



**Comune
di Modena**

Settore Ambiente, edilizia privata
ed attività produttive
Ufficio Impatto Ambientale



Vie en.ro.se.
Ingegneria



Regione EMILIA ROMAGNA



Agglomerato di MODENA

MAPPA ACUSTICA STRATEGICA (2021) AGGLOMERATO DI MODENA (AG_IT_00_00023)

Ai sensi del D. Lgs. 19/08/2005, n. 194

RELAZIONE TECNICA

Data: 15/06/2022

Revisione: Rev.2

Approvato con D.G. n. __ del __/__/2022

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. MAPPATURE ACUSTICHE DEGLI ENTI GESTORI DI INFRASTRUTTURE PRINCIPALI	6
2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	7
3. DESCRIZIONE DELL'AGGLOMERATO	8
4. PROGRAMMI DI CONTENIMENTO DEL RUMORE ATTUATI IN PASSATO E MISURE ANTIRUMORE IN ATTO	10
4.1 INTERVENTI REALIZZATI DAL COMUNE DI MODENA	10
4.1.1 Schermi acustici	10
4.1.2 Asfalti a bassa rumorosità	13
4.1.3 Zone 30	15
4.1.4 Sostituzione serramenti edifici scolastici	16
4.2 INTERVENTI ATTUATI DA ALTRI GESTORI	16
4.2.1 Interventi realizzati da Autostrade per l'Italia S.p.A.	17
4.2.2 Interventi realizzati da ANAS S.p.A.	17
4.2.3 Interventi realizzati da RFI S.p.A.	17
5. CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE E RELATIVI RICETTORI	19
5.1 MONITORAGGI ACUSTICI E DEI FLUSSI DI TRAFFICO	19
5.2 BASE DATI PER LA MODELLAZIONE	20
5.2.1 Modello digitale del terreno	20
5.2.2 Copertura del suolo	21
5.2.3 Modellazione degli edifici	21
5.2.4 Dato di popolazione	21
5.2.5 Modellazione delle sorgenti acustiche	22
6. METODI DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI	23
6.1 SOFTWARE E STANDARD DI CALCOLO APPLICATI	23
6.2 ASSOCIAZIONE DEL NUMERO DI ABITANTI DI UN EDIFICIO	24
6.3 DESIGNAZIONE DEI PUNTI RICETTORI SULLE FACCIATE DEGLI EDIFICI	24
6.4 CARATTERIZZAZIONE DELLA SORGENTE STRADALE (AGGLOMERATIONROAD - AGGLOMERATIONMAJORROAD)	25

6.4.1	<i>Determinazione dei dati di traffico veicolare</i>	26
6.4.2	<i>Determinazione della superficie stradale</i>	29
6.5	CARATTERIZZAZIONE DELLA SORGENTE INDUSTRIALE (AGGLOMERATIONINDUSTRY)	30
6.6	CARATTERIZZAZIONE DELLA SORGENTE FERROVIARIA (AGGLOMERATIONMAJORRAILWAY)	32
6.7	CARATTERIZZAZIONE DELL'INSIEME DELLE SORGENTI ACUSTICHE (AGGLOMERATIONALLSOURCES)	32
7.	CALIBRAZIONE-VALIDAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	33
7.1	DEFINIZIONE DELLE PROCEDURE	33
7.2	CALIBRAZIONE DEL MODELLO DI EMISSIONE	34
7.3	CALIBRAZIONE DEL MODELLO DI PROPAGAZIONE E VALIDAZIONE	34
8.	STIMA DEI RESIDENTI E DEGLI EDIFICI ESPOSTI	36
8.1	COMPONENTE AGGLOMERATIONROAD	37
8.2	COMPONENTE AGGLOMERATIONMAJORROAD	38
8.3	COMPONENTE AGGLOMERATIONINDUSTRY	39
8.4	COMPONENTE AGGLOMERATIONMAJORRAILWAY	40
8.5	COMPONENTE AGGLOMERATIONALLSOURCES	41
9.	SINTESI DEI RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA	44
9.1	SINTESI DESCRITTIVA, INDICAZIONI E COMMENTI	49
10.	MATERIALE TRASMESSO	51
11.	BIBLIOGRAFIA	53

1. INTRODUZIONE GENERALE

1.1. PREMessa

Il Decreto Legislativo n. 194 del 19 agosto 2005 ⁽¹⁾ prevede l'obbligo da parte degli agglomerati urbani con popolazione maggiore di 100.000 abitanti di elaborare la "Mappa Acustica Strategica" nonché i "Piani d'Azione" per l'abbattimento del rumore ambientale in recepimento alla Direttiva Europea 2002\49\CE ⁽²⁾.

La Regione Emilia-Romagna, così come previsto dalla normativa, ha provveduto con nota prot. 225431 del 01/10/2008 e successivamente con Delibera di Giunta Regionale n. 1369 del 17 settembre 2012 ⁽¹⁰⁾ all'individuazione degli agglomerati con più di 100.000 abitanti, identificando l'agglomerato di Modena coincidente con il territorio del Comune di Modena.

Il Comune di Modena è capoluogo di Provincia, e come ogni altra realtà urbana ad alto sviluppo economico è ad elevato tasso di motorizzazione: 628 autovetture per 1000 abitanti. L'elevato tasso di motorizzazione e l'elevata ripartizione modale (l'uso dell'auto privata è pari al 75% del trasporto privato, dati censimento 2010) costituiscono un contributo rilevante per l'esposizione della popolazione all'inquinamento acustico indotto dal traffico.

Ai sensi dell'art. 3, comma 3 lettera a del Decreto Legislativo n. 194 del 19 agosto 2005 ⁽¹⁾ il Comune di Modena è tenuto a trasmettere agli Enti competenti i dati relativi alla "Mappa Acustica Strategica" con l'identificativo gestore AG_IT_00_00023, assegnato dal Ministero della Transizione Ecologica.

