



Vie en.ro.se.
Ingegneria

**PROVINCIA DI
LIVORNO**

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)

PROVINCIA DI LIVORNO (CA_IT_RD_0038)

Rete Stradale Provinciale

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

REPORT DI SINTESI DEL PIANO D'AZIONE
AP_2023_RD_IT_00_0038

Data di consegna: 22/05/2024
Revisione: Rev.02



SOMMARIO

1. INTRODUZIONE GENERALE	4
1.1. PREMESSA	4
1.2. ADEMPIMENTI PER LA QUARTA FASE DI MAPPATURA	5
1.3. PROBLEMATICHE CONCERNENTI LA PANDEMIA COVID-19	6
1.4. METODI DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI	7
1.5. BASE DATI PER LA MODELLAZIONE	8
2. GENERALITÀ E SORGENTI CONSIDERATE	9
3. AUTORITÀ COMPETENTE	10
4. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	11
5. VALORI LIMITE	12
5.1 INDICATORI ACUSTICI UTILIZZATI	12
5.2 DEFINIZIONE DEI VALORI LIMITE	12
5.3 DEFINIZIONE DELLE AREE DI CALCOLO	13
6. SINTESI DEI RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA	14
7. STIMA DEL NUMERO DI PERSONE ESPOSTE AL RUMORE	16
7.1 AREE CRITICHE	16
7.2 INDICATORE DI CRITICITÀ ACUSTICA	17
8. EFFETTI NOCIVI DEL RUMORE AMBIENTALE SULLA SALUTE	18
8.1 CARDIOPATIA ISCHEMICA	18
8.2 FASTIDIO FORTE E GRAVI DISTURBI DEL SONNO	19
8.3 RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI NOCIVI	19
9. RESOCONTO DELLE CONSULTAZIONI PUBBLICHE	21
10. MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUMORE	23
10.1 MISURE DI RUMORE IN ATTO	23
10.2 MISURE DI RUMORE IN FASE DI PREDISPOSIZIONE	23
10.3 TEMPISTICA DI REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI	23
10.4 ZONE SILENZIOSE	23
11. INFORMAZIONI DI CARATTERE FINANZIARIO	26
12. VALUTAZIONE DEI RISULTATI DEL PIANO D'AZIONE	28
13. VALUTAZIONE DELLA RIDUZIONE DEL NUMERO DELLE PERSONE ESPOSTE	29
13.1 CALCOLO DELL'INDICE DI PRIORITÀ	30
13.2 POPOLAZIONE ESPOSTA A VALORI SUPERIORI AL LIMITE DI RIFERIMENTO	30
13.3 MASSIMO SUPERAMENTO RISPETTO AI VALORI LIMITE	31



13.4	INTERVALLI DI ESPOSIZIONE	31
13.5	CONCLUSIONI E COMMENTO DEI RISULTATI	34
14.	BIBLIOGRAFIA	35

1. INTRODUZIONE GENERALE

1.1. PREMESSA

Con Determina n. 127 del 29/2/2024, la Provincia di Livorno 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

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

Secondo quanto riportato dall'art. 3, comma 3 lettera b del Decreto Legislativo 194 del 19 agosto 2005 ⁽⁸⁾, la Provincia di Livorno (con l'identificativo gestore CA_IT_RD_0038, 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 ⁽¹¹⁾, relativamente all'intera rete di strade principali gestite dalla Provincia di Livorno.

In particolare, la presente Rev.02 del report è stata redatta successivamente alla conclusione del periodo di pubblicazione della proposta di Piano d'Azione. Deve essere precisato che la prima versione del Piano non è stata adottata formalmente dall'ente, ma è stato pubblicato un avviso sul sito istituzionale della Provincia di Livorno. Secondo quanto descritto nel capitolo 9, durante tale periodo (di durata pari a 45 giorni consecutivi e compreso tra il 05/04/2024 e il 20/05/2024), ai sensi dell'articolo 8, comma 2 del D. Lgs. 194/2005, chiunque ha potuto inviare osservazioni, pareri e richieste di modifiche.

Nel periodo in questione NON sono pervenute osservazioni da parte di cittadini, ma è stata recepita numero 1 osservazioni di ufficio dovute all'emanazione da parte del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, in data 13/12/2023, delle Linee Guida per la predisposizione Piani d'Azione.

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

1.2. ADEMPIMENTI PER LA QUARTA FASE DI MAPPATURA

A seguito della pubblicazione del decreto legislativo n. 194 del 19 agosto 2005 (aggiornato a seguito dell'entrata in vigore del decreto legislativo 42/2017 ⁽⁹⁾) che recepisce la direttiva comunitaria 2000/49/CE, per quanto riguarda i gestori/possessori di "assi 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 ⁽⁶⁾ (Registro Ufficiale del Ministero della Transizione Ecologica – MiTE numero 0029946 del 09/03/2022), che si compongono dei seguenti documenti di riferimento:
 - "Specifiche tecniche per la predisposizione e la consegna dei set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e alle mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/2005), marzo 2022";
 - "Specifiche tecniche per la compilazione dei metadati relativi ai set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e alle mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/2005), marzo 2022";
 - "Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore - Linee guida, marzo 2022";
 - Schemi, in formato GeoPackage (.gpkg), predisposti dall'Agenzia europea dell'ambiente per la notifica delle sorgenti di rumore (DF1_5):
 - Schemi, in formato excel (.xls), per la dichiarazione delle autorità competenti (DF2) per la redazione e trasmissione delle mappature acustiche e delle mappe acustiche strategiche;
 - Schemi, in formato GeoPackage (.gpkg), predisposti dall'Agenzia europea dell'ambiente per le mappature acustiche e le mappe acustiche strategiche delle sorgenti dichiarate (DF4_8):
 - "Environmental Noise Directive 2002/49/EC (END) - Data model documentation version 4.1";
 - "Environmental Noise Directive - Reporting guidelines - DF1_5 Noise sources – December 2021, Version 1.1";
 - "Environmental Noise Directive - Reporting guidelines - DF4_8 Strategic noise maps - December 2021, version 1.1";

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

1.3. 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 ("CNOSSOS-EU").

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

- ✓ alla localizzazione, forma ed altezza degli edifici;
- ✓ alla topografia dell'area di indagine;
- ✓ alle caratteristiche fonoassorbenti del terreno;
- ✓ alla tipologia costruttiva e posizione plano-altimetrica del tracciato 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 delle 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 ⁽¹¹⁾:

- ✓ Definizione delle aree di calcolo.
- ✓ Dati per la costruzione del modello del terreno.
- ✓ Dati per l'assegnazione della copertura del suolo.
- ✓ Dati per la modellazione degli edifici.
- ✓ Dati relativi alla popolazione.
- ✓ Dati per la modellazione del grafo delle sorgenti acustiche 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 blu: territorio della provincia di Livorno;
- ✓ colorazione verde: infrastrutture stradali oggetto del presente 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
RD_IT_0038_005	3.200.000	9.8	S.P. 24 "Portoferraio-Bivio Boni"
RD_IT_0038_006	3.800.000	11.5	S.P. 26 "San Giovanni-Porto Azzurro"
RD_IT_0038_007	3.300.000	13.8	S.P. 39 "Vecchia Aurelia"
RD_IT_0038_008	3.200.000	6.7	S.P. 14 "del Paratino"
RD_IT_0038_009	7.300.000	11.2	S.P. 40 "della Base Geodetica"

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 strada (tutte di tipologia Cb).



