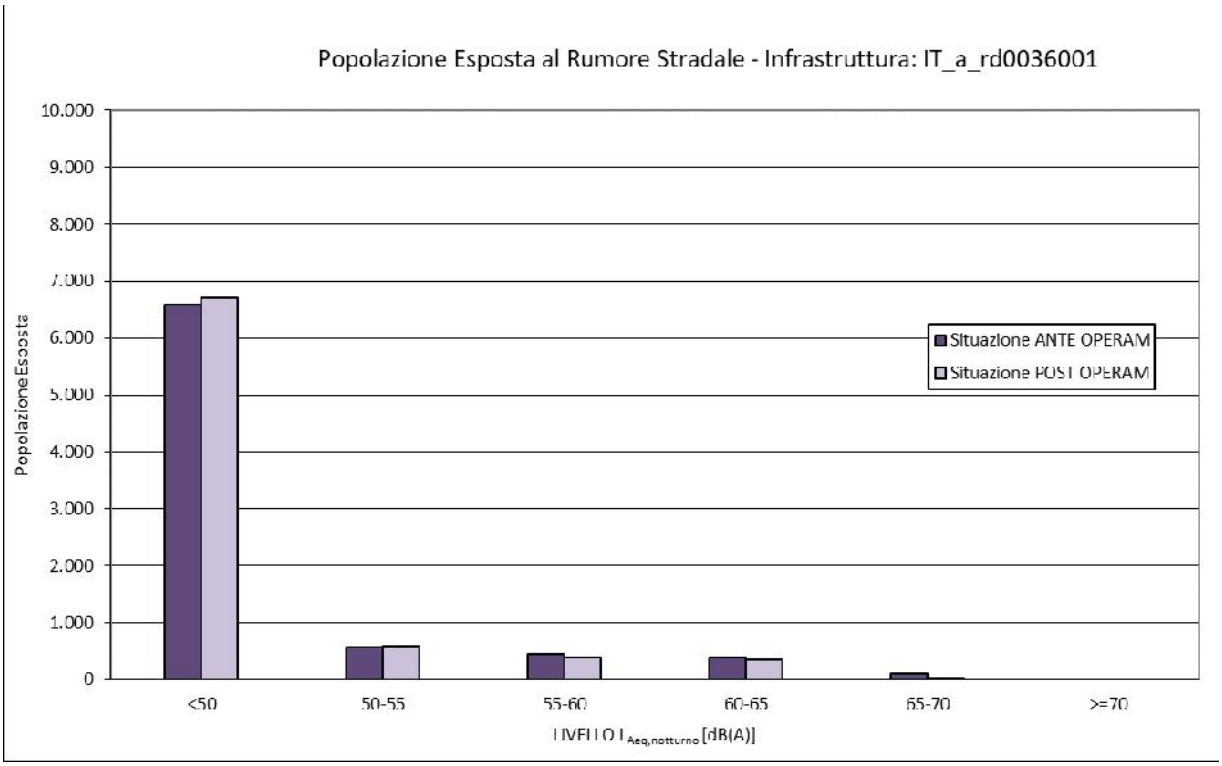
$L_{Aeq,notturno}$ [dB(A)]	Popolazione ANTE OPERAM		Popolazione POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<50	915	95,8	915	95,8
50-55	28	2,9	28	2,9
55-60	6	0,6	6	0,6
60-65	6	0,7	6	0,7
65-70	0	0,0	0	0,0
>=70	0	0,0	0	0,0
TOTALE	955	100,0	955	100,0

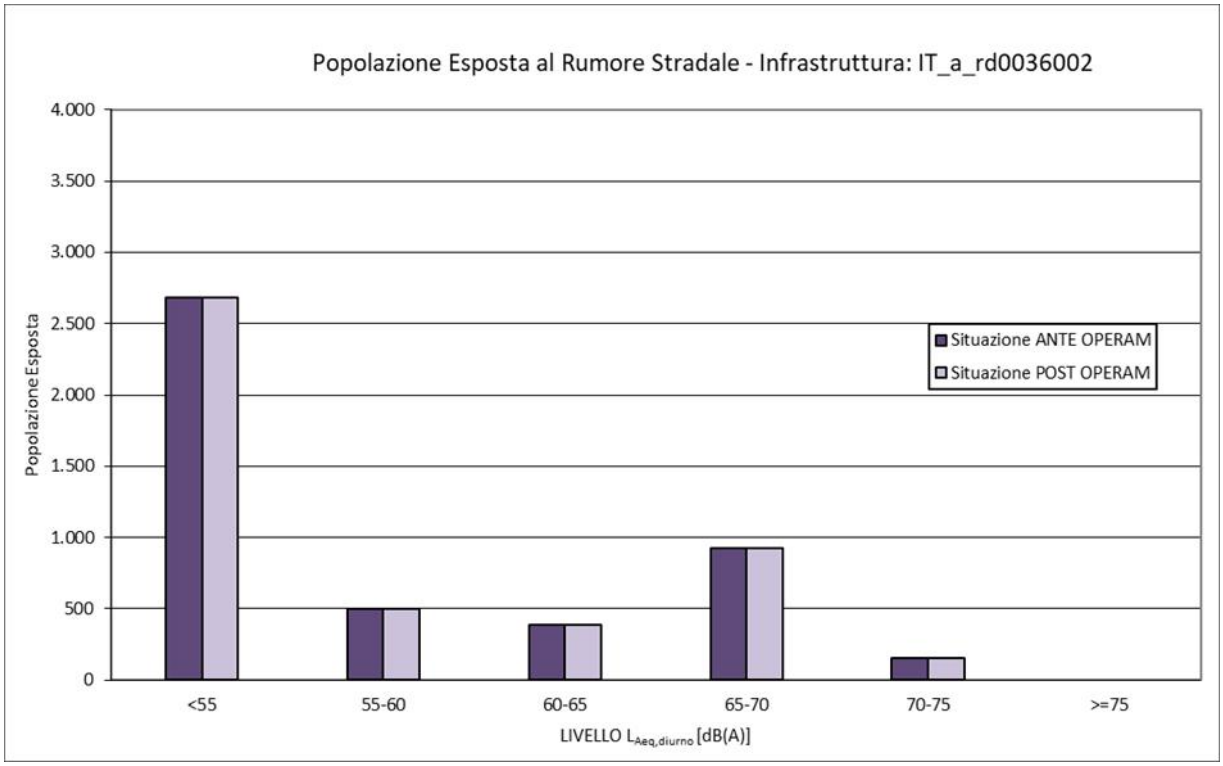
$L_{Aeq,diurno}$ [dB(A)]	Edifici ANTE OPERAM		Edifici POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<55	414	92,0	414	92,0
55-60	21	4,7	21	4,7
60-65	10	2,2	10	2,2
65-70	2	0,4	2	0,4
70-75	3	0,7	3	0,7
>=75	0	0,0	0	0,0
TOTALE	450	100,0	450	100,0

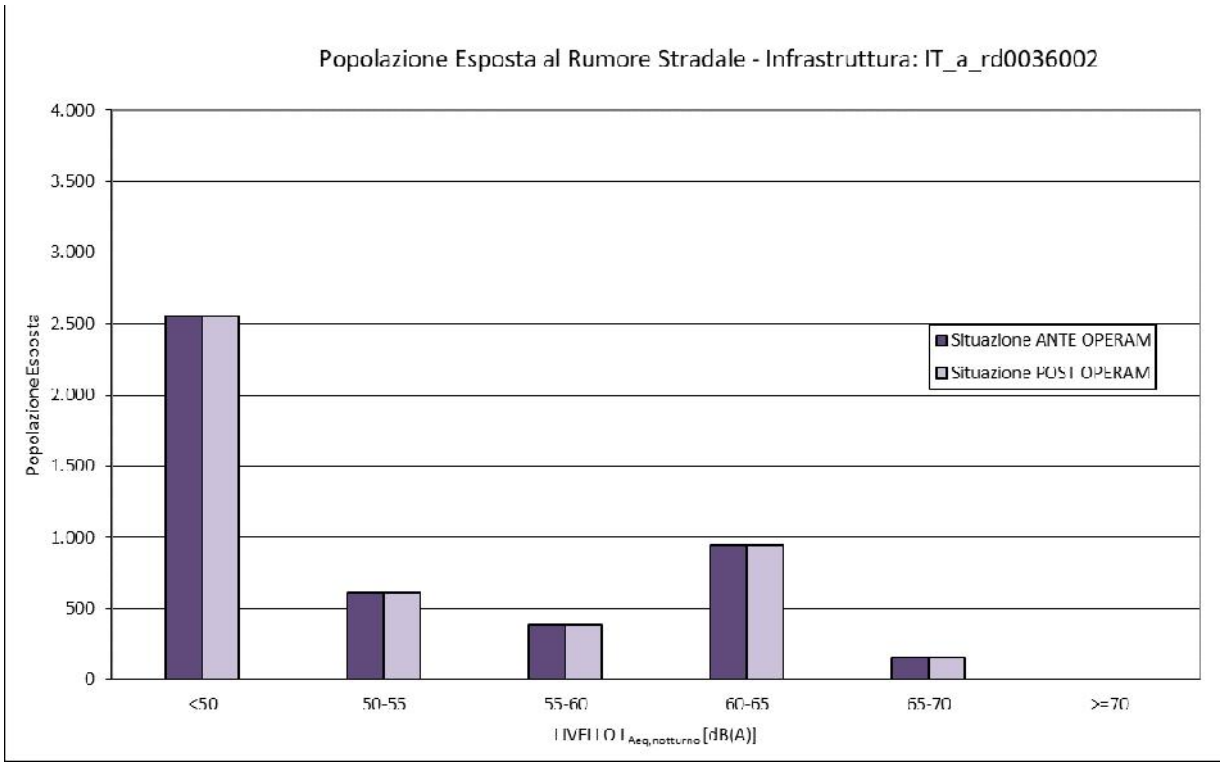
$L_{Aeq,notturno}$ [dB(A)]	Edifici ANTE OPERAM		Edifici POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<50	411	91,5	411	91,5
50-55	22	4,9	22	4,9
55-60	11	2,4	11	2,4
60-65	4	0,9	4	0,9
65-70	1	0,2	1	0,2
>=70	0	0,0	0	0,0
TOTALE	449	100,0	449	100,0