Il Comune di Modena, con Determina Dirigenziale n. 2266 del 29/10/2021, ha quindi affidato a Vie en.ro.se. Ingegneria S.r.l. l'incarico relativo alla stesura del IV ciclo di aggiornamento della Mappa Acustica Strategica dell'agglomerato di Modena.

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

Tabella 1 – Gruppo di lavoro

Ing. Francesco Borchì	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.
Ing. Sergio Luzzi	Tecnico Competente in Acustica n. 7806 dell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica (E.N.T.E.C.A.)	Direttore Tecnico e 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
Dott. Ivan Iannuzzi	-	Collaboratore

La Direttiva Europea prevede nuovi descrittori rispetto a quelli previsti dalla normativa acustica nazionale, pertanto il Decreto Legislativo n. 194 del 19 agosto 2005 ⁽¹⁾, in conformità al dettato della Direttiva, prevede l'utilizzo dei descrittori L_{den} (livello day-evening-night o livello giorno-sera-notte) e L_{night} (livello notturno), il primo usato per valutare il disturbo legato all'esposizione al rumore nell'intero arco della giornata, il secondo per valutare il disturbo del sonno.

Il presente documento descrive la procedura adottata per la stima dei livelli di rumore prodotto, all'interno dell'agglomerato di Modena, dalle componenti:

- ✓ rumore stradale (agglomerationRoad e agglomerationMajorRoad);
- ✓ rumore ferroviario (agglomerationMajorRailway), prodotto da RFI S.p.A. e consegnato al Comune di Modena nel mese di gennaio 2022;
- ✓ rumore industriale (agglomerationIndustry);

- ✓ contributo prodotto da tutte le sorgenti (agglomerationAllSources).

Sono stati utilizzati gli algoritmi di calcolo raccomandati dalla Comunità Europea, con riferimento alla Direttiva 2015/996/UE del 19 maggio 2015 ⁽³⁾ (standard di calcolo “CNOSSOS-EU”), che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della Direttiva 2002/49/CE ⁽²⁾ del Parlamento Europeo e del Consiglio, entrata in vigore il 1° gennaio 2020. Come definito dal Decreto del Ministero della Transizione Ecologica del 14 gennaio 2022 ⁽¹¹⁾, per il calcolo è stato fatto riferimento all’aggiornamento della Direttiva 2015/996/UE ⁽³⁾ introdotto dalla Direttiva Delegata 2021/1226/UE ⁽⁴⁾ emessa 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 ⁽¹⁾ che recepisce la Direttiva 2000/49/CE ⁽²⁾, per quanto riguarda i gestori degli agglomerati e delle infrastrutture di trasporto principali”, dopo gli adempimenti dei bienni 2006-2007, 2012-2013 e 2017-2018, sono entrati in vigore i seguenti obblighi, per il quarto round di mappatura:

- ✓ **ENTRO 31/01/2022:** trasmissione dei dati delle mappe acustiche relativamente alle infrastrutture, stradali, ferroviarie ed aeroportuali principali della propria rete (rispettivamente, con traffico superiore a 3.000.000 veicoli/anno, di 30.000 treni/anno e di 50.000 movimenti di decollo e atterraggio/anno) che ricadono entro gli agglomerati con popolazione superiore a 100.000 abitanti.
- ✓ **ENTRO 31/03/2022:** trasmissione, alla regione o alla provincia autonoma competente, della mappa acustica strategica degli agglomerati nonché di alcuni dati statistici inerenti l’esposizione all’inquinamento acustico di persone e edifici, riferiti al precedente anno solare.
- ✓ **ENTRO 31/12/2023*:** trasmissione dei dati dei piani di azione, tenendo conto dei risultati della mappa acustica, relativamente alle infrastrutture, stradali, ferroviarie ed aeroportuali principali della propria rete e che ricadono entro gli agglomerati con popolazione superiore a 100.000 abitanti.
- ✓ **ENTRO 18/07/2024*:** trasmissione, alla regione od alla provincia autonoma competente, dei piani di azione degli agglomerati tenendo conto dei risultati della mappatura acustica. Nel caso di infrastrutture principali che interessano più regioni gli stessi enti trasmettono i piani d’azione al Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio ed alle regioni o province autonome competenti.

*: 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.

La Commissione Europea ha inoltre emanato linee guida e documenti di supporto relativi alle procedure con cui effettuare le mappe acustiche e trasmettere i relativi dati agli enti interessati (“Environmental Noise Directive - Reporting guidelines – December 2021, Version 1.1” ⁽⁵⁾). Tali procedure sono state recepite in Italia all’interno di specifiche 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). Tali linee guida si compongono dei seguenti documenti di riferimento:

1. “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”.
2. “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”.
3. “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”.
4. Schemi, in formato GeoPackage (.gpkg), predisposti dall’Agenzia europea dell’ambiente per la notifica delle sorgenti di rumore (DF1_5).

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.
6. 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).
7. "Environmental Noise Directive 2002/49/EC (END) - Data model documentation version 4.1".
8. "Environmental Noise Directive - Reporting guidelines - DF1_5 Noise sources – December 2021, Version 1.1".
9. "Environmental Noise Directive - Reporting guidelines – DF4_8 Strategic noise maps - December 2021, version 1.1".
10. "Creating unique thematic identifiers for the END data model, July 2021, Version: 1.0".

1.3. PROBLEMATICHE CONCERNENTI LA PANDEMIA COVID-19

Ai sensi dell'articolo 7, comma 2 della Direttiva 2002/49/CE ⁽²⁾, le mappature acustiche devono essere elaborate con riferimento al precedente anno solare per ciascun ciclo di aggiornamento. Conseguentemente, la Mappatura oggetto del presente report, avente come data di trasmissione il 31/03/2022, deve essere definita utilizzando i dati di input medi relativi all'anno solare 2021.