3. AUTORITÀ COMPETENTE

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

- ✓ autorità: Provincia di Livorno (in qualità di gestore di infrastrutture stradali identificato dal codice autorità competente CA_IT_RD_0038);
- ✓ responsabile del procedimento: Ing. Gabriele Casarosa
- ✓ indirizzo: Piazza del Municipio n. 4
- ✓ numero di telefono: +39-0586257356
- ✓ e-mail g.casarosa@provincia.livorno.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 allegate 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						

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

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).

L'area di indagine, in conformità al D.Lgs. 194 del 19 agosto 2005, è estesa almeno sino all'isofonica Lden 55dB(A) e in ogni caso, in continuità con i dati forniti nelle prime tre fasi di mappatura, il calcolo ha interessato una fascia territoriale di ampiezza pari a 600 m per ciascun lato dell'infrastruttura.

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

Tabella 4 – Comuni interessati dalle aree di calcolo delle diverse infrastrutture oggetto di mappatura

ID	Nome strada	Tratti	Comuni
RD_IT_0038_005	S.P. 24 "Portoferraio-Bivio Boni"	da incrocio con S.P. 25 (loc. Procchio) a incrocio con S.P. 26 (loc. Portoferraio)	Portoferraio, Marciana
RD_IT_0038_006	S.P. 26 "San Giovanni-Porto Azzurro"	da incrocio con S.P. 24 (loc. Portoferraio) a incrocio con S.P. 31 (loc. Mola)	Portoferraio, Capoliveri, Porto Azzurro
RD_IT_0038_007	S.P. 39 "Vecchia Aurelia"	da incrocio con S.P. 14b (loc. Cecina) a incrocio con S.P. 17 (loc. Donoratico)	Cecina, Bibbona, Castagneto Carducci
RD_IT_0038_008	S.P. 14 "del Paratino"	da incrocio con S.P. 29 "dei Tre Comuni" (loc. Cecina) a incrocio con S.P. 15 "della Camminata".	Cecina, Bibbona
RD_IT_0038_009	S.P. 23 "della Base Geodetica"	da incrocio con S.P. 23 "della Principessa" (loc. Fiorentina) a incrocio con S.P. 39 (loc. Riotorto)	Piombino

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.

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) e delle Linee Guida Ministeriali ⁽⁶⁾.

✓ Numero totale stimato di persone (tabelle 5 e 6) che occupano abitazioni esposte a ciascuno dei seguenti intervalli

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

✓ Superficie totale esposta agli intervalli di livelli di L_{den} superiori a 55, 65 e 75 dB (tabella 7).

✓ Numero totale stimato di abitazioni e di persone esposta agli intervalli di livelli di L_{den} superiori a 55, 65 e 75 dB (tabella 8).

Infine, gli elaborati grafici delle mappature acustiche sono stati prodotti come curve isofoniche con riferimento, rispettivamente, agli indicatori acustici L_{den} (da 50 dBA a 75 dBA) e L_{night} (da 45 dBA a 70 dB(A)).

Tabella 5 – Intervalli di esposizione (L_{den})

ID	$L_{den}<40$	$L_{den}4044$	$L_{den}4549$	$L_{den}5054$	$L_{den}5559$	$L_{den}6064$	$L_{den}6569$	$L_{den}7074$	$L_{den}\geq 75$
RD_IT_0038_005	294	197	218	137	72	53	34	9	0
RD_IT_0038_006	206	250	389	126	73	41	19	6	0
RD_IT_0038_007	589	311	216	218	176	98	26	0	0
RD_IT_0038_008	1.116	518	369	219	185	65	22	0	0
RD_IT_0038_009	87	96	123	63	72	36	34	0	0

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

ID	$L_{night}<40$	$L_{night}4044$	$L_{night}4549$	$L_{night}5054$	$L_{night}5559$	$L_{night}6064$	$L_{night}6569$	$L_{night}\geq 70$
RD_IT_0038_005	714	138	74	49	32	8	0	0
RD_IT_0038_006	811	160	74	40	19	6	0	0
RD_IT_0038_007	1.109	237	171	102	17	0	0	0
RD_IT_0038_008	2.015	228	176	70	6	0	0	0
RD_IT_0038_009	283	80	59	54	35	0	0	0

Tabella 7 – Superficie esposta a livelli di L_{den} (km^2)

ID	Lden > 55	Lden > 65	Lden > 75
RD_IT_0038_005	1,20	0,31	0,00
RD_IT_0038_006	1,61	0,42	0,00
RD_IT_0038_007	1,53	0,25	0,00
RD_IT_0038_008	0,69	0,13	0,00
RD_IT_0038_009	1,76	0,35	0,00

Tabella 8 – Persone e edifici esposti a livelli di L_{den}

ID	Lden > 55				Lden > 65				Lden > 75			
	Abitanti	Edifici residenziali	Edifici ospedalieri	Edifici scolastici	Abitanti	Edifici residenziali	Edifici ospedalieri	Edifici scolastici	Abitanti	Edifici residenziali	Edifici ospedalieri	Edifici scolastici
RD_IT_0038_005	169	158	0	1	43	47	0	0	0	0	0	0
RD_IT_0038_006	140	155	0	1	26	33	0	0	0	0	0	0
RD_IT_0038_007	301	160	0	0	26	30	0	0	0	0	0	0
RD_IT_0038_008	272	78	0	0	22	15	0	0	0	0	0	0
RD_IT_0038_009	142	69	0	0	34	9	0	0	0	0	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 4 aree critiche individuate mediante la procedura descritta sono riepilogate nella seguente tabella.

Tabella 9 – 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_0038_005	RD_IT_0038_005_1	111	0	68
RD_IT_0038_007	RD_IT_0038_007_1	293	0	0
RD_IT_0038_008	RD_IT_0038_008_1	0	169	0
RD_IT_0038_009	RD_IT_0038_009_1	132	0	0

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 4 aree critiche definite è presente un totale di circa 800 persone. Nello specifico sono presenti:

- ✓ 537 persone residenti in edifici di tipologia residenziale;
- ✓ 169 posti letto relativi agli edifici sensibili di tipologia sanitaria (Ospedale di Cecina);
- ✓ 68 alunni iscritti agli edifici sensibili di tipologia scolastica (Scuola statale - Scuola dell'Infanzia "M.Melani", nel Comune di Portoferraio).

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, ordinati per valori di IP decrescenti.

Tabella 10 – Indicatore di criticità per area critica

Posizione	Codice univoco identificativo	ID Area Critica	IP AREA CRITICA
1	RD_IT_0038_008	RD_IT_0038_008_1	2.230,8
2	RD_IT_0038_005	RD_IT_0038_005_1	1.358,0
3	RD_IT_0038_009	RD_IT_0038_009_1	79,9
4	RD_IT_0038_007	RD_IT_0038_007_1	9,8

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 2002/367 della Commissione Europea ⁽³⁾. Tale direttiva sostituisce integralmente l'allegato III della Direttiva 2002/49/CE, in quanto sono intervenuti progressi tecnico-scientifici nelle relazioni dose-effetto che ne hanno imposto l'adeguamento. Al momento dell'adozione della direttiva 2002/367, 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:

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

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).