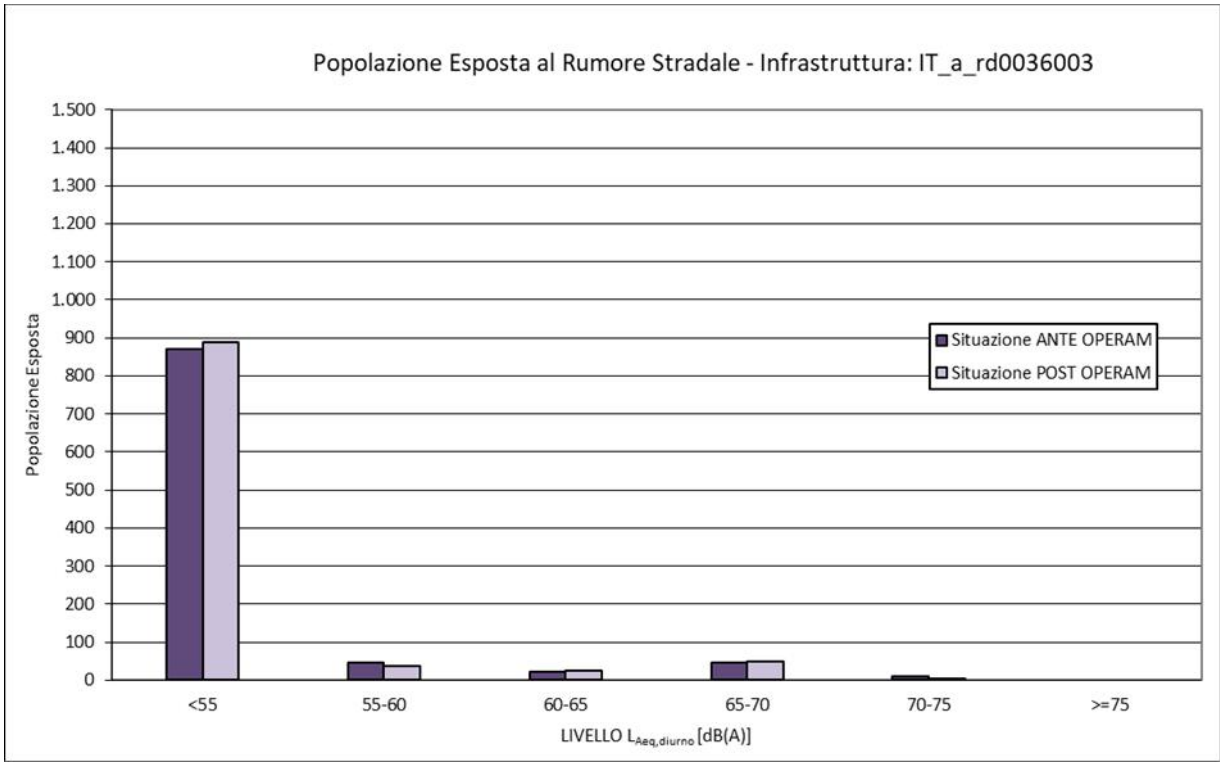
Figura 2 – Intervalli di esposizione (popolazione)