Si evidenzia 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, risultano sostanzialmente anomali rispetto a quelli di un anno tipo. Questo ha comportato, mediamente e su buona parte delle infrastrutture viarie oggetto di mappatura, una diminuzione del traffico veicolare.

1.4. MAPPATURE ACUSTICHE DEGLI ENTI GESTORI DI INFRASTRUTTURE PRINCIPALI

Per quanto riguarda il rumore generato dalle infrastrutture di trasporto principali (assi stradali caratterizzati da un traffico superiore a 3.000.000 di veicoli anno, assi ferroviari caratterizzati da un traffico superiore a 30.000 convogli anno, aeroporto civile o militare aperto al traffico civile in cui si svolgono più di 50.000 movimenti all'anno), la Mappatura Acustica è di competenza del relativo ente gestore. Entro la data del 31/01/2022 gli enti gestori dovevano trasmettere le proprie mappature agli agglomerati di interesse.

Nel territorio del Comune di Modena sono presenti le infrastrutture di trasporto principali di seguito elencate:

- ✓ Autostrada A1 e relativi svincoli di accesso, gestita da Autostrade per l'Italia S.p.A.: mappatura acustica trasmessa all'agglomerato di Modena in data 27/01/2022 ⁽⁸⁾.
- ✓ Linea ferroviaria gestita da R.F.I. S.p.A.: mappatura acustica trasmessa all'agglomerato di Modena in data 02/02/2022 ⁽⁷⁾.
- ✓ Strade provinciali gestite dalla Provincia di Modena: SP255 "di San Matteo della Decima", SP486 "di Montefiorino", SP2 "Panaria Bassa", SP13 "di Campogalliano", Strada Provinciale "Tangenziale Rabin", Strada Provinciale "bretella collegamento SP255-SP2": mappatura acustica trasmessa all'agglomerato di Modena in data 17/03/2022 ⁽¹¹⁾.
- ✓ tratti periurbani di Via Emilia Est e di Via Emilia Ovest (SS9), tratti periurbani di Strada Bellaria, di Strada Nuova Estense e di Strada Nazionale Canaletto Nord (SS12), sistema delle Tangenziali di Modena, gestite da ANAS S.p.A.: l'ente gestore ha comunicato a tutti gli enti territoriali interessati che la mappatura acustica del ciclo di aggiornamento 2012 è rimasta sostanzialmente invariata, non producendone pertanto una nuova.

2. 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".
- ✓ 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".
- ✓ 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".
- ✓ 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 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 per quanto riguarda i metodi comuni di determinazione del rumore (EN Official Journal of the European Union L. 269/65 del 28/07/2021, entrata in vigore il 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.
- ✓ Environmental Noise Directive - Reporting guidelines – December 2021, Version 1.1.
- ✓ 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.
- ✓ DGR del 17 settembre 2012, N. 1369 con titolo: "D.Lgs. 194/2005 "Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale" - Approvazione delle "Linee guida per l'elaborazione delle mappature acustiche e delle mappe acustiche strategiche relative alle strade provinciali ed agli agglomerati della regione Emilia-Romagna".

3. DESCRIZIONE DELL'AGGLOMERATO

L'agglomerato di Modena coincide come estensione territoriale con il Comune di Modena. Nella seguente tabella è riportata una sintesi delle informazioni principali relativamente all'agglomerato.

Il Comune di Modena è capoluogo di Provincia; la città si trova in un territorio pianeggiante i cui confini sono parzialmente costituiti dai fiumi Secchia e Panaro che lambiscono la città senza attraversarla.

Il centro storico, con traffico ad accesso limitato, è racchiuso da un anello di viali e gran parte della città è racchiusa da un sistema di tangenziali da cui si dipartono assi radiali verso il centro della città.

La città è inoltre attraversata dall'asse della via Emilia che la taglia orizzontalmente in due.

Il territorio comunale è attraversato a sud dall'Autostrada A1, con la presenza all'interno del comune di due caselli autostradali, Modena Nord e Modena Sud, e a nord dalla linea ferroviaria Alta Velocità Milano-Bologna. Oltre alla linea ad alta capacità Milano-Bologna il territorio comunale è attraversato dai seguenti assi ferroviari: linea Milano-Bologna; linea Modena-Sassuolo; linea Verona-Mantova-Modena.

L'agglomerato di Modena è infine servito, oltre che dai servizi ferroviari, anche da una rete di mobilità pubblica su gomma grazie ad un servizio di autolinee extraurbane e da un servizio di trasporto pubblico locale.

Nella seguente tabella è riportata una sintesi delle informazioni principali relativamente all'agglomerato.

Tabella 2 – Descrizione dell'agglomerato di Modena

Riferimento normativo con il quale l'agglomerato di Modena è stato individuato dalla Regione Emilia-Romagna e con il quale il Comune di Modena è stato designato ad Autorità Competenti per i rispettivi agglomerati	D.G.R. n. 1369 del 17/09/2012 (prima comunicato con nota prot. 225431 del 1/10/2008 del Servizio Risanamento atmosferico, acustico, elettromagnetico della Regione E-R)
Codice identificativo dell'agglomerato ("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" – Allegato 1: specifiche per i codici identificativi univoci)	AG_IT_00_00023
Codice identificativo LAU (LOCAL ADMINISTRATIVE UNITS, https://ec.europa.eu/eurostat/web/nuts/local-administrative-units)	036023
Superficie (in km ²)	183 *
Numero di abitanti	187.977 *
*: dati desunti dalla classificazione Eurostat delle Unità Territoriali (LAU – Local Administrative Units), con riferimento alla tabella "EU-27-LAU-2021-NUTS-2021.xlsx" aggiornamento 2021	

Di seguito vengono riportate le informazioni sull'autorità competente:

- ✓ **AUTORITÀ:** COMUNE DI MODENA
- ✓ **INDIRIZZO:** Via Scudari n. 20 – 41121 Modena (Italia)
- ✓ **RESPONSABILI DEL PROCEDIMENTO:**
 - Responsabile Unico del Procedimento (R.U.P.): dott.ssa Daniela Campolieti, Settore Ambiente, edilizia privata e attività produttive
- ✓ **NUMERO DI TELEFONO:** +39-0592032380
- ✓ **E-MAIL:**
 - daniela.campolieti@comune.modena.it

Nell'immagine seguente è rappresentato il territorio del Comune di Modena.