In data 04/04/2024 il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica ha pubblicato sul proprio sito istituzionale il documento [FAQ_piani_azione_zone_silenziose.pdf](#): al punto 9, vengono fornite delle precisazioni relativamente al valore da attribuire al tasso di incidenza della cardiopatia ischemica (indice "I_v") per la determinazione degli effetti nocivi sulla popolazione dovuti al rumore ambientale. Viene infatti specificato che il M.A.S.E. si è reso parte attiva chiedendo informazioni alla competente Direzione generale del Ministero della Salute al fine di acquisire i dati relativi al tasso di incidenza "I_v" della cardiopatia ischemica (formula 11, punto 3.2.3, All. III della direttiva 2002/49/CE, come emendato dalla direttiva (UE) 2020/367): allo stato attuale, il Ministero della Salute non ha fornito dati ufficiali.

Inoltre, sempre al punto 9, si precisa anche che potranno essere utilizzati valori di "I_v" resi disponibili dalle competenti strutture sanitarie regionali: dal momento che non risultano studi disponibili relativi alla regione Toscana, il risultato della valutazione del rischio da cardiopatia ischemica non può essere fornito.

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.

Nelle seguenti tabelle viene riportata la sintesi dei risultati dell'analisi degli effetti nocivi.

Tabella 11 – Valutazione degli effetti nocivi (FASTIDIO FORTE)

Sorgente Acustica	Numero di persone potenzialmente interessate		
	Configurazione Ante-Operam	Configurazione Post-Operam	Differenza
RD_IT_0038_005	100	99	-1
RD_IT_0038_006	104	104	0
RD_IT_0038_007	158	155	-3
RD_IT_0038_008	223	223	0
RD_IT_0038_009	55	52	-3

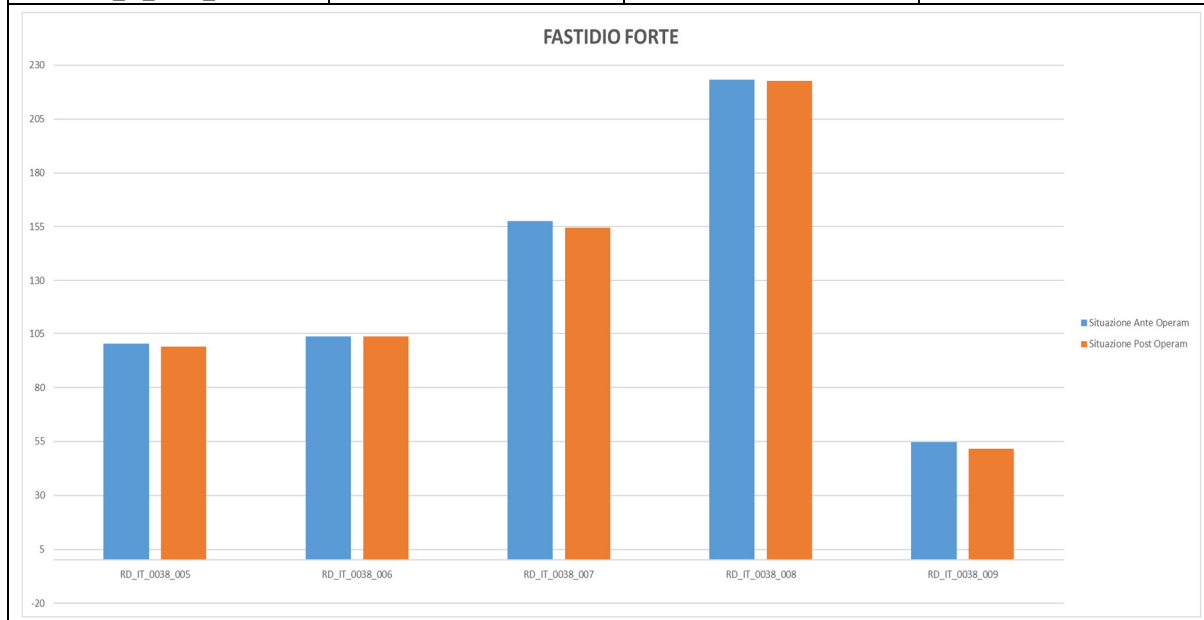
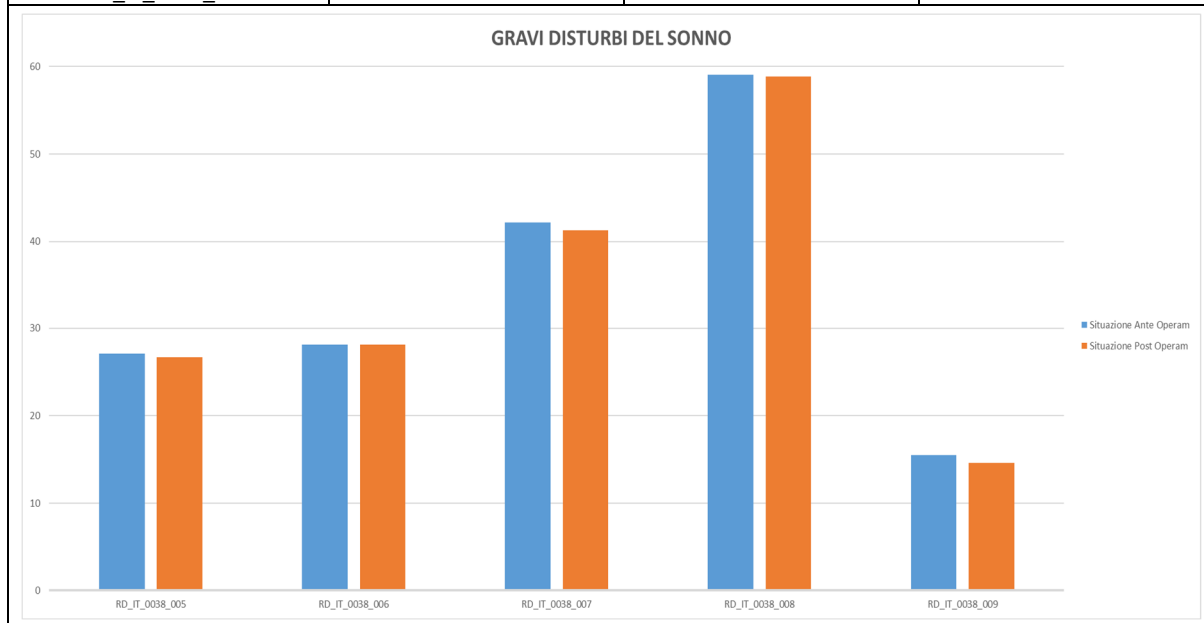


Tabella 12 – Valutazione degli effetti nocivi (GRAVI DISTURBI DEL SONNO)

Sorgente Acustica	Numero di persone potenzialmente interessate		
	Configurazione Ante-Operam	Configurazione Post-Operam	Differenza
RD_IT_0038_005	27	27	0
RD_IT_0038_006	28	28	0
RD_IT_0038_007	42	41	1
RD_IT_0038_008	59	59	0
RD_IT_0038_009	15	15	1





9. RESOCONTO DELLE CONSULTAZIONI PUBBLICHE

In ottemperanza a quanto disposto dalla normativa vigente (decreti legislativi n. 194 e 195 del 19 agosto 2005, decreto legislativo n. 39 del 25 febbraio 1997), la Provincia di Livorno ha effettuato la trasmissione dei dati della Mappatura Acustica ed effettuerà la trasmissione dei dati del Piano di Azione agli Enti competenti (Regione Toscana e Ministero).