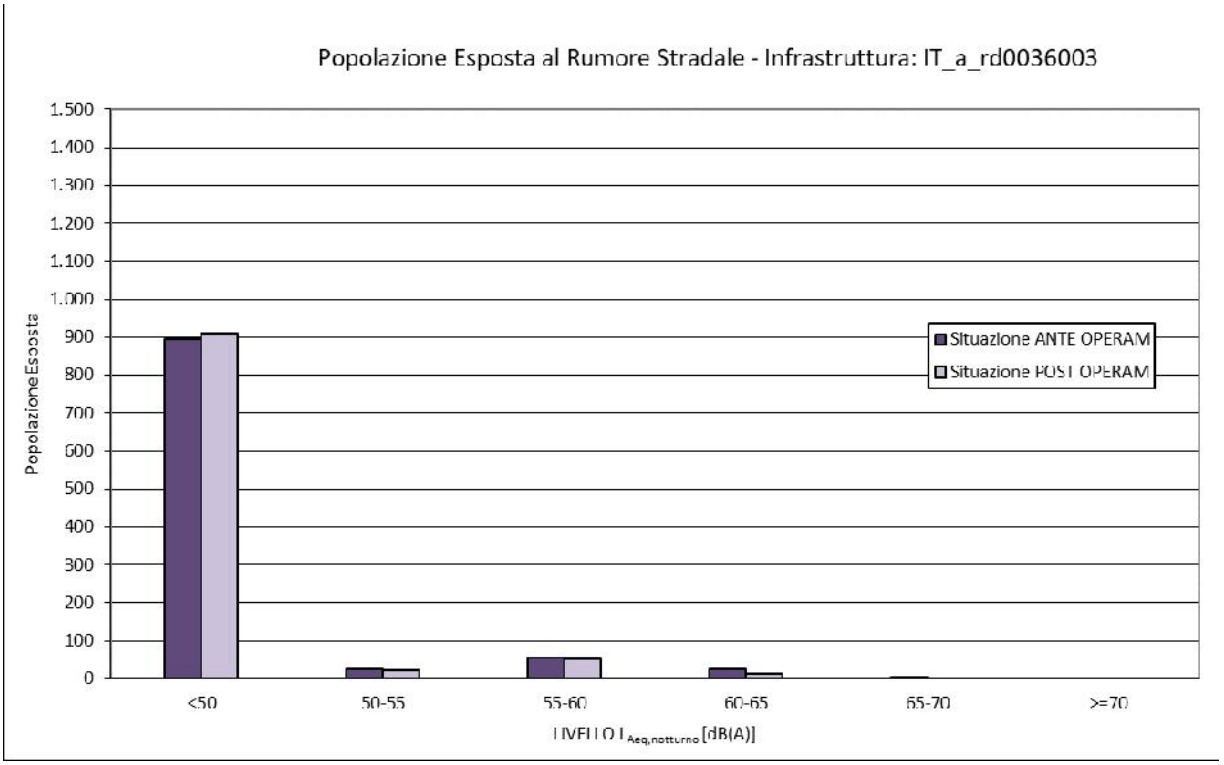


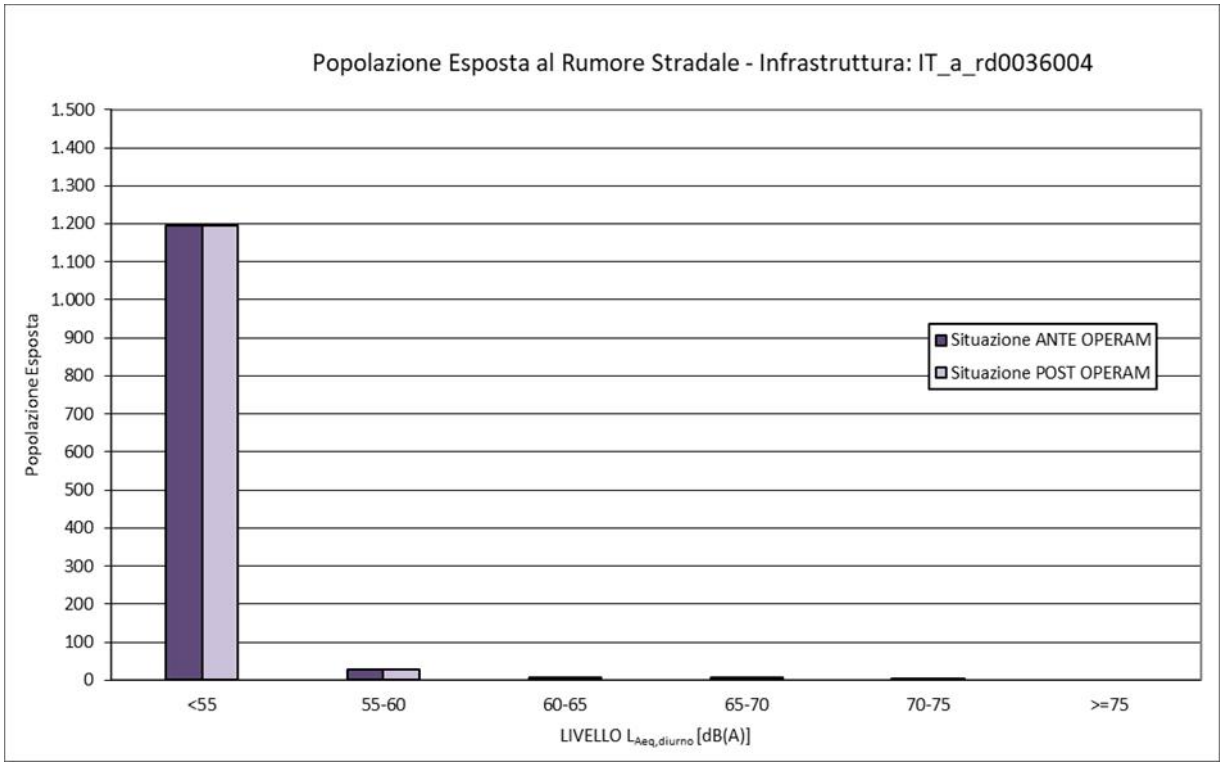



Popolazione Esposta al Rumore Stradale - Infrastruttura: IT_a_rd0036002
4.000
3.500
3.000
2.500
2.000
1.500
1.000
500
0
PopolazioneEsposta
Situazione ANTE OPERAM
Situazione POST OPERAM
<55
55-60
60-65
65-70
70-75
>=75
LIVELLO $L_{Aeq,diurno}$ [dB(A)]


Popolazione Esposta al Rumore Stradale - Infrastruttura: IT_a_rd0036002
4.000
3.500
3.000
2.500
2.000
1.500
1.000
500
0
PopolazioneEsposta
Situazione ANTE OPERAM
Situazione POST OPERAM
<50
50-55
55-60
60-65
65-70
>=70
LIVELLO $L_{Aeq,notturno}$ [dB(A)]


Popolazione Esposta al Rumore Stradale - Infrastruttura: IT_a_rd0036003
Popolazione Esposta
1.500
1.400
1.300
1.200
1.100
1.000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Situazione ANTE OPERAM
Situazione POST OPERAM
<55
55-60
60-65
65-70
70-75
>=75
LIVELLO $L_{Aeq,diurno}$ [dB(A)]


Popolazione Esposta al Rumore Stradale - Infrastruttura: IT_a_rd0036003
Popolazione Esposta
1.500
1.400
1.300
1.200
1.100
1.000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Situazione ANTE OPERAM
Situazione POST OPERAM
<50
50-55
55-60
60-65
65-70
>=70
LIVELLO $L_{Aeq,notturno}$ [dB(A)]


Popolazione Esposta al Rumore Stradale - Infrastruttura: IT_a_rd0036004
PopolazioneEsposta
1.500
1.400
1.300
1.200
1.100
1.000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Situazione ANTE OPERAM
Situazione POST OPERAM
<55
55-60
60-65
65-70
70-75
>=75
LIVELLO LAeq,diurno [dB(A)]