Figura 1 – Localizzazione dell'agglomerato di Modena



All'interno dell'agglomerato di Modena, sono presenti le seguenti sorgenti acustiche soggette a mappatura acustica (ai sensi della direttiva 2002/49/CE)⁽²⁾:

- ✓ infrastrutture stradali PRINCIPALI "agglomerationMajorRoad" (ovvero interessate da un traffico veicolare superiore ai 3.000.000 di veicoli/anno): autostrada A1 e relativi svincoli di accesso, strade provinciali, strade statali, sistema di Tangenziali di Modena;
- ✓ infrastrutture stradali NON PRINCIPALI "agglomerationRoad" (ovvero interessate da un traffico veicolare inferiore ai 3.000.000 di veicoli/anno): tutte le altre infrastrutture stradali;
- ✓ infrastrutture ferroviarie "agglomerationRailways" (ovvero linee ferroviarie interessate da un traffico di treni superiore ai 30.000 convogli/anno);
- ✓ siti industriali "agglomerationIndustry": siti a cui la vigente classificazione acustica comunale attribuisce la classe V (aree prevalentemente industriali), definite ai sensi del D.P.C.M. 14/11/1997.

4. PROGRAMMI DI CONTENIMENTO DEL RUMORE ATTUATI IN PASSATO E MISURE ANTIRUMORE IN ATTO

Di seguito vengono descritte le misure di riduzione acustica già realizzate alla data di stesura del presente ciclo di aggiornamento della Mappa Acustica Strategica.

4.1 INTERVENTI REALIZZATI DAL COMUNE DI MODENA

Il Comune di Modena ha cominciato ad attuare azioni di riduzione dell'inquinamento acustico a partire dal 1995 ponendo in opera diversi interventi di mitigazione a lato delle principali infrastrutture stradali presenti sul territorio. Successivamente, con Deliberazione del Consiglio Comunale di Modena n.29 del 22/02/1999, è stato approvato il Piano di Risanamento Acustico del territorio comunale. Il Piano di Risanamento, oltre alla realizzazione di altri schermi acustici per la protezione dal rumore stradale, prevedeva un programma di miglioramento delle condizioni acustiche delle pertinenze degli edifici scolastici, l'applicazione di asfalti a bassa rumorosità in sostituzione dei normali conglomerati bituminosi nonché l'adozione di "ZONE 30" a bassa velocità. Infine, con Delibera di Giunta Approvato con D.G. n. 493 del 26/09/2018, il Comune di Modena ha approvato il Piano d'Azione dell'Agglomerato di Modena, ai sensi del Decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194 ⁽¹⁾ avente come obiettivo generale la riduzione del numero di abitanti esposti a livelli elevati di rumore. Il Piano d'Azione approvato contempla a sua volta diversi provvedimenti di varia natura, quali veri e propri interventi di mitigazione acustica ma anche interventi di pianificazione urbanistica o sulla mobilità il cui orizzonte temporale per il raggiungimento degli obiettivi è stato fissato al 2023.

Si riporta di seguito una sintetica descrizione degli interventi di contenimento del rumore, suddivisi per diverse tipologie, attuati nell'Agglomerato di Modena prima e dopo l'approvazione del Piano d'Azione ai sensi del D.Lgs. 194/2005 ⁽¹⁾.

4.1.1 Schermi acustici

Gli interventi di riduzione dell'inquinamento acustico attuati dal Comune di Modena a partire dal 1995 fino all'approvazione del Piano di Risanamento acustico, datata 1999, sono costituiti dalla realizzazione dei seguenti schermi acustici:

- ✓ Via Nuova Estense (corsia nord) - Tipologia Naturale, anno 1995, lunghezza 152 m, per la protezione di 30 abitanti circa residenti delle abitazioni comprese tra strada Morane e strada Vaciglio;
- ✓ Via Nuova Estense (corsia sud) - Tipologia Naturale, anno 1995, lunghezza 452 m, per la protezione di 250 abitanti circa residenti delle abitazioni comprese tra via Della Pietra e strada Vaciglio Centro;
- ✓ Tangenziale Nord Pasternak (corsia sud) - Tipologia Artificiale, anno 1996, lunghezza 363 m, per la protezione di 300 abitanti circa residenti delle abitazioni comprese tra via Divisione Acqui e via Cilea;
- ✓ Tangenziale Nord Pasternak (corsia nord) - Tipologia Artificiale, anno 1996, lunghezza 260 m, per la protezione di 100 abitanti circa residenti delle abitazioni comprese tra via Divisione Acqui e il cavalcavia ferroviario RFI;
- ✓ Via Divisione Acqui (lato sud) - Tipologia Mista, anno 1995, lunghezza 341 m, per la protezione di 150 abitanti circa residenti delle abitazioni comprese tra via Stradello Fossa Monda e via Martinelli;
- ✓ Tangenziale Nord Carducci (corsia sud) - Tipologia Naturale, anno 1996, lunghezza 300 m, per la protezione di 150 abitanti circa residenti delle abitazioni comprese tra via Cervino e la ferrovia dismessa Modena-Mirandola;
- ✓ Tangenziale Nord Carducci (corsia sud) - Tipologia Artificiale, anno 1996, lunghezza 454 m, per la protezione di 150 abitanti circa residenti delle abitazioni comprese tra via Cervino e il canale Naviglio;