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 Provincia di Livorno ha inoltre provveduto, mediante pubblico avviso, a dare comunicazione dell'avvenuto deposito della bozza di aggiornamento del Piano di Azione, ed ha messo a disposizione del pubblico una apposita area sul proprio sito istituzionale dove poter essere consultati gli elaborati del piano ed comunicare le modalità previste per la presentazione di eventuali osservazioni.

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 ha proceduto alla pubblicazione del Piano sul sito web istituzionale. L'informazione ai cittadini ha dato conto dei concetti generali dell'inquinamento acustico e delle procedure seguite nella redazione del Piano 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 "SummaryReport_2023_RD_IT_00_00038.pdf" compilata con riferimento al documento "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".

La prima versione del Piano è stata pubblicata sul sito istituzionale dell'Ente per 45 giorni consecutivi (dal **05/04/2024 al 20/05/2024**), dando modo ai cittadini, secondo quanto indicato dall'articolo 8, comma 2, del D. Lgs. 194/2005 di inviare le loro osservazioni, pareri e memorie in forma scritta.

Come stabilito dall'art. 8 - *Informazione e consultazione del pubblico* del D.Lgs. n. 194 del 19/08/2005 e s.m.i., gli elaborati costituenti il Piano d'Azione sono stati resi disponibili sul sito del Comune al seguente indirizzo:

<https://www.provincia.livorno.it/studio-del-traffico>.

Terminate le consultazioni, sono pervenute le seguenti osservazioni, che verranno riassunte nel presente report mediante schede riepilogative delle osservazioni e delle conseguenti controdeduzioni:

1. Decreto n. 664 del 13/12/2023

Il piano adottato e la versione finale del piano approvato saranno disponibili e consultabili in una specifica sezione del sito della Provincia di Livorno <https://www.provincia.livorno.it>

OSSERVAZIONE N. 1

Protocollo N.	Decreto MASE n. 664 del 13/12/2023	Data	13/12/2023	Modalità invio	-
Soggetto osservante	Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - Osservazione di ufficio				
SINTESI CONTENUTI OSSERVAZIONE	È entrato in vigore il decreto n. 664 del 13/12/2023 del Direttore Generale Valutazioni Ambientali del MASE recante <i>"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"</i>, che si compongono dei seguenti documenti: ✓ Specifiche dati Piani d'Azione: <i>"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)"</i>. ✓ Specifiche Metadato: <i>"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)"</i>. ✓ Sintesi Piani d'Azione: <i>"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)"</i>. ✓ Documentazione tecnica: Data Model, reporting mechanism in formato Excel, template in formato Geopackage per la fornitura dei dati del Piano d'Azione e delle zone silenziose. Inoltre, a seguito delle precisazioni relativamente al valore da attribuire al tasso di incidenza della cardiopatia ischemica (indice I_v) per la determinazione degli effetti nocivi sulla popolazione dovuti al rumore ambientale, fornite dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica in data 04/04/2024 mediante la pubblicazione del documento <i>FAQ_piani_azione_zone_silenziose.pdf</i> sul proprio sito istituzionale, si propone di integrare il capitolo 8.3 "Risultati della valutazione degli effetti nocivi" del "REPORT DI SINTESI DEL PIANO D'AZIONE" e il capitolo 8 "Effetti nocivi del rumore ambientale sulla salute" della "SINTESI NON TECNICA DEL PIANO D'AZIONE" effettuando la valutazione degli effetti nocivi sulla base dei dati resi disponibili dalle competenti strutture sanitarie regionali, come precisato dal Ministero.				
CONTRODEDUZIONE	Ai sensi delle Linee Guida Ministeriali entrate in vigore in data 13/12/2023 e sulla base delle precisazioni fornite dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica nel documento <i>FAQ_piani_azione_zone_silenziose.pdf</i> del 04/04/2024, sono state apportate le seguenti integrazioni/modifiche alla prima versione del Piano d'Azione della Provincia di Livorno: ✓ Viene aggiunto il capitolo <i>"effetti nocivi del rumore ambientale sulla salute"</i>, dando conto dei risultati della valutazione di cardiopatia ischemica, fastidio forte e disturbi gravi del sonno, ai sensi della Direttiva 2020/367 della Commissione Europea. ✓ Vengono compilati i Metadati, secondo i contenuti previsti dall'Allegato 1 delle Linee Guida. ✓ Vengono compilati i Geopackage ed il Reporting Mechanism, secondo i contenuti previsti dall'Allegato 3 delle Linee Guida e relativa documentazione tecnica.				
Pertinente	SI	Incidenza su Piano d'Azione	INSERITA		

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 non risulta in esercizio alcun intervento antirumore sulle strade oggetto di Piano d'Azione.

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).

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

Tabella 13 – Interventi

Codice univoco identificativo	ID Area Critica	ID intervento	Lunghezza (m)
RD_IT_0038_005	RD_IT_0038_005_1	asf_01	500
RD_IT_0038_007	RD_IT_0038_007_1	asf_02	650
RD_IT_0038_008	RD_IT_0038_008_1	asf_03	300
RD_IT_0038_009	RD_IT_0038_009_1	asf_04	650

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, ordinate secondo valori decrescenti dell'indice di priorità.

Tabella 14 – Scansione temporale di realizzazione degli interventi

ID intervento	Codice univoco identificativo	ID Area Critica	Tempistica
asf_03	RD_IT_0038_008	RD_IT_0038_008_1	BREVE PERIODO (ovvero, da realizzarsi nei prossimi 5 anni entro il prossimo ciclo di aggiornamento del Piano previsto per il 2028)
asf_01	RD_IT_0038_005	RD_IT_0038_005_1	
asf_04	RD_IT_0038_009	RD_IT_0038_009_1	
asf_02	RD_IT_0038_007	RD_IT_0038_007_1	

10.4 ZONE SILENZIOSE

Pur se la normativa, per quanto riguarda le "Zone silenziose" appare concentrata con maggiore attenzione sulle aree urbane, la Provincia di Livorno, nell'ambito del progetto di cooperazione interregionale ThreeT (Thematic

Trail Trigger), finanziato dal programma Interreg Europe ¹, ha commissionato un servizio di supporto tecnico per la raccolta e l'elaborazione dei dati ai fini della zonizzazione territoriale delle "Aree di quiete".

Il valore di questo studio è soltanto propedeutico ad una eventuale definizione geografica e riconoscimento formale, in un momento successivo, da parte dell'Amministrazione delle Zone silenziose richiamate dalla Direttiva 2002/49/CE, che comunque dovrà considerare anche i disposti del Decreto Ministeriale del Ministero della Transizione Ecologica n.16 del 24/03/2022 ⁽¹²⁾, nel quale vengono specificati i seguenti criteri obbligatori (acustici e non acustici) che devono essere rispettati per l'individuazione delle zone silenziose, intervenuto successivamente alla realizzazione di questo studio.