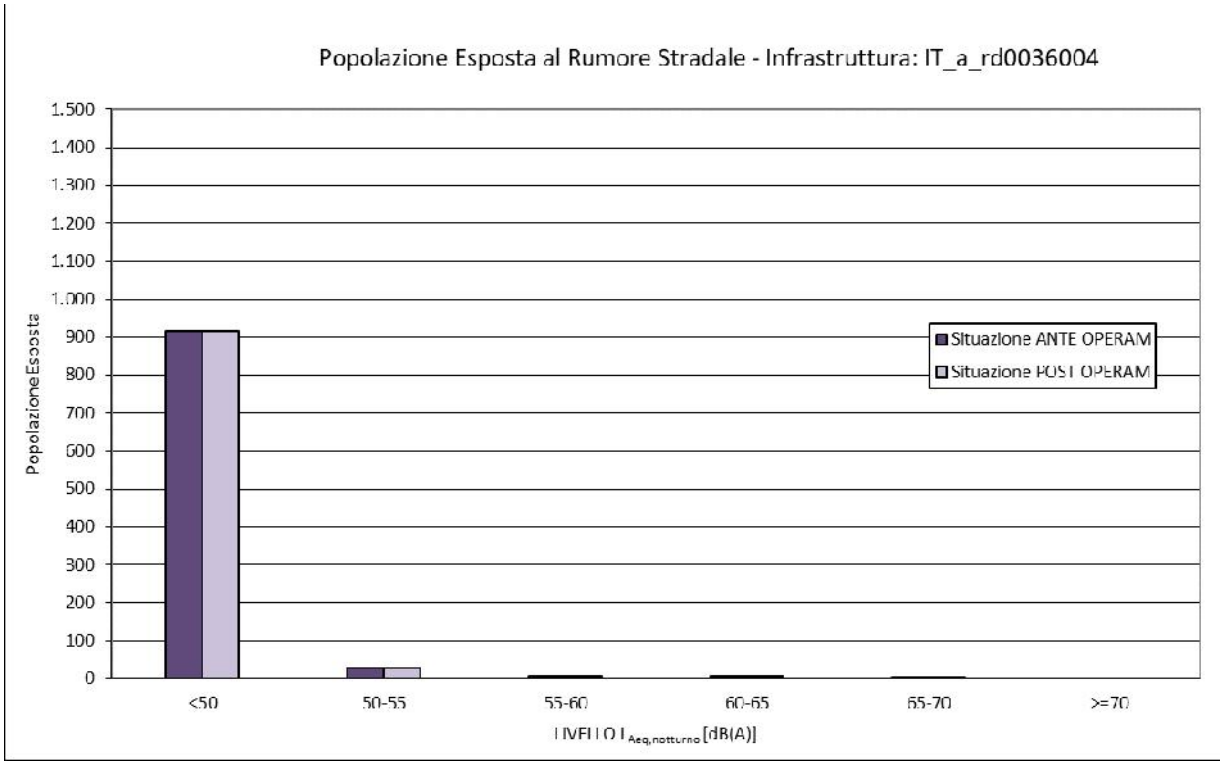
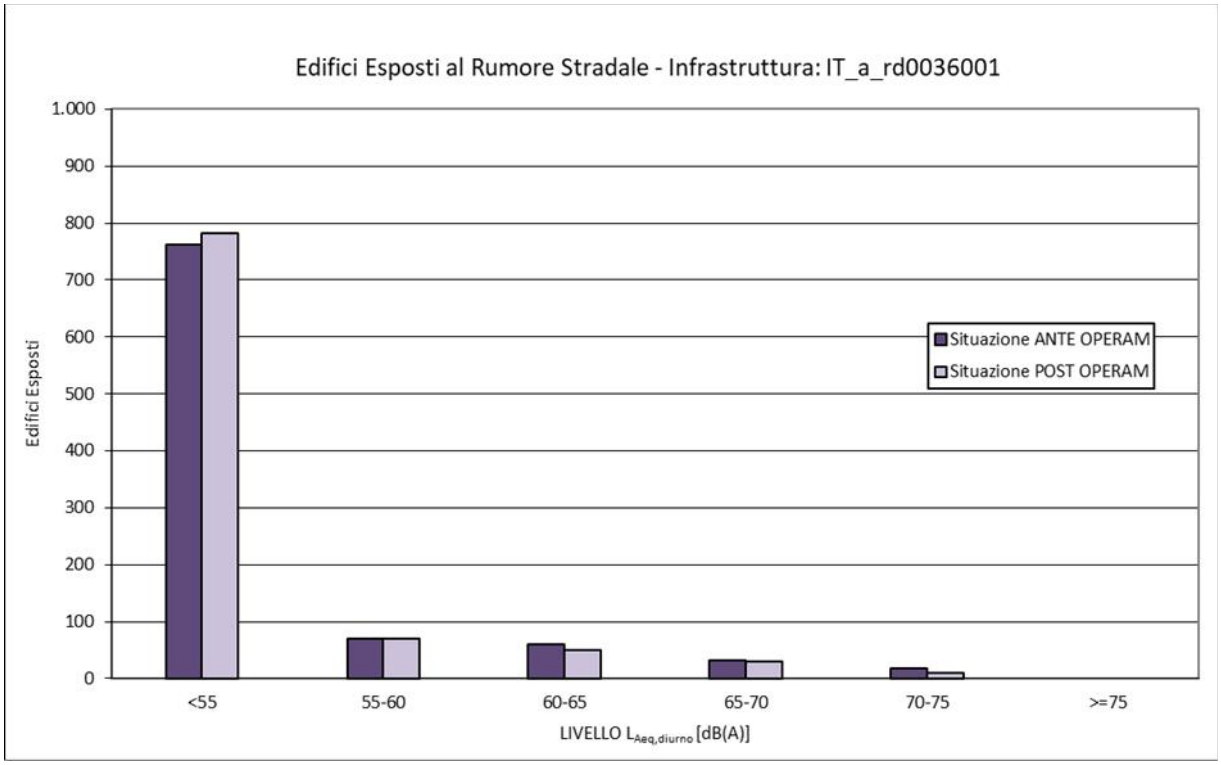
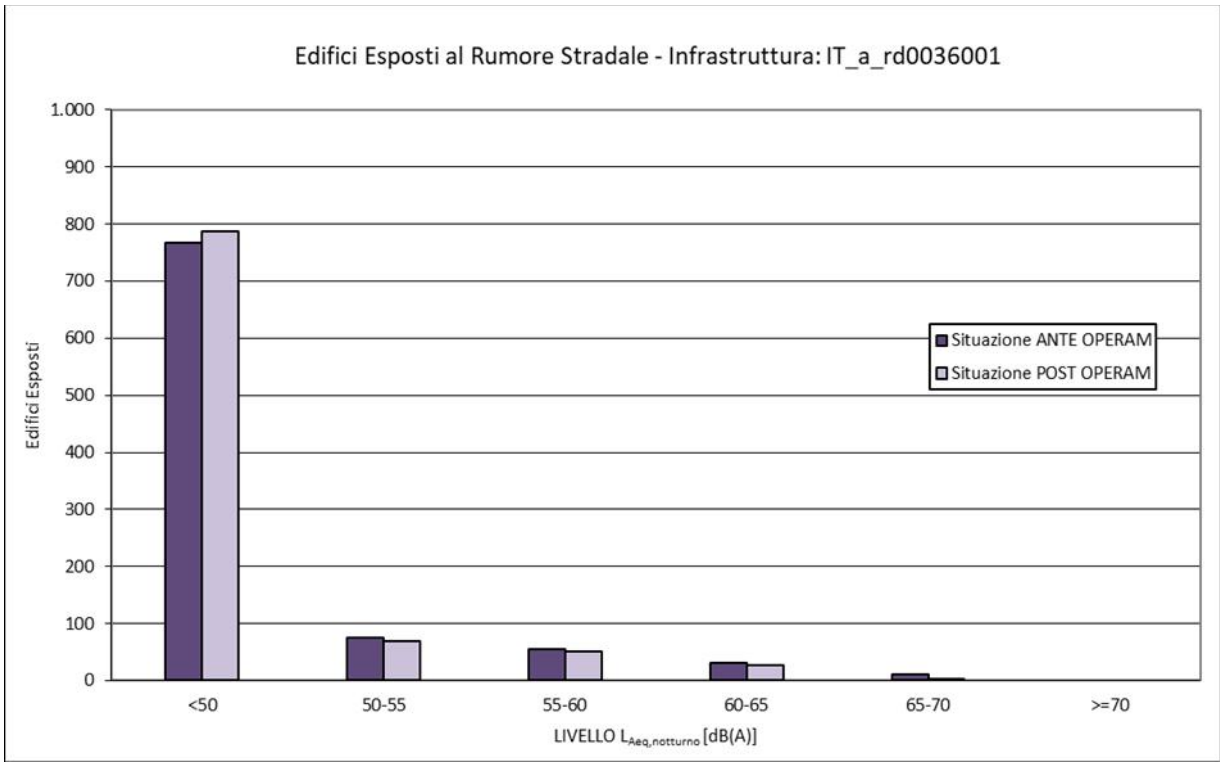
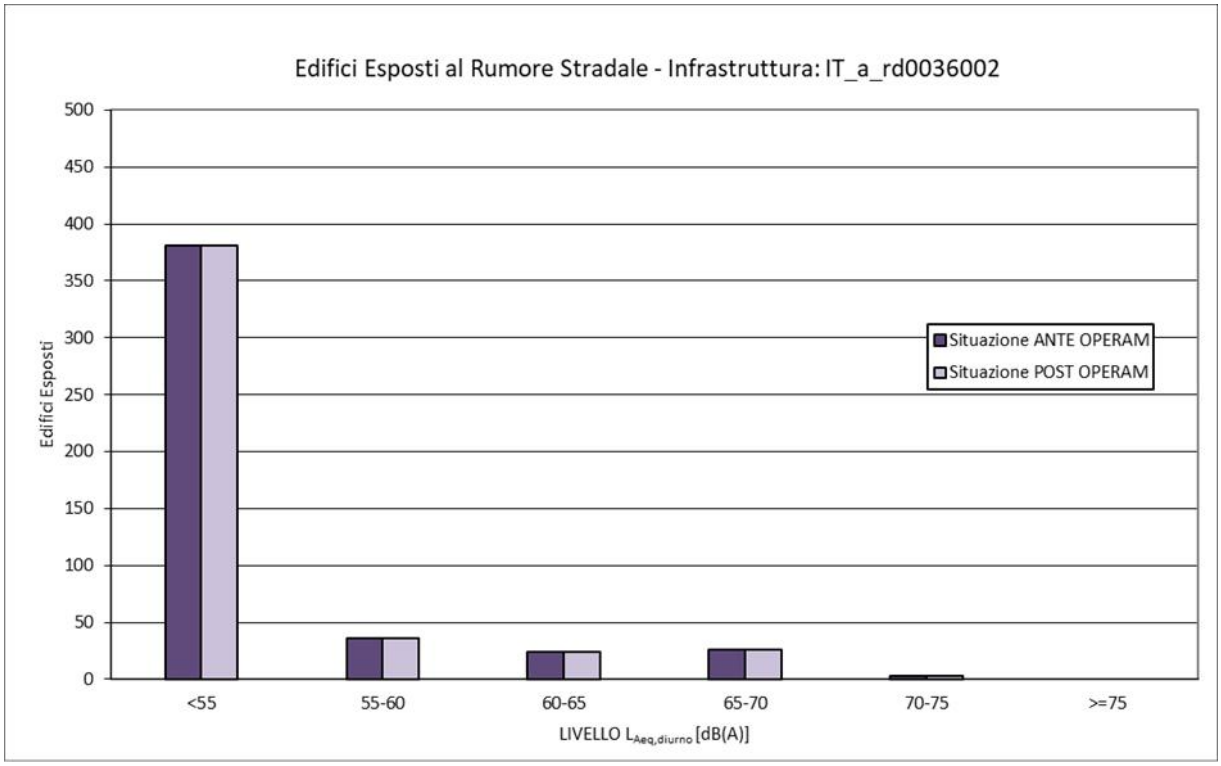
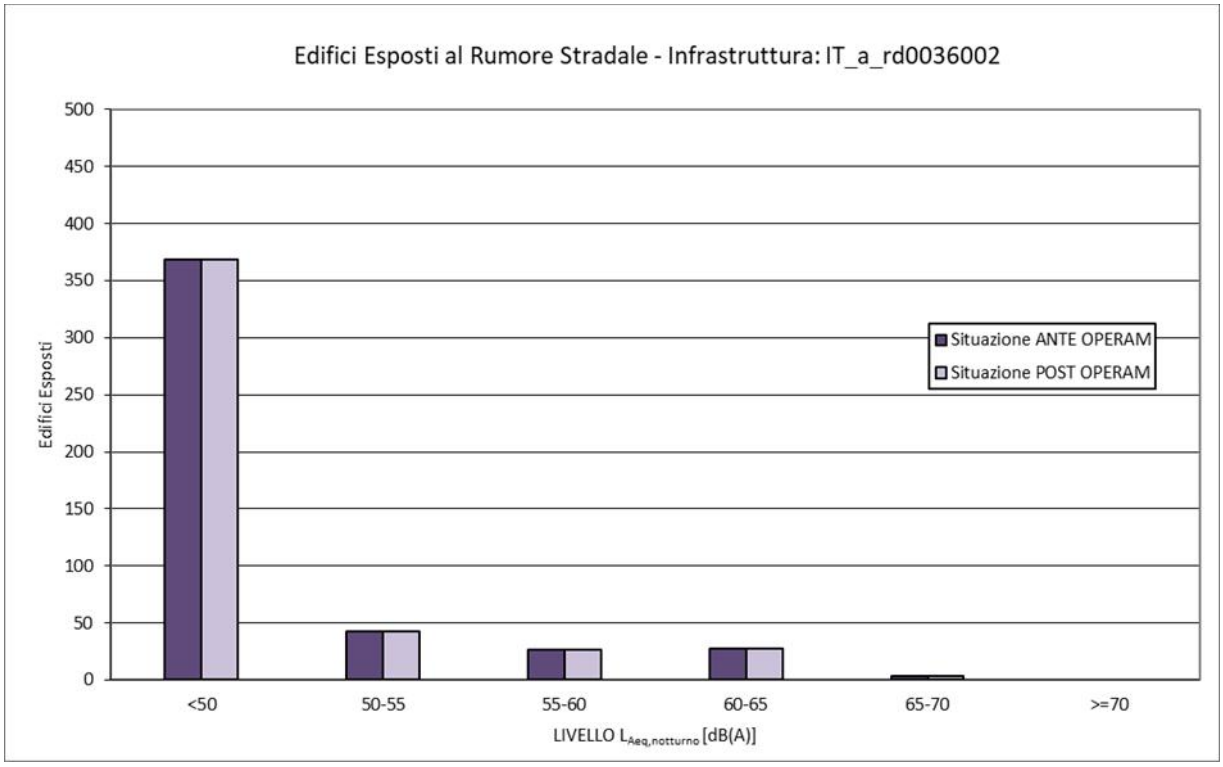