- ✓ Tangenziale Nord Carducci (corsia sud) - Tipologia Naturale, anno 1996, lunghezza 268 m, per la protezione di 250 abitanti circa residenti delle abitazioni comprese tra il canale Naviglio e via Del Mercato;
- ✓ Tangenziale Nord Carducci (corsia nord) - Tipologia Naturale, anno 1996, lunghezza 200 m, per la protezione di 20 abitanti circa residenti delle abitazioni presso il raccordo con S.S. n.12;
- ✓ Tangenziale Nord Pirandello (corsia nord) - Tipologia Artificiale, anno 1996, lunghezza 250 m, per la protezione di 200 abitanti circa residenti delle abitazioni comprese tra via Regina Pedena Nord e il canale di Freto;
- ✓ Tangenziale Nord Pirandello (corsia sud) - Tipologia Naturale, anno 1996, lunghezza 80 m, per la protezione di 10 abitanti circa residenti delle abitazioni presso stradello Anesino Sud;
- ✓ Viale Leonardo Da Vinci - Tipologia Naturale, anno 1995, lunghezza 253 m, per la protezione di un polo scolastico;
- ✓ Viale Italia (corsia nord) - Tipologia Naturale, anno 1998, lunghezza 330 m, per la protezione dell'Istituto Scolastico "Cattaneo";
- ✓ Viale Italia (corsia sud) - Tipologia Naturale, anno 1998, lunghezza 150 m, per la protezione dell'Istituto Scolastico "Guarini";
- ✓ Viale Italia (corsia sud) - Tipologia Mista, anno 1998, lunghezza 122 m, per la protezione di 20 abitanti circa residenti delle abitazioni poste in prossimità di via Schiocchi;
- ✓ Via Nuova Estense (corsia sud) - Tipologia Naturale, anno 1997, lunghezza 160 m, per la protezione di 20 abitanti circa residenti delle abitazioni poste in prossimità di via Della Pietra;
- ✓ Autostrada A1 (corsia sud) - Tipologia Mista, anno 1995, lunghezza 178 m, la protezione dei residenti di abitazioni poste a nord di strada Cognento;
- ✓ Autostrada A1 (corsia sud) - Tipologia Naturale, anno 1995, lunghezza 321 m, per la protezione dei residenti delle abitazioni comprese tra strada Cognento e via Beltrami;
- ✓ Autostrada A1 (corsia sud) - Tipologia Artificiale, anno 1995, lunghezza 350 m, per la protezione dei residenti di abitazioni poste a sud di via Beltrami;
- ✓ Viale Salvo D'Acquisto (lato nord) - Tipologia Mista, anno 1996, lunghezza 700 m, per la protezione di 300 abitanti circa residenti delle abitazioni comprese tra via Fratelli Rosselli e il Parco Della Repubblica;
- ✓ Viale Salvo D'Acquisto (lato sud) - Tipologia Naturale, anno 1996, lunghezza 143 m, la protezione di 400 abitanti circa residenti delle abitazioni di via Arezzo;
- ✓ Viale Salvo D'Acquisto (lato sud) - Tipologia Mista, anno 1995, lunghezza 153 m, per la protezione di 400 abitanti circa residenti delle abitazioni di via Terranova;
- ✓ Viale Salvo D'Acquisto (lato nord) - Tipologia Mista, anno 1995, lunghezza 230 m, per la protezione di 100 abitanti circa residenti delle abitazioni comprese tra strada Morane e via Pallanza;
- ✓ Via Pavia (lato nord) - Tipologia Naturale, anno 1995, lunghezza 183 m, per la protezione di 50 abitanti circa residenti delle abitazioni di via Legnano;
- ✓ Via Pavia (lato sud) - Tipologia Naturale, anno 1995, lunghezza 120 m, per la protezione di 20 abitanti circa residenti delle abitazioni stradello Medici-Caula;
- ✓ Tangenziale Sud Neruda (lato sud) - Tipologia Naturale, anno 1995, lunghezza 140 m, per la protezione dell'Istituto Scolastico "Don Milani";
- ✓ Ferrovia Modena-Verona (lato est) - Tipologia Mista, anno 1999, lunghezza 360 m, per la protezione di 150 abitanti circa residenti delle abitazioni di stradello Capitani;

- ✓ Via Nuova Estense (corsia sud) - Tipologia Naturale, anno 1998, lunghezza 100 m, per la protezione dei residenti delle abitazioni comprese tra da via Vignolese a via Silvati;
- ✓ Via Zucchi (lato est) - Tipologia Artificiale, anno 1996, lunghezza 88 m, per la protezione di 100 abitanti circa residenti delle abitazioni di via Marianini;
- ✓ Tangenziale Nord Pirandello (corsia nord) - Tipologia Naturale, anno 1996, lunghezza 90 m, per la protezione dei residenti delle abitazioni di strada Barchetta;
- ✓ Viale Salvo D'Acquisto (lato nord) - Tipologia Naturale, anno 1995, lunghezza 80 m, per la protezione dei residenti delle abitazioni di via Pallanza;
- ✓ Viale Salvo D'Acquisto (lato nord) - Tipologia Naturale, anno 1998, lunghezza 240 m, per la protezione dell'area Parco Della Repubblica;
- ✓ Via Nuova Estense (corsia sud) - Tipologia Mista, anno 1995, lunghezza 48 m, per la protezione di 10 abitanti circa residenti delle abitazioni di strada Vaciglio Centro;
- ✓ Via Gazzotti (lato nord) - Tipologia Naturale, anno 1997, lunghezza 170 m, per la protezione di 20 abitanti circa residenti delle abitazioni di via Gazzotti.

Nel periodo seguente all'approvazione del Piano di Risanamento Acustico si è quindi data attuazione ad una serie di interventi di risanamento acustico in corrispondenza di specifiche criticità analizzate all'interno del piano stesso. Gli interventi di riduzione dell'inquinamento acustico previsti dal piano e attuati dal Comune di Modena sono stati realizzati unicamente in corrispondenza di infrastrutture gestite dal Comune di Modena, ai sensi del DM 29/11/2000, e consistono nella realizzazione di schermi acustici a bordo infrastruttura stradale.