- ✓ Criterio obbligatorio 1 - Allegato A, articolo 3.1.1, comma a) del D.M. MiTE n. 16 del 24/03/2022: il valore di L_{den} , relativo alle sorgenti di rumore considerate nella redazione della mappa acustica strategica non deve essere superiore al valore limite di 55 dB(A).
- ✓ Criterio obbligatorio 2 - Allegato A, articolo 3.1.1, comma b) del D.M. MiTE n. 16 del 24/03/2022: con riferimento alla classificazione acustica vigente del territorio comunale, le porzioni di territorio devono essere classificate in classi non superiori alla III.
- ✓ Criterio obbligatorio 3 - Allegato A, articolo 3.1.1, comma c) del D.M. MiTE n. 16 del 24/03/2022: estensione territoriale di almeno 3.000 m².
- ✓ Criterio obbligatorio 4 - Allegato A, articolo 3.1.1, comma d) del D.M. MiTE n. 16 del 24/03/2022: le destinazioni d'uso dei piani urbanistici dei comuni costituenti l'agglomerato devono essere coerenti con l'effettiva e legittima fruizione pubblica del territorio.

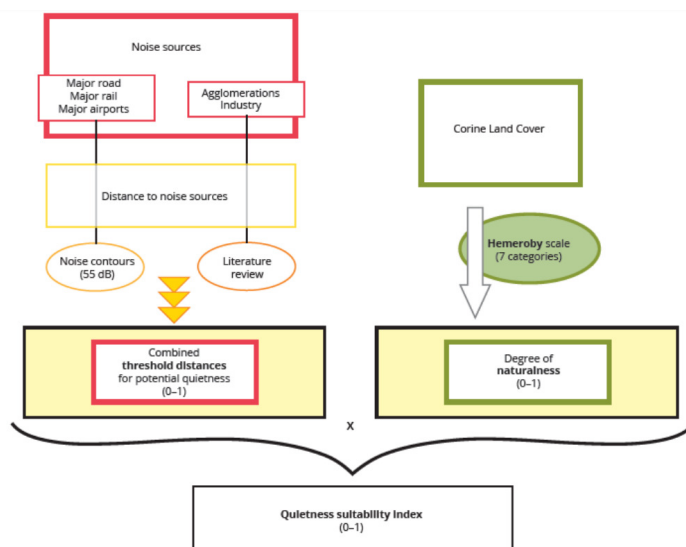
Nello studio commissionato dalla Provincia di Livorno, i criteri che sono stati analizzati ed in seguito adottati per l'individuazione delle Aree di Quieté, si basano su due aspetti:

1. lontananza da fonti di rumore antropiche;
2. grado di naturalezza dell'area.

A livello provinciale, nel caso di Livorno, il ruolo chiave delle zone di quiete può essere legato alla loro potenziale fruizione nel contesto di un turismo basato sulla natura, turismo rurale e turismo ricreativo e salutistico in collegamento in special modo ai centri termali. La natura del paesaggio, le caratteristiche dell'acqua, i panorami aperti, lo spazio verde accessibile, il tipo di vegetazione (boschi, fiori, prati, coltivati o selvatici) e la natura del paesaggio sonoro (prevalenza di suoni naturali rispetto ai rumori dell'uomo) possono contribuire quali fattori ulteriori alla caratterizzazione di un'area appunto quale area di quiete.

La metodologia adottata per la determinazione delle Aree di Quieté ha seguito per larga parte quella usata dalla EEA a livello europeo, ed è schematizzata nella seguente immagine.

Figura 2 – Quiet areas in Europe – The environment unaffected by noise pollution – EEA report No 14/2016



¹ I dati di questo paragrafo sono tratti dalla RELAZIONE FINALE del Progetto di cooperazione interregionale Threet (Thematic Trail Trigger) Prot. PU_PB22_004 del 15/03/2022

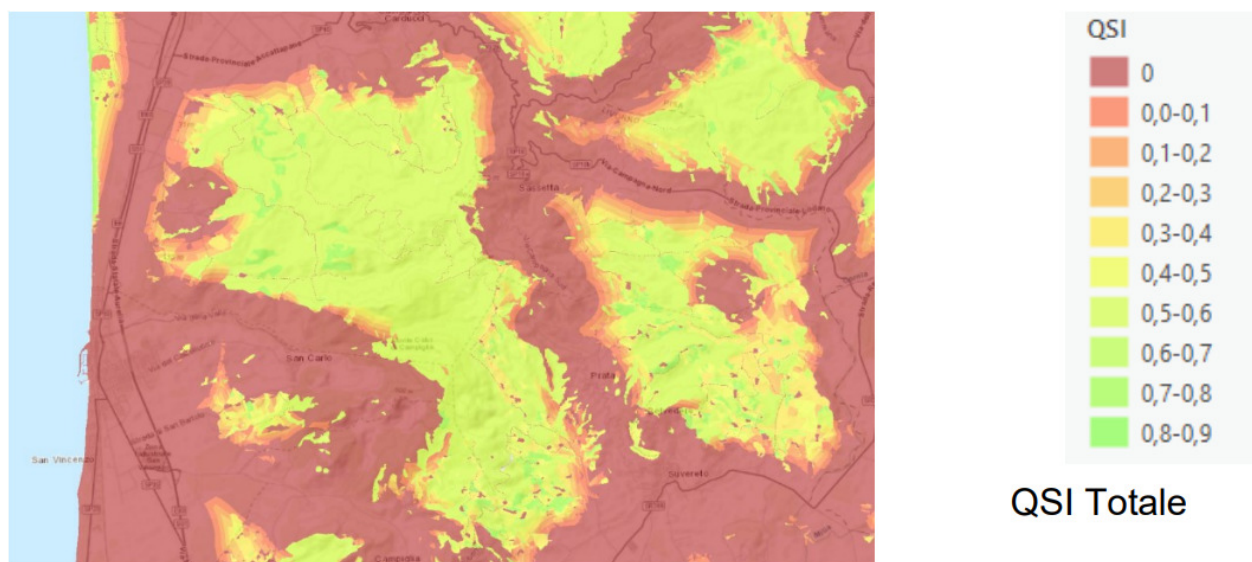
I due aspetti fondamentali, già citati, ovvero la distanza da fonti di rumore ed il grado di naturalezza dell'area concorrono insieme a costituire il QSI (Quietness Suitability Index), cioè l'indice finale che descrive l'attitudine di una zona ad essere "Area di Quieté". È stato quindi utilizzato il dato del DTM (Modello Digitale del Terreno) a 10 metri della Regione Toscana per poter verificare che elementi morfologici quali avvallamenti o rilievi potessero ostacolare o impedire la diffusione del rumore.

Le procedure implementate hanno prodotto non solo il dato finale dell'indice totale del QSI, ma hanno anche realizzato vari dati intermedi, fra cui quelli dei QSI delle singole fonti di rumore, dati che diventano importanti per capire la causa del valore del QSI di una zona. Sono stati prodotti quindi i seguenti dati geografici:

- ✓ QSI_Hemeroby
- ✓ QSI_Airports
- ✓ QSI_Industrial • QSI_Rails
- ✓ QSI_Roads
- ✓ QSI_UMZ (Centri Urbani)
- ✓ QSI_TOT

A questo proposito, ed a titolo esemplificativo, si mostrano i risultati del QSI_TOT ottenuti su una zona interna fra i comuni di San Vincenzo, Sassetta e Suvereto.