Popolazione Esposta al Rumore Stradale - Infrastruttura: IT_a_rd0036004
PopolazioneEsposta
1.500
1.400
1.300
1.200
1.100
1.000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Situazione ANTE OPERAM
Situazione POST OPERAM
<50
50-55
55-60
60-65
65-70
>=70
LIVELLO LAeq,notturno [dB(A)]

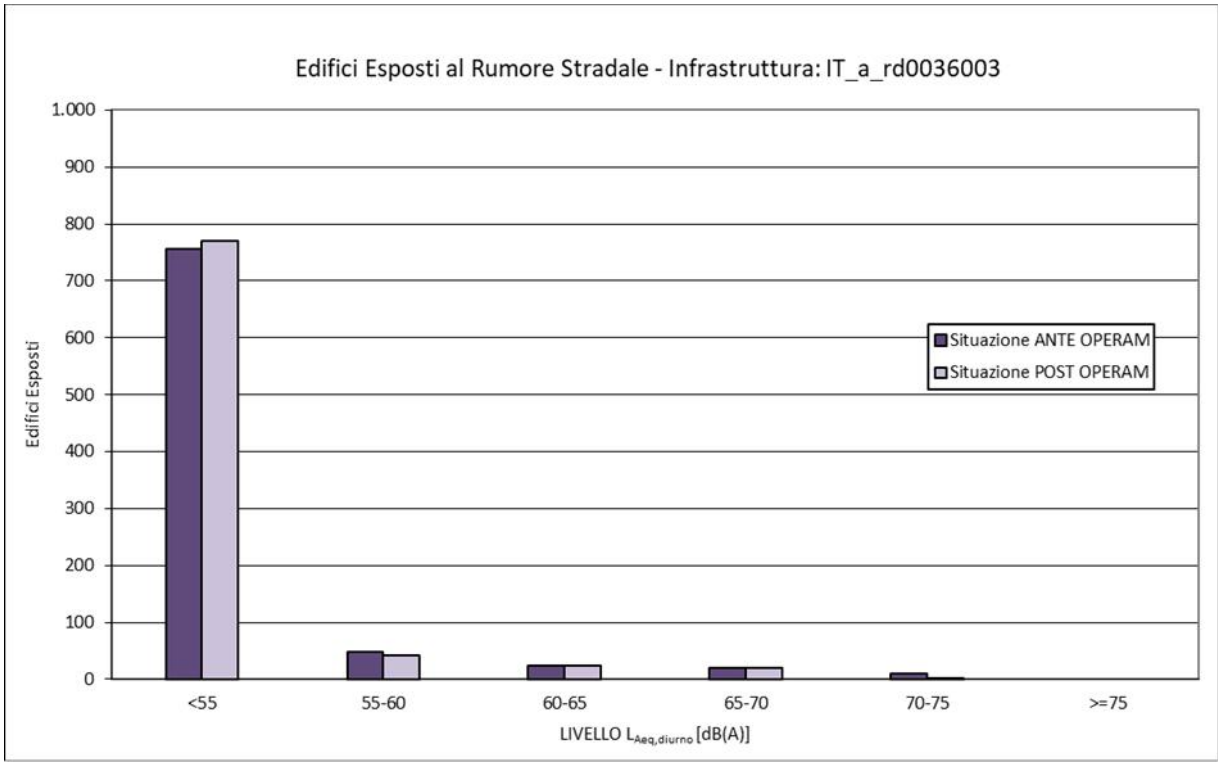
Figura 3 – Intervalli di esposizione (edifici)