- ✓ Cavalcaferrovia di Viale Cialdini (lato est e ovest) - Tipologia Artificiale, anno 2003, lunghezza 320 m, altezza 3 m, costo complessivo di 438.514€ per la protezione di circa 50 abitanti residenti delle abitazioni di via Cialdini;
- ✓ Tangenziale Sud Neruda (lato nord e sud) - Tipologia Artificiale, anno 2002, lunghezza 252,5 m, altezza tra 2,5-4 m, costo complessivo di 282.925€ per la protezione di circa 50 abitanti residenti delle abitazioni di via Linneo e di via Pantanelli;
- ✓ Tangenziale Nord Pasternak (corsia sud) - Tipologia Artificiale, anno 2005, lunghezza 515 m, altezza tra 4-7 m, costo complessivo di 1.100.000€ per la protezione di circa 300 abitanti residenti delle abitazioni collocate presso lo svincolo di via Nonantolana (Strada Provinciale n.255);
- ✓ Via Nuova Estense (corsia nord) - Tipologia Artificiale, anno 2006, lunghezza 240 m, altezza tra 3-4 m, costo complessivo di 892.370€ per la protezione di circa 60 abitanti residenti delle abitazioni collocate presso la rotatoria di Vaciglio (tratto 1 e 2);
- ✓ Via Nuova Estense (corsia nord) - Tipologia Artificiale, anno 2006, lunghezza 85 m, altezza 4 m, costo complessivo di 296.000€ per la protezione di circa 20 abitanti residenti delle abitazioni collocate presso la rotatoria di Vaciglio (tratto 3);
- ✓ Tangenziale Nord Carducci - Tipologia Artificiale, anno 2006, lunghezza 290 m, altezza tra 5-6 m, costo complessivo di 758.000€ per la protezione di circa 250 abitanti residenti delle abitazioni comprese tra il canale Naviglio e via Del Mercato (sostituzione della barriera naturale presente prima dell'approvazione del Piano di Risanamento Acustico);
- ✓ Viale La Marmora (lato est) - Tipologia Artificiale, lunghezza 410 m, anno 2008, altezza tra 4-5 m, costo complessivo di 602.250€ per la protezione di circa 320 abitanti residenti delle abitazioni collocate presso via Ariosto, Via Croce e Via Boccaccio;

- ✓ Strada Nazionale per Carpi Nord (lato sud) - Tipologia Artificiale, anno 2009, lunghezza 413 m, altezza tra 3-4 m, costo complessivo di 796.843€ per la protezione di circa 100 abitanti residenti delle abitazioni collocate presso la località San Pancrazio;
- ✓ Tangenziale Nord Carducci - Tipologia Artificiale, anno 2009, lunghezza 321 m, altezza 3 m, costo complessivo di 406.000€ per la protezione di circa 20 abitanti residenti delle abitazioni collocate presso il cavalcavia di Via Albareto;

Sulla base di richieste dei cittadini che lamentavano eccessiva rumorosità generata dal traffico stradale, il Comune ha condotto apposite verifiche strumentali e nei casi in cui i livelli di rumore misurati sono risultati superiori ai limiti fissati dalla normativa vigente sono stati realizzati alcuni interventi "extra" Piano di Risanamento Acustico.

Gli interventi di riduzione dell'inquinamento acustico "extra" Piano di Risanamento Acustico sono i seguenti:

- ✓ Strada Contrada (lato nord) - Tipologia Naturale, anno 2003, lunghezza 200 m, altezza 3 m per la protezione di circa 20 abitanti residenti delle abitazioni di via Pienza;
- ✓ Raccordo stradale casello ingresso A1 - Modena Nord - Tipologia Artificiale, anno 2000, lunghezza 180 m, altezza 3 m, costo complessivo di 87.890€ per la protezione di circa 10 abitanti residenti delle abitazioni adiacenti al raccordo;
- ✓ Viale Salvo D'Acquisto (lato sud) - Tipologia Naturale, anno 2000, lunghezza 450 m, altezza 6 m per la protezione di 60 abitanti circa residenti delle abitazioni comprese tra via Reggio Emilia e via Faenza;
- ✓ Tangenziale Nord Pasternak (corsia nord) - Tipologia Artificiale, anno 2001, lunghezza 113, altezza 5 m, costo complessivo di 203.885€ per la protezione di 70 abitanti circa residenti delle abitazioni prossime allo svincolo con via Respighi;
- ✓ Cavalcaferrovia di Via Ciro Menotti (lato ovest) - Tipologia Artificiale, anno 2002, lunghezza 165 m, altezza 3 m, costo complessivo di 166.332€ per la protezione di circa 130 abitanti residenti delle abitazioni prossime al cavalcaferrovia;
- ✓ Tangenziale Nord Pirandello – Tipologia Artificiale, anno 2019, lunghezza 120, altezza 6 m, costo complessivo di 500.000€ per la protezione di 34 residenti.

4.1.2 Asfalti a bassa rumorosità

Le analisi acustiche riportate all'interno del Piano di Risanamento Acustico del territorio comunale, approvato ai sensi della Legge Quadro n. 447 del 26/10/1995 con Deliberazione del Consiglio Comunale di Modena n.29 del 22/02/1999 unitamente alla Classificazione Acustica, hanno evidenziato come, in ambito urbano, laddove non risulti possibile intervenire con altre azioni di risanamento acustico, possano essere conseguiti buoni risultati in termini di mitigazione del rumore stradale tramite applicazione di asfalti a bassa rumorosità in sostituzione dei normali conglomerati bituminosi.