Figura 3 – QSI_TOT presso San Vincenzo, Sassetta e Suvereto



QSI Totale

Considerando l'area di studio totale di 4.020 Km² (corrispondente alla superficie della Provincia di Livorno) sono state ottenute le seguenti informazioni quantitative:

QSI	Area Km ²	%
0	2337	58,2%
0,1	176	4,4%
0,2	125	3,1%
0,3	114	2,8%
0,4	299	7,4%
0,5	82	2,0%
0,6	787	19,6%
0,7	3	0,1%
0,8	80	2,0%
0,9	0	0,0%
1	15	0,4%

Considerando che un indice 0,5 è già ritenuto adeguato a individuare e caratterizzare una potenziale Area di Quieté, nell'area di analisi si trova una superficie totale di 967 Km² con QSI pari o superiore a 0,5, equivalente al 24% dell'area di studio totale.

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.

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.

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 prezzario 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 15 – Prezzi unitari per asfalti fonoassorbenti

Rif. prezzario 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 compreso 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



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

Tabella 16 – Costo degli interventi di breve periodo del Piano d'Azione

Codice univoco identificativo	ID Area Critica	ID intervento	Costo TOTALE [€]
RD_IT_0038_005	RD_IT_0038_005_1	asf_01	205.376
RD_IT_0038_007	RD_IT_0038_007_1	asf_02	270.543
RD_IT_0038_008	RD_IT_0038_008_1	asf_03	123.226
RD_IT_0038_009	RD_IT_0038_009_1	asf_04	249.190
COSTO TOTALE DEL PIANO			848.341 €



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 Provincia di Livorno.

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

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

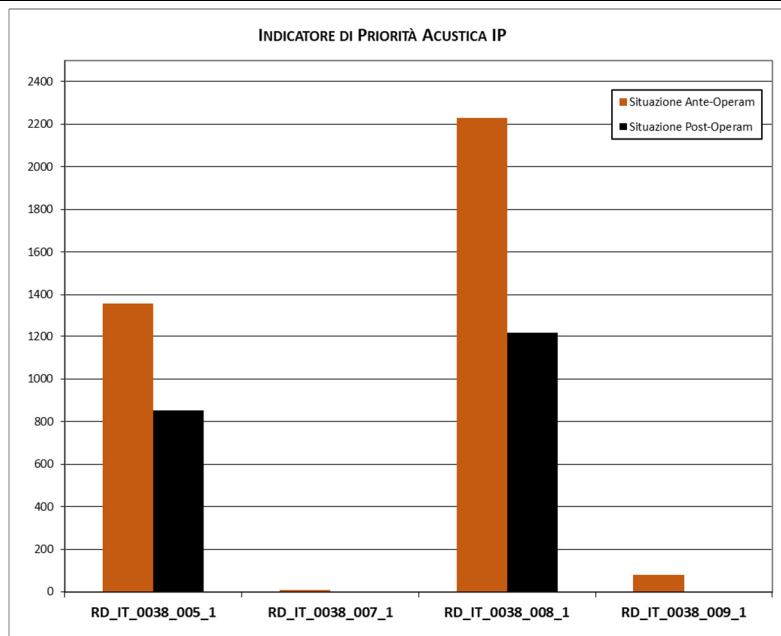
Per l'indicatore L_{night} sono state utilizzate le seguenti fasce di esposizione al rumore:

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

13.1 CALCOLO DELL'INDICE DI PRIORITÀ

Tabella 17 – Indice di criticità acustica

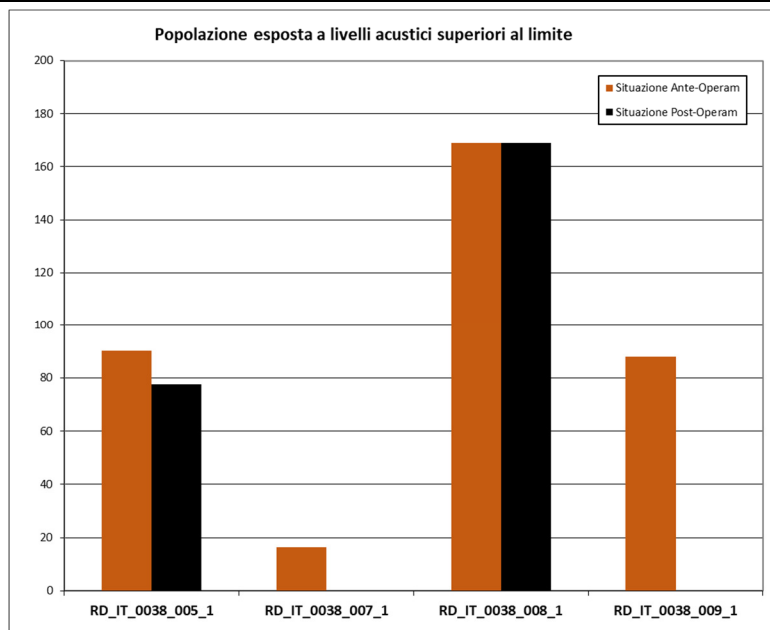
ID AREA CRITICA	ANTE-OPERAM	POST-OPERAM	DIFFERENZA
RD_IT_0038_005_1	1.358,0	850,1	-507,9
RD_IT_0038_007_1	9,8	0,0	-9,8
RD_IT_0038_008_1	2.230,8	1.216,8	-1.014,0
RD_IT_0038_009_1	79,9	0,0	-79,9



13.2 POPOLAZIONE ESPOSTA A VALORI SUPERIORI AL LIMITE DI RIFERIMENTO

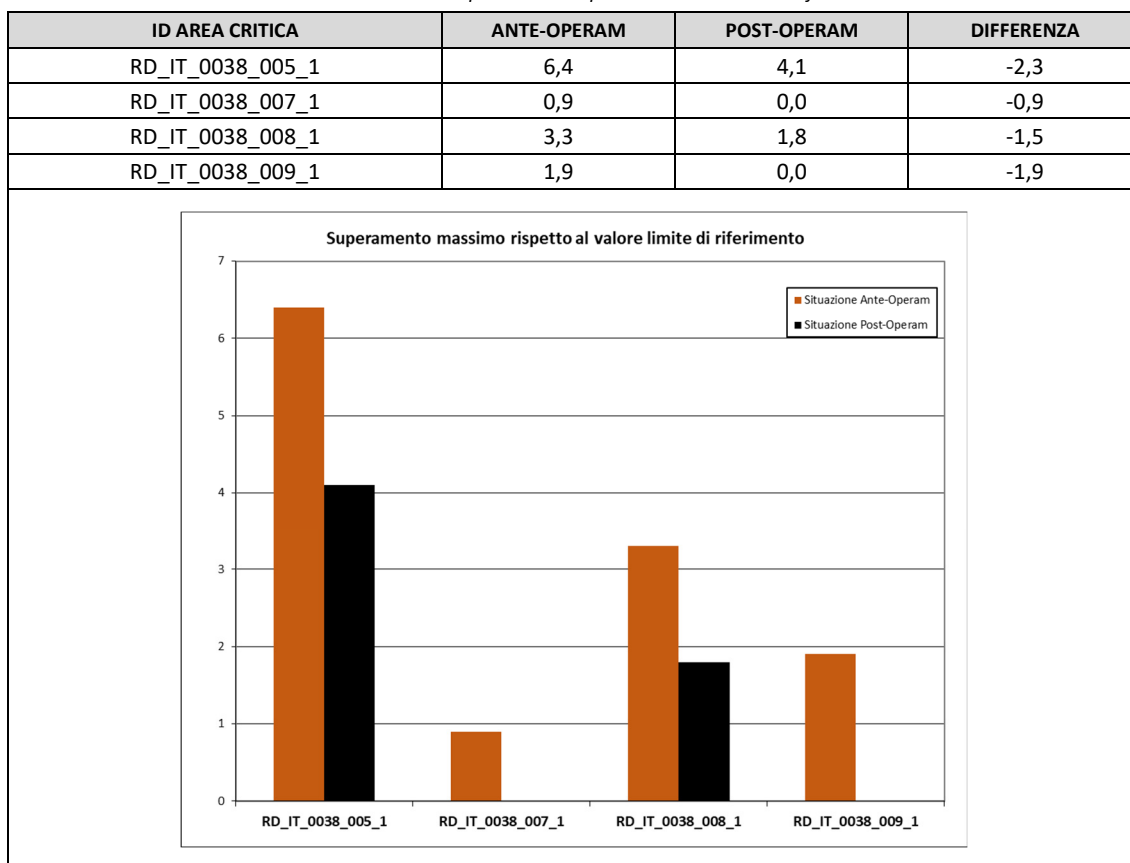
Tabella 18 – Popolazione esposta a valori superiori al limite di riferimento