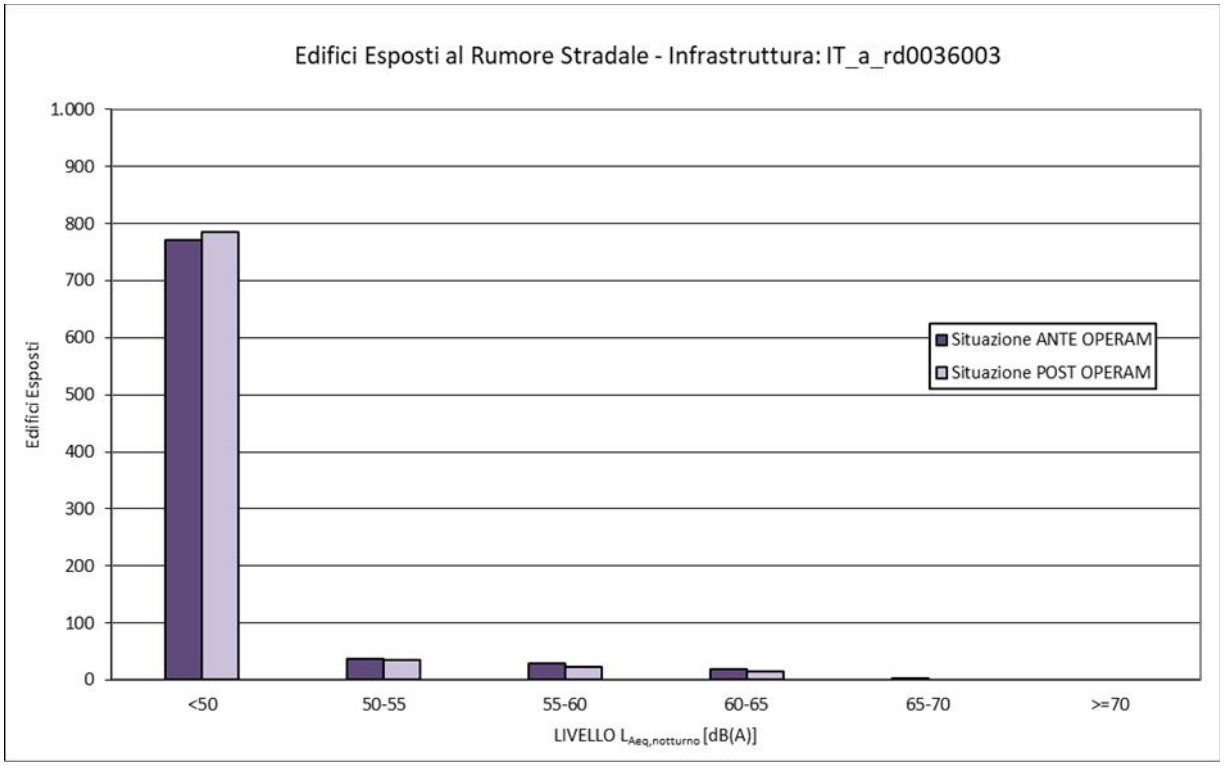


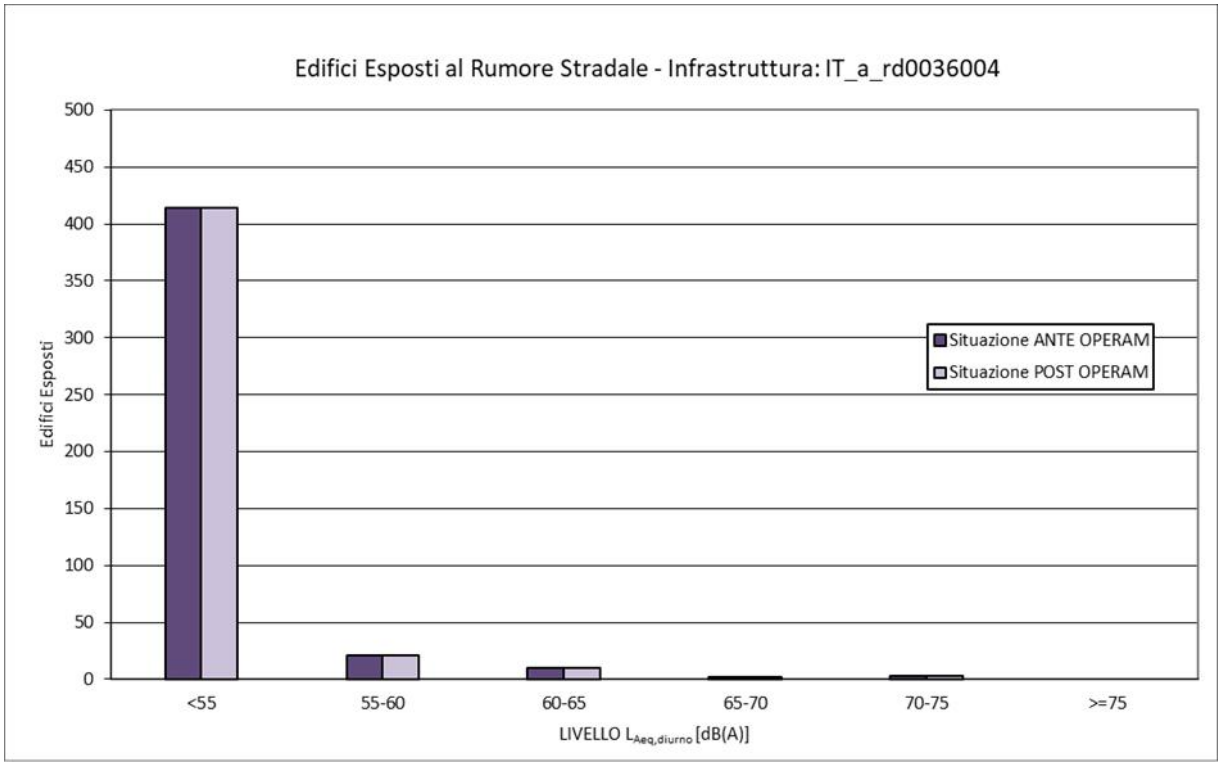


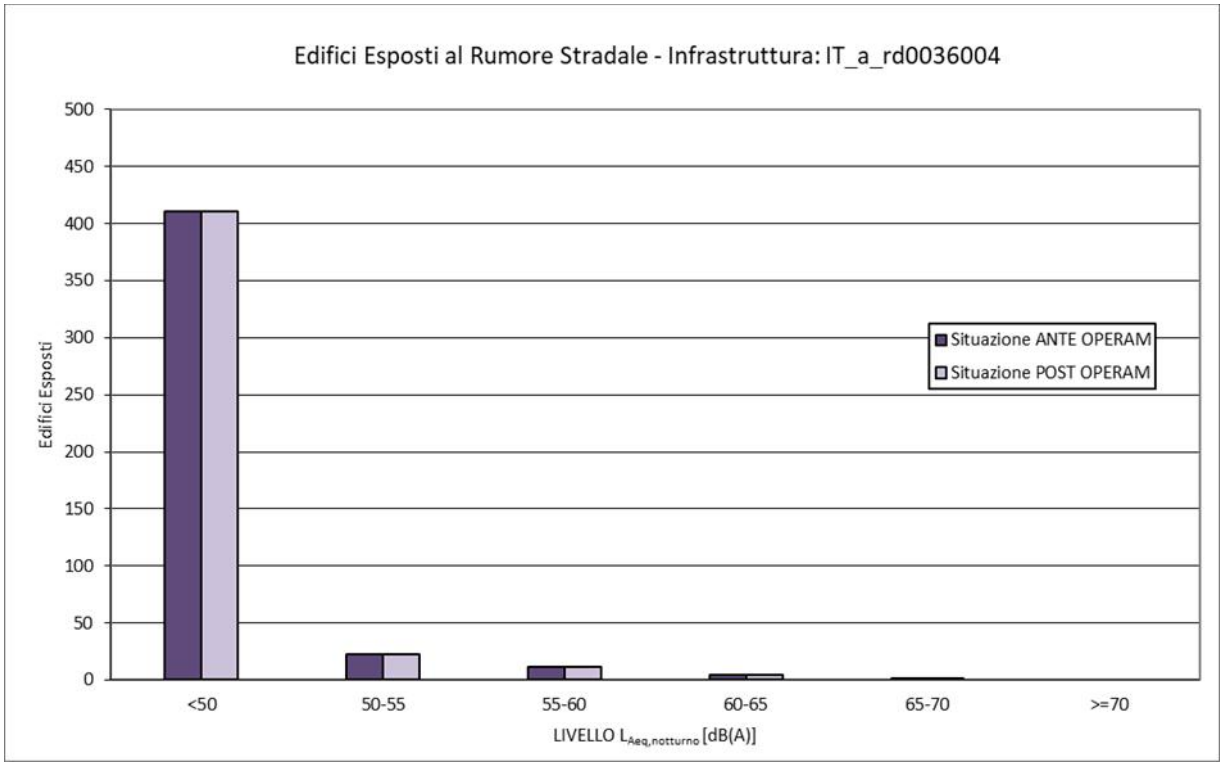

Edifici Esposti al Rumore Stradale - Infrastruttura: IT_a_rd0036002
Edifici Esposti
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
Situazione ANTE OPERAM
Situazione POST OPERAM
<55
55-60
60-65
65-70
70-75
>=75
LIVELLO $L_{Aeq,diurno}$ [dB(A)]


Edifici Esposti al Rumore Stradale - Infrastruttura: IT_a_rd0036002
Edifici Esposti
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
Situazione ANTE OPERAM
Situazione POST OPERAM
<50
50-55
55-60
60-65
65-70
>=70
LIVELLO $L_{Aeq,notturno}$ [dB(A)]


Edifici Esposti al Rumore Stradale - Infrastruttura: IT_a_rd0036003
Edifici Esposti
1.000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Situazione ANTE OPERAM
Situazione POST OPERAM
<55
55-60
60-65
65-70
70-75
>=75
LIVELLO L Aeq,diurno [dB(A)]


Edifici Esposti al Rumore Stradale - Infrastruttura: IT_a_rd0036003
Edifici Esposti
1.000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Situazione ANTE OPERAM
Situazione POST OPERAM
<50
50-55
55-60
60-65
65-70
>=70
LIVELLO L Aeq,notturno [dB(A)]





Dall'analisi dei risultati è possibile trarre le seguenti considerazioni. Gli interventi di mitigazione definiti nel Piano comportano:

- ✓ **Infrastruttura IT_a_rd_0036001:** aumento degli esposti alle fasce più basse (55 dB(A) nel periodo di riferimento diurno e 50 dB(A) nel periodo di riferimento notturno) di circa il 5%, sia per il numero di persone che per il numero di edifici.

- ✓ **Infrastruttura IT_a_rd_0036003:** aumento degli esposti alle fasce più basse (55 dB(A) nel periodo di riferimento diurno e 50 dB(A) nel periodo di riferimento notturno) di circa il 2% sia per il numero di persone che per il numero di edifici.
- ✓ **Infrastrutture IT_a_rd_0036002, IT_a_rd_0036004:** nel presente Piano non sono previsti interventi di mitigazione per tali strade.

10.3 Quantificazione del numero degli esposti

Di seguito viene valutato il numero (assoluto e percentuale) di esposti a livelli acustici superiori ai limiti consentiti, in termini di persone (residenti e/o iscritti e/o posti letto), confrontando la situazione ante-operam con quella post-operam.

Nella seguente tabella vengono riportati i risultati del confronto, che vengono poi visualizzati negli istogrammi riportati nella successiva figura.