Pertanto, anche in assenza di vere e proprie previsioni puntuali relative al Piano di Risanamento Acustico, sulla base di richieste dei cittadini che lamentano eccessiva rumorosità generata dal traffico stradale, il Comune di Modena ha condotto apposite verifiche strumentali presso abitazioni collocate nelle vicinanze di infrastrutture ad elevato tenore di traffico, al fine di determinare i livelli di rumore ai quali sono sottoposti i residenti.

L'evoluzione del Piano di Risanamento ha quindi riguardato casi per i quali è stata stimata possibile la mitigazione attraverso l'inserimento di asfalti a bassa rumorosità in sostituzione dei normali conglomerati bituminosi.

L'utilizzo di asfalti aventi caratteristiche di abbattimento delle emissioni sonore dovute al rotolamento degli pneumatici può infatti costituire su strade urbane una strategia di riduzione del rumore, apprezzabile dalla popolazione, nelle situazioni dove non è possibile intervenire con altre tipologie di azioni di risanamento.

Verifiche strumentali condotte dal Comune di Modena successivamente all'applicazione degli asfalti a bassa rumorosità in sostituzione dei normali conglomerati bituminosi hanno evidenziato come l'efficacia del rendimento di tali manti in termini di abbattimento dei livelli sonori a bordo strada rimanga significativo anche dopo diversi anni dalla loro applicazione.

Gli interventi di riduzione dell'inquinamento acustico attuati dal Comune di Modena tramite tale tipologia di intervento sono stati realizzati unicamente in corrispondenza di infrastrutture gestite dal Comune di Modena, ai sensi del DM 29/11/2000.

Gli interventi di riduzione dell'inquinamento acustico conseguiti attuati dal Comune di Modena tramite l'applicazione di asfalti a bassa rumorosità in sostituzione dei normali conglomerati bituminosi sono i seguenti:

- ✓ Via Emilia Ovest - Applicazione asfalto anno 2003 su un tratto stradale della lunghezza di circa 500 m, per la protezione dei residenti delle abitazioni prospicienti l'infrastruttura stradale;
- ✓ Viale Tassoni - Applicazione asfalto anno 2004 su un tratto stradale della lunghezza di circa 800 m, per la protezione dei residenti delle abitazioni prospicienti l'infrastruttura stradale;
- ✓ Viale Storchi - Applicazione asfalto anno 2005 su un tratto stradale della lunghezza di circa 550 m, per la protezione dei residenti delle abitazioni prospicienti l'infrastruttura stradale;
- ✓ Viale Reiter - Applicazione asfalto anno 2006 su un tratto stradale della lunghezza di circa 600 m, per la protezione dei residenti delle abitazioni prospicienti l'infrastruttura stradale;
- ✓ Viale Monte Kosica - Applicazione asfalto anno 2006 su un tratto stradale della lunghezza di circa 300 m, per la protezione dei residenti delle abitazioni prospicienti l'infrastruttura stradale;
- ✓ Viale Muratori - Applicazione asfalto anno 2006 su un tratto stradale della lunghezza di circa 700 m, per la protezione dei residenti delle abitazioni prospicienti l'infrastruttura stradale;
- ✓ Strada Albareto (presso frazione Albareto) - Applicazione asfalto anno 2006 su un tratto stradale della lunghezza di circa 900 m, per la protezione dei residenti delle abitazioni prospicienti l'infrastruttura stradale;
- ✓ Viale Fratelli Rosselli - Applicazione asfalto anno 2006 su un tratto stradale della lunghezza di circa 900 m, per la protezione dei residenti delle abitazioni prospicienti l'infrastruttura stradale;
- ✓ Via Nuova Estense (tratto tra strada Morane e strada Contrada) - Applicazione asfalto anno 2006 su un tratto stradale della lunghezza di circa 900 m, per la protezione dei residenti delle abitazioni prospicienti l'infrastruttura stradale;
- ✓ Via Delle Suore - Applicazione asfalto anno 2007 su un tratto stradale della lunghezza di circa 400 m, per la protezione dei residenti delle abitazioni prospicienti l'infrastruttura stradale;
- ✓ Viale Barozzi - Applicazione asfalto anno 2008 su un tratto stradale della lunghezza di circa 800 m, per la protezione dei residenti delle abitazioni prospicienti l'infrastruttura stradale;
- ✓ Via Divisione Acqui - Applicazione asfalto anno 2008 su un tratto stradale della lunghezza di circa 700 m, per la protezione dei residenti delle abitazioni prospicienti l'infrastruttura stradale;
- ✓ Via San Faustino - Applicazione asfalto anno 2009 su un tratto stradale della lunghezza di circa 400 m, per la protezione dei residenti delle abitazioni prospicienti l'infrastruttura stradale;

- ✓ Tangenziale Nord Carducci - Applicazione asfalto anno 2009, riasfaltamento completo dell'infrastruttura per una lunghezza di circa 5000 m, per la protezione dei residenti delle abitazioni prospicienti l'infrastruttura stradale;
- ✓ Viale Italia - Applicazione asfalto anno 2010 su un tratto stradale della lunghezza di circa 800 m, per la protezione dei residenti delle abitazioni prospicienti l'infrastruttura stradale;

Si segnala che, in ragione dell'evoluzione tecnologica e del miglioramento dei materiali che negli anni più recenti ha contraddistinto le caratteristiche degli asfalti utilizzati in ambito urbano, il Comune di Modena in occasione della realizzazione degli interventi ordinari e straordinari di riasfaltatura su diversi tratti stradali di propria competenza, ha adottato scelte indirizzate su materiali che, pur non essendo classificati come asfalti a bassa rumorosità, assicurano significative riduzioni o miglioramenti del contenimento delle emissioni sonore dovute al rotolamento degli pneumatici e, al contempo, non necessitano di interventi straordinari di lavaggio per mantenerne integra l'efficienza in termini di abbattimento del rumore.