ID AREA CRITICA	ANTE-OPERAM	POST-OPERAM	DIFFERENZA
RD_IT_0038_005_1	90	77	-13
RD_IT_0038_007_1	16	0	-16
RD_IT_0038_008_1	169	169	0
RD_IT_0038_009_1	88	0	-88



13.3 MASSIMO SUPERAMENTO RISPETTO AI VALORI LIMITE

Tabella 19 – Massimo superamento rispetto al valore limite di riferimento



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 20 – Intervalli di esposizione (L_{den})

Configurazione Ante-Operam									
ID	Lden<40	Lden4044	Lden4549	Lden5054	Lden5559	Lden6064	Lden6569	Lden7074	Lden>=75
RD_IT_0038_005	294	197	218	137	72	53	34	9	0
RD_IT_0038_006	206	250	389	126	73	41	19	6	0
RD_IT_0038_007	589	311	216	218	176	98	26	0	0
RD_IT_0038_008	1.116	518	369	219	185	65	22	0	0
RD_IT_0038_009	87	96	123	63	72	36	34	0	0
Configurazione Post-Operam									
ID	Lden<40	Lden4044	Lden4549	Lden5054	Lden5559	Lden6064	Lden6569	Lden7074	Lden>=75
RD_IT_0038_005	312	193	228	123	69	51	34	6	0
RD_IT_0038_006	206	250	389	126	73	41	19	6	0
RD_IT_0038_007	623	297	223	218	171	87	16	0	0
RD_IT_0038_008	1.132	536	357	199	185	64	22	0	0
RD_IT_0038_009	89	111	114	69	75	45	8	0	0