Tabella 23 – Sintesi dei risultati del Piano d'Azione (quantificazione del numero di esposti, $L_{Aeq,diurno}$)

Strada	Persone esposte a livelli acustici superiori ai limiti consentiti			
	Situazione ANTE-OPERAM		Situazione POST-OPERAM	
	Numero	Percentuale	Numero	Percentuale
IT_a_rd_0036001	1.589	15,1	1.158	11,0
IT_a_rd_0036002	155	3,3	155	3,3
IT_a_rd_0036003	11	1,1	1	0,1
IT_a_rd_0036004	0	0,0	0	0,0

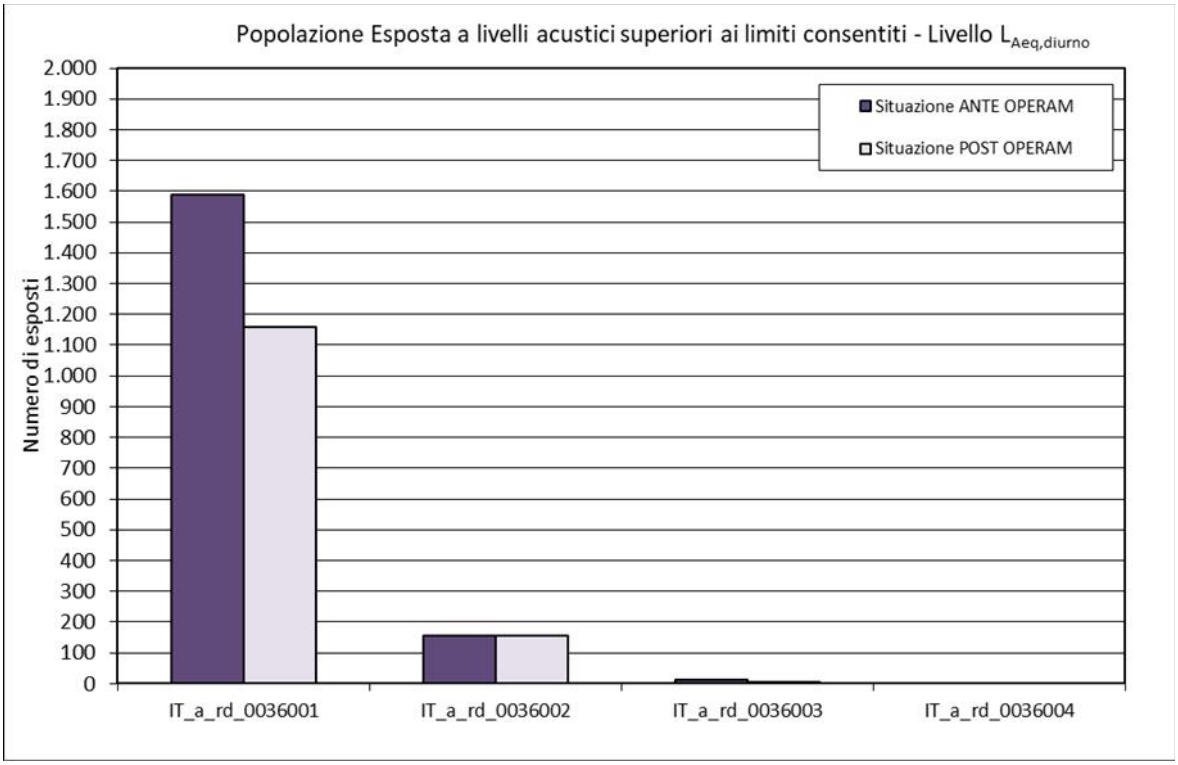
Tabella 24 – Sintesi dei risultati del Piano d'Azione (quantificazione del numero di esposti, $L_{Aeq,notturno}$)

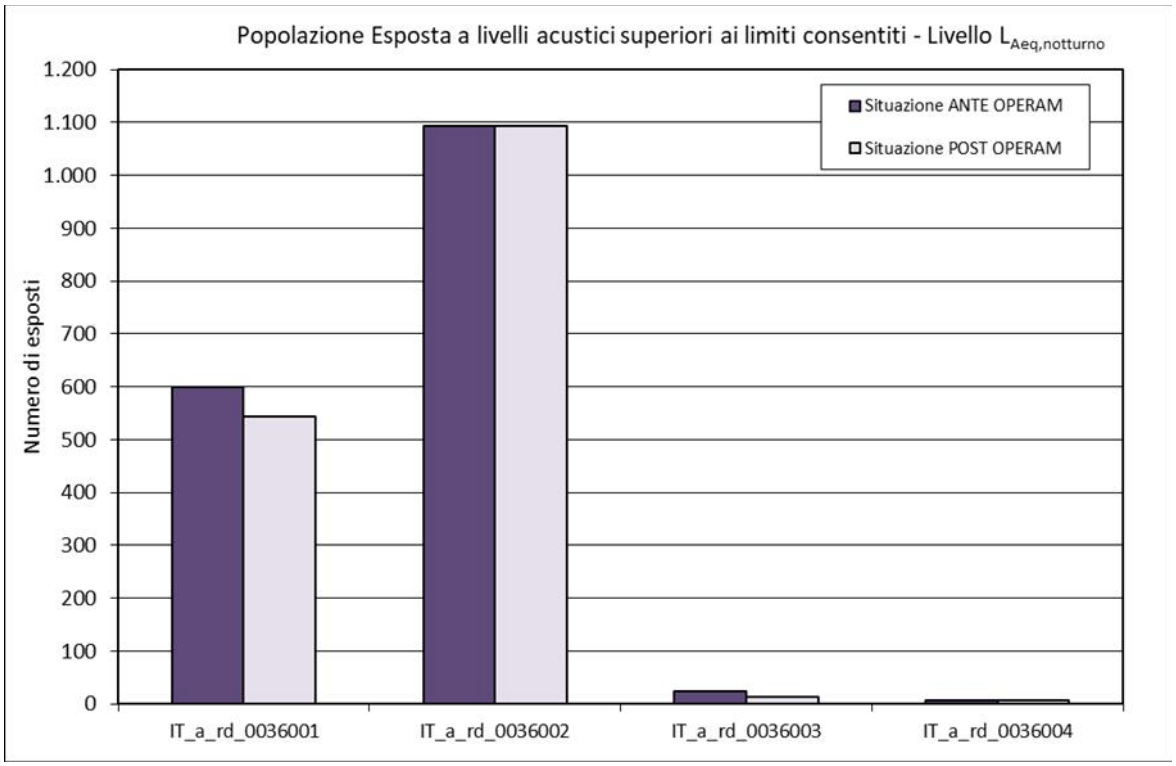
Strada	Persone esposte a livelli acustici superiori ai limiti consentiti			
	Scenario ANTE-OPERAM		Scenario POST-OPERAM	
	Numero	Percentuale	Numero	Percentuale
IT_a_rd_0036001	600	5,7	543	5,1
IT_a_rd_0036002	1.093	23,5	1.093	23,5
IT_a_rd_0036003	25	2,5	13	1,3
IT_a_rd_0036004	6	0,5	6	0,5

Dall'analisi dei risultati è possibile trarre le seguenti considerazioni, inerenti alle diminuzioni del numero di esposti a livelli superiori ai limiti consentiti. Gli interventi di mitigazione definiti nel Piano comportano:

- ✓ **Infrastruttura IT_a_rd_0036001:** riduzione del numero di esposti di circa il 4% per il periodo diurno e di circa l'1% per il periodo notturno: il beneficio elevato nel periodo diurno è dovuto alle barriere antirumore che interessano un elevato numero di iscritti alle scuole "Liceo Piero Gobetti" e "presso Istituto Comprensivo Teresa Mattei Scuola primaria infanzia Padule".
- ✓ **Infrastruttura IT_a_rd_0036003:** riduzione del numero di esposti di circa l'1% sia per il periodo diurno che per il periodo notturno.
- ✓ **Infrastrutture IT_a_rd_0036002, IT_a_rd_0036004:** nel presente Piano non sono previsti interventi di mitigazione per tali strade.

Figura 4 – Istogramma della quantificazione del numero di esposti





11. REQUISITI DEL PIANO D'AZIONE (ALLEGATO 5 D. LGS. 194/2005)

11.1 Resoconto delle consultazioni pubbliche (Art. 8)

Per ottemperare a quanto richiesto dall'articolo 8 del D. Lgs. 194/2005, comma 1, 2 e 3, relativamente all'informazione e alla consultazione del pubblico dei Piani d'Azione, l'Amministrazione prevede di procedere alla pubblicazione del Piano sul sito web istituzionale.

L'informazione ai cittadini conterrà i concetti generali dell'inquinamento acustico e le procedure seguite nel monitoraggio e nella redazione dei Piani d'Azione, oltre ad una sintesi della situazione ante-operam e post-operam, con una descrizione di massima degli interventi da realizzare.

Secondo quanto previsto ai sensi dell'allegato 5, punto 4 del suddetto decreto legislativo, le informazioni richieste sono riportate (oltre che nel presente Report) all'interno della sintesi non tecnica "IT_a_AP_MRoad0036_SummaryReport.pdf" compilata con riferimento al documento "*Linea guida per la redazione delle relazioni descrittive allegate ai piani d'azione, destinati a gestire problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti*" edito dal Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare.

In particolare, verrà predisposto un apposito link sulla home page del sito.

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. Il presente Report e la sintesi non tecnica saranno quindi modificati in base alle eventuali osservazioni pervenute per l'approvazione definitiva del Piano.