4.1.3 Zone 30

Gli interventi di riduzione dell'inquinamento acustico attuati dal Comune di Modena tramite l'adozione di ZONE 30 a bassa velocità di attraversamento sono i seguenti:

- ✓ Via Emilio Po - Zona30 su una rete stradale della lunghezza complessiva di circa 1000 m lineari, per la protezione dei residenti dell'area di intervento;
- ✓ Via Monsignor Della Valle - Zona30 su una rete stradale della lunghezza complessiva di circa 1350 m lineari, per la protezione dei residenti dell'area di intervento;
- ✓ Via Cavezzo in località Baggiovare - Zona30 su una rete stradale della lunghezza complessiva di circa 4000 m lineari, per la protezione dei residenti dell'area di intervento;
- ✓ Via Scartazzetta in località San Damaso - Zona30 su una rete stradale della lunghezza complessiva di circa 7000 m lineari, per la protezione dei residenti dell'area di intervento;
- ✓ Via Curtatona - Zona30 su una rete stradale della lunghezza complessiva di circa 2500 m lineari, per la protezione dei residenti dell'area di intervento;
- ✓ Via dello Sport - Zona30 su una rete stradale della lunghezza complessiva di circa 2100 m lineari, per la protezione dei residenti dell'area di intervento;
- ✓ Via Cassiani - Zona30 su una rete stradale della lunghezza complessiva di circa 2700 m lineari, per la protezione dei residenti dell'area di intervento;
- ✓ Area del Centro Storico di Modena - Zona30 su una rete stradale della lunghezza complessiva di circa 23.000 m lineari, per la protezione dei residenti dell'area di intervento;
- ✓ Via Cimone - Zona30 su una rete stradale della lunghezza complessiva di circa 2350 m lineari, per la protezione dei residenti dell'area di intervento;
- ✓ Via Firenze - Zona30 su una rete stradale della lunghezza complessiva di circa 2600 m lineari, per la protezione dei residenti dell'area di intervento;
- ✓ Via Guareschi (località Cognento) - Zona30 su una rete stradale della lunghezza complessiva di circa 2200 m lineari, per la protezione dei residenti dell'area di intervento;
- ✓ Via Paganine (località Paganine) - Zona30 su una rete stradale della lunghezza complessiva di circa 1000 m lineari, per la protezione dei residenti dell'area di intervento;
- ✓ Via Albareto (località Albareto) - Zona30 su una rete stradale della lunghezza complessiva di circa 3800 m lineari, per la protezione dei residenti dell'area di intervento;

- ✓ Via Maestri del Lavoro - Zona30 su una rete stradale della lunghezza complessiva di circa 4000 m lineari, per la protezione dei residenti dell'area di intervento;
- ✓ Via Mantegna - Zona30 su una rete stradale della lunghezza complessiva di circa 5700 m lineari, il macro-intervento coinvolge anche gli assi di via Cividale, via Pelloni e via Gemona, per la protezione dei residenti dell'area di intervento;
- ✓ Via Borsellino - Zona30 su una rete stradale della lunghezza complessiva di circa 2000 m lineari, per la protezione dei residenti dell'area di intervento;
- ✓ Via Ribera - Zona30 su una rete stradale della lunghezza complessiva di circa 9100 m lineari, il macro-intervento coinvolge anche gli assi di via Zoboli, via Cimabue e via Marinetti, per la protezione dei residenti dell'area di intervento;
- ✓ Via Zamenhof - Zona30 su una rete stradale della lunghezza complessiva di circa 2500 m lineari, per la protezione dei residenti dell'area di intervento;
- ✓ Via Barchetta - Zona30 su una rete stradale della lunghezza complessiva di circa 2500 m lineari, per la protezione dei residenti dell'area di intervento.

4.1.4 Sostituzione serramenti edifici scolastici

In relazione alle aree che ospitano i ricettori scolastici la legislazione nazionale vigente richiede il livello massimo di tutela acustica ovvero richiede di associare a tali pertinenze la prima classe acustica (Aree particolarmente protette) ai sensi del DPCM 14/11/1997, con limiti assoluti di immissione pari a 50 dB(A) nel periodo diurno e 40 dB(A) relativamente al periodo notturno.

Quando non risulta possibile intervenire direttamente sulla sorgente di rumore o sulla via di propagazione tra sorgente e ricettore, ovvero in corrispondenza di ricettori isolati, la scelta della tipologia di mitigazione ricade inevitabilmente sull'intervento diretto realizzato sulla struttura o fabbricato che deve essere protetto.

La sostituzione degli infissi degli edifici scolastici garantisce un buon compromesso tra l'efficientamento energetico della struttura e il miglioramento dell'acustica indoor delle aule adibite a funzioni didattiche, per questo motivo il Comune di Modena, a partire dal 1999, ha effettuato lavori di ammodernamento delle proprie strutture sostituendo in modo sistematico anche gli infissi di vecchia generazione con sistemi più efficienti in grado di abbattere in modo significativo le immissioni di rumore generate in ambiente esterno.

Il Comune di Modena garantisce la manutenzione ordinaria a circa 100 edifici ad uso scolastico di diverso ordine e grado, comprendendo quindi nidi, materne, elementari e medie. Di questi edifici 33 sono di proprietà comunale per i quali viene garantita la manutenzione anche straordinaria mentre i rimanenti sono scuole statali la cui manutenzione ordinaria è stata posta in capo all'amministrazione comunale.

Dei 33 edifici ad uso scolastico di proprietà comunale il 96% presenta già infissi moderni e performanti nei confronti dell'abbattimento del rumore generato in ambiente esterno mentre dei rimanenti 65 fabbricati ad uso scolastico di proprietà statale, gli infissi devono ancora essere sostituiti in circa il 15% delle strutture.

4.2 INTERVENTI ATTUATI DA ALTRI GESTORI

Il Piano d'Azione relativo all'intero agglomerato di Modena deve necessariamente