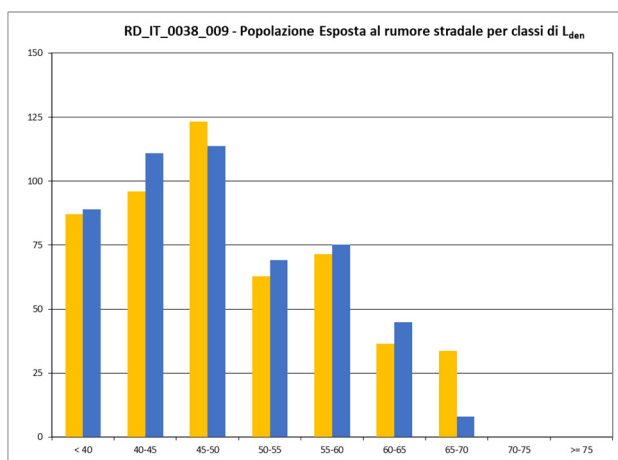
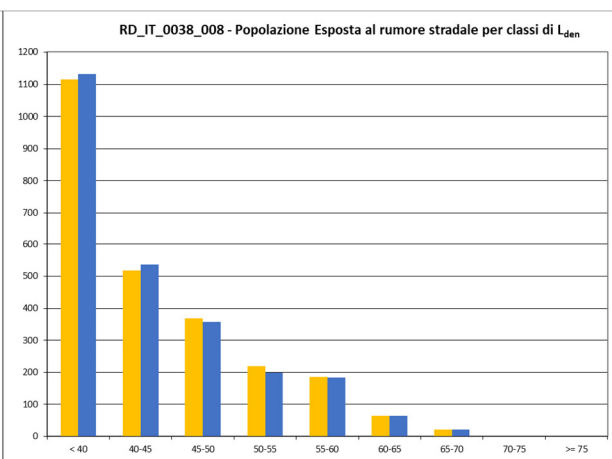
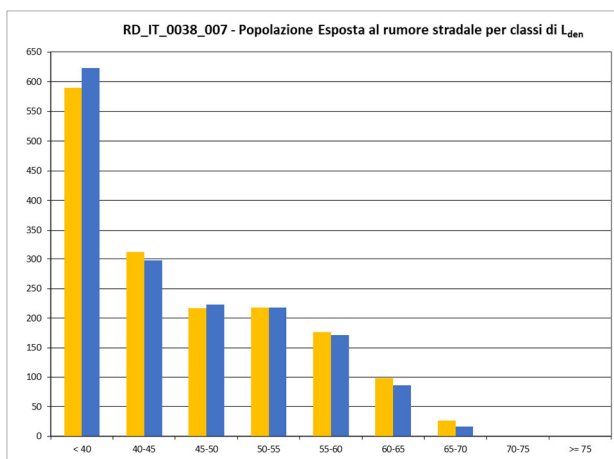
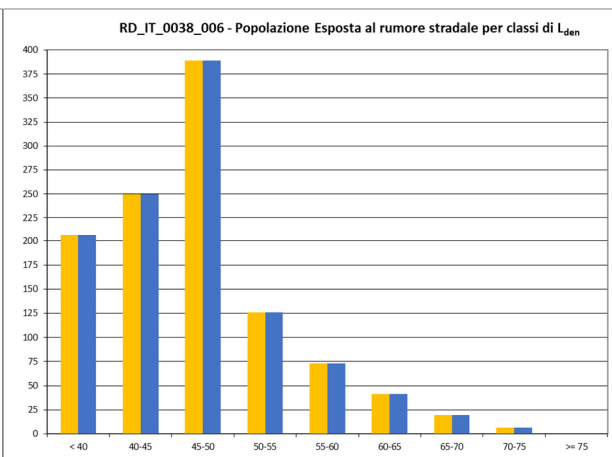
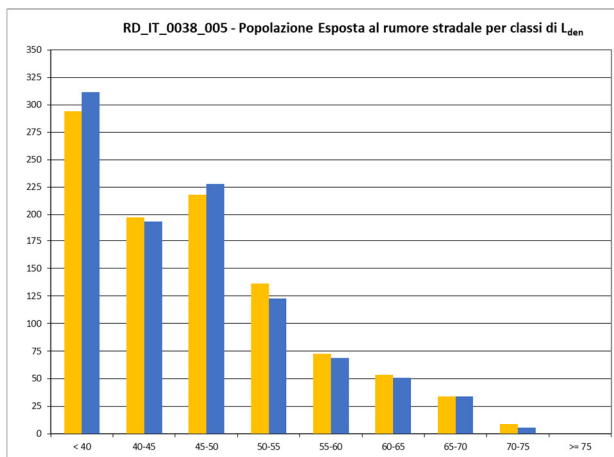
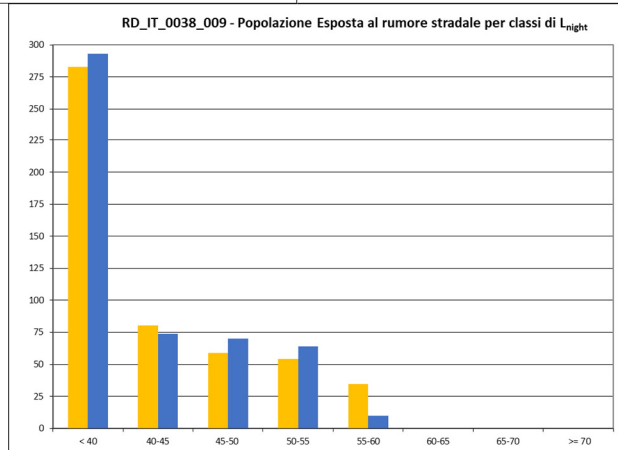
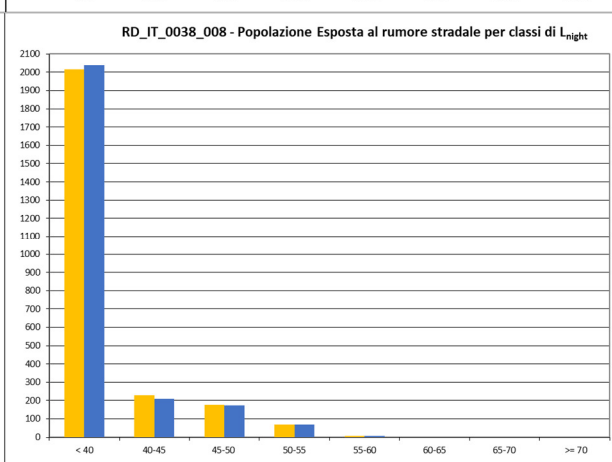
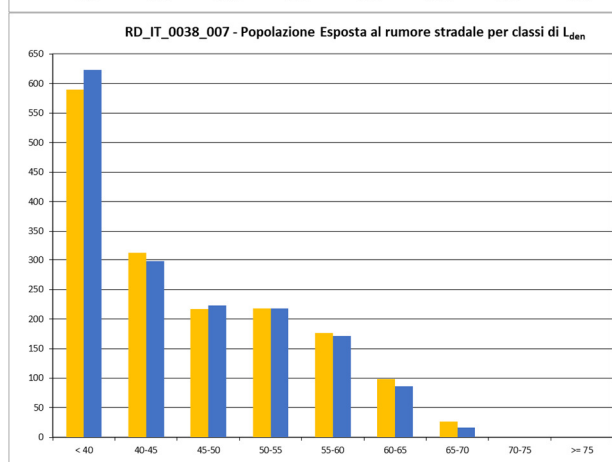
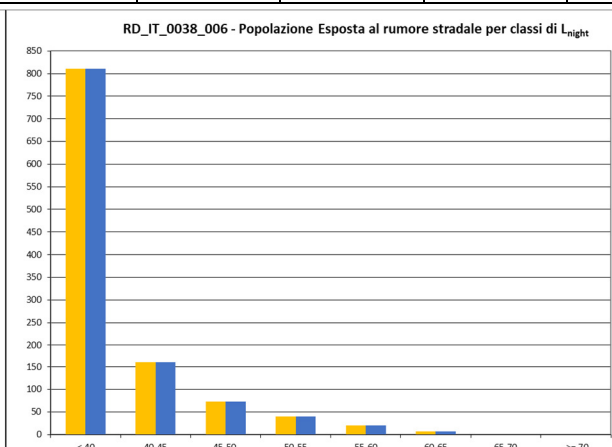
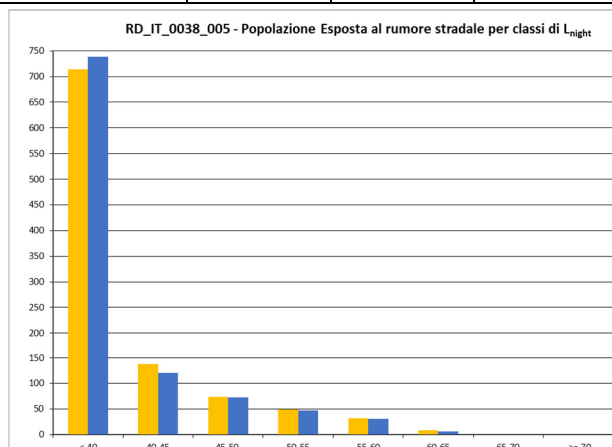


Tabella 21 – Intervalli di esposizione (L_{night})

Configurazione Ante-Operam								
ID	$L_{night}<40$	$L_{night}40-44$	$L_{night}45-49$	$L_{night}50-54$	$L_{night}55-59$	$L_{night}60-64$	$L_{night}65-69$	$L_{night}\geq 70$
RD_IT_0038_005	714	138	74	49	32	8	0	0
RD_IT_0038_006	811	160	74	40	19	6	0	0
RD_IT_0038_007	1.109	237	171	102	17	0	0	0
RD_IT_0038_008	2.015	228	176	70	6	0	0	0
RD_IT_0038_009	283	80	59	54	35	0	0	0
Configurazione Post-Operam								
ID	$L_{night}<40$	$L_{night}40-44$	$L_{night}45-49$	$L_{night}50-54$	$L_{night}55-59$	$L_{night}60-64$	$L_{night}65-69$	$L_{night}\geq 70$
RD_IT_0038_005	739	121	72	47	31	6	0	0
RD_IT_0038_006	811	160	74	40	19	6	0	0
RD_IT_0038_007	1.136	238	163	89	10	0	0	0
RD_IT_0038_008	2.039	208	173	69	6	0	0	0
RD_IT_0038_009	293	74	70	64	10	0	0	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 Provincia di Livorno, 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 Provincia di Livorno - Aggiornamento delle immissioni nell'intera rete", 30/06/2022.
- 12) 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 comma 10-bis, articolo 4 del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194".

IL PRESENTE ELABORATO SI COMPONE DI 36 PAGINE E 1 ALLEGATO

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

DAL DOTT. ING. FRANCESCO BORCHI

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA N. 7919 ELENCO ENTECA

CON LA COLLABORAZIONE

DEL DOTT. ING. ANDREA GUIDO FALCHI

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA N. 8084 ELENCO ENTECA

IL PRESENTE RAPPORTO È STATO CONSEGNATO

IN DATA 22/05/2024

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

DOTT.SSA. RAFFAELLA BELLOMINI (LEGALE RAPPRESENTANTE)



DOTT. ING. FRANCESCO BORCHI (DIRETTORE TECNICO)



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