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

- ✓ http://www.cittametropolitana.fi.it/

11.2 Resoconto delle misure antirumore

Ai sensi dell'articolo 4, comma 5 del D. Lgs. 194/2005 e dell'Allegato 5, comma 1, lettera h dello stesso decreto, tra i requisiti minimi del Piano d'Azione devono essere riportate le misure antirumore già in atto, oltre ai progetti in preparazione di cui è stato già dato conto nella descrizione degli interventi del piano stesso. Le misure e/o gli interventi di riduzione acustica già realizzate alla data di stesura del Piano d'Azione sono descritte nel paragrafo 6.6 del presente Report.

Per quanto riguarda la messa in opera degli interventi di mitigazione acustica, l'Amministrazione intende procedere con la tempistica riportata nella seguente tabella:

Tabella 25 – Programmazione degli interventi

UnRoad_ID	ID area critica	Codice Identificativo Intervento	Indice costo/beneficio ICB	Programmazione annualità
IT_a_rd0036001	IT_a_rd0036001_001	asf_01	20,5	2019
IT_a_rd0036001	IT_a_rd0036001_002	asf_02	172,1	2020
IT_a_rd0036001	IT_a_rd0036001_003	asf_03	63,8	2021
IT_a_rd0036001	IT_a_rd0036003_004	asf_04	257,9	2022
IT_a_rd0036003	IT_a_rd0036003_001	asf_05	125,2	2023
IT_a_rd0036001	IT_a_rd0036003_004	bar_01	-	-
IT_a_rd0036001	IT_a_rd0036003_004	bar_02 *	-	-

11.3 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, descritti nel paragrafo 7.3. Si procede a valutare i costi attuali degli interventi di breve periodo, valutando esclusivamente il costo di fornitura e posa in opera del materiale richiesto (IVA esclusa).

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.

In particolare, viene effettuata una stima prettamente indicativa dei costi di realizzazione, attualizzati rispetto all'anno in corso, degli interventi proposti nel presente piano. Tale stima è stata effettuata utilizzando in generale i prezzi unitari desunti dal Bollettino degli Ingegneri 10-2016. I prezzi utilizzati nella presente stima risultano allineati con le analoghe voci contenute nel Prezziario Regionale della Regione Toscana (redatto ai sensi dell'art. 12 della L.R. 13 luglio 2007, n. 38 "*Norme in materia di contratti pubblici e relative disposizioni sulla sicurezza e regolarità del lavoro*", e nel capo VII Regolamento di attuazione della L.R.38/2007 "*Norme in materia di prezzario regionale*", approvato con D.P.G.R. n. 45/R del 7 agosto 2008).

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

I costi totali di ciascun intervento sono invece riepilogati nelle tabelle riepilogative degli stessi riportate nei precedenti capitoli e suddivisi per infrastruttura stradale di riferimento.

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;
- ✓ posa in opera di un nuovo strato di collegamento, di spessore pari a 6 cm;
- ✓ posa in opera di un nuovo strato di usura, di spessore pari a 4 cm.

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. In questo caso, i prezzi vengono desunti dal prezziario della Regione Toscana aggiornati all'anno 2016.

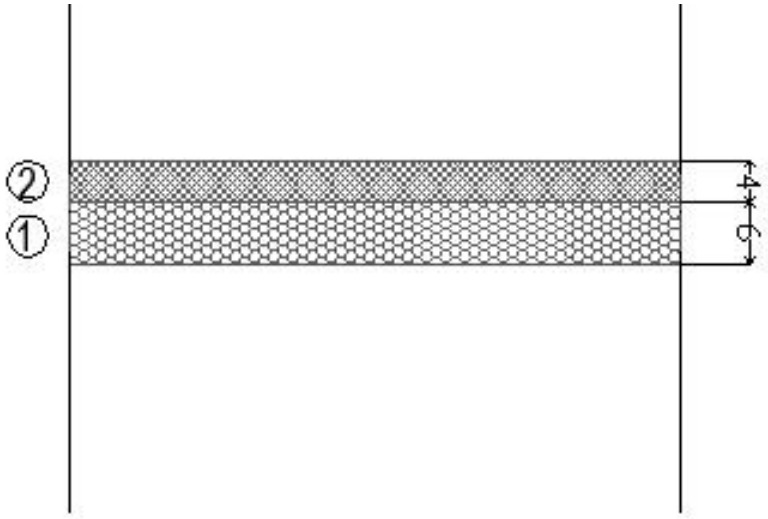
Nelle seguenti tabelle sono riportati i prezzi utilizzati per la stima dei costi attualizzati per entrambe le soluzioni individuate.

Tabella 26 – Prezzi unitari per asfalti fonoassorbenti

Rif. bollettino	Descrizione	Prezzo unitario	
361.1.3.1	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.	0,59 x 5 = 2,95	€/mq
361.1.3.2	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.	0,47 x 5 = 2,35	€/mq
275.1.2.1	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.	17,74	€/mq
TOS16_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%.	104,36	€/tonn
-	TAPPETO DI USURA: posa in opera e nolo attrezzature incluso spese generali e utili di impresa	0,85	€/mq
275.4.3.2	Per ogni cm in più o in meno alla voce precedente	4,03	€/mq

In figura si riporta il dettaglio relativo alla stratigrafia del tipo di intervento nelle soluzioni prospettata.

Figura 5 – Stratigrafia pavimentazione a bassa rumorosità



FRESATURA DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE ESISTENTE
per uno spessore stimato di circa 10 cm

① Strato intermedio di collegamento (BINDER) sp. 6 cm

② Strato di usura fonoassorbente sp. 4 cm

Per la stima dei costi relativi all'installazione della barriera antirumore, nelle fasi successive di progettazione, è stato fatto riferimento a preventivi recenti per quanto riguarda la fornitura e la posa in opera delle varie tipologie di pannellatura presenti, oltre a costi medi relativi alle fondazioni per tali tipologie di interventi (determinati su lavori similari eseguiti nell'ultimo quinquennio).

Dal punto di vista tipologico viene proposta una soluzione di barriera antirumore con pannellatura composta in legno e vetro.

Questa tipologia di barriera si caratterizza per l'introduzione di alcune parti trasparenti integrate con le parti opache che si è scelto di realizzare in legno. La barriera sarà costituita pertanto da elementi in legno ed elementi trasparenti in vetro.

Nella tabella seguente si riporta la descrizione dell'intervento e il prezzo unitario [€/mq] con riferimento a barriere antirumore aventi pannellature in legno.

Tabella 27 – Prezzi unitari per barriere antirumore

Riferimento bollettino	Descrizione	Prezzo unitario [€/mq]
NP	Fornitura e posa in opera di barriera antirumore fonoassorbente costituita da struttura scatolare in legno massello e materassino in lana minerale con caratteristiche di fonoassorbenza almeno pari a quelle indicate negli elaborati progettuali, compreso montanti metallici HEA 140, tirafondi in acciaio ad alta resistenza trattamento protettivo (compreso il trasporto a piè d'opera della barriera). Realizzazione struttura di fondazione, compreso l'allontanamento dei materiali di risulta alle pubbliche discariche od altre aree indicate dalla D.L. fino alla distanza di 20 km.	420,00

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

Tabella 28 – Costo degli interventi di breve periodo del Piano d'Azione

Codice Identificativo Intervento	Tipologia di Intervento	Costo [€]
asf_01	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	144.817
asf_02	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	498.813
asf_03	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	144.817
asf_04	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	1.251.502
asf_05	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	303.936
bar_01	Barriera antirumore	504.000
bar_02	Barriera antirumore	0 *
COSTO TOTALE DEL PIANO		**2.847.884**
*: intervento a carico del Comune di Bagno a Ripoli (FI).		

11.4 Valutazione dell'attuazione e dei risultati del piano

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.

IL PRESENTE ELABORATO SI COMPONE DI 51 PAGINE.

QUESTO DOCUMENTO È STATO REDATTO PER VIE EN.RO.SE. INGEGNERIA S.R.L.
DAL DOTT. ING. FRANCESCO BORCHI
TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA AMBIENTALE N. 38 DELLA PROVINCIA DI FIRENZE

CON LA COLLABORAZIONE
DEL DOTT. ING. ANDREA GUIDO FALCHI
TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA AMBIENTALE N. 120 DELLA PROVINCIA DI FIRENZE

IL PRESENTE RAPPORTO È STATO CONSEGNATO
IN DATA 24/04/2018

DOTT. ING. SERGIO LUZZI (LEGALE RAPPRESENTANTE)

DOTT. ING. FRANCESCO BORCHI (DIRETTORE TECNICO)

DOTT. ING. ANDREA GUIDO FALCHI

VIE EN.RO.SE. Ingegneria S.r.l.
Via Stradivari, 19 50127 Firenze
C.Fisc e P.IVA 05806850482
Tel. 055 4379140 Fax 055 416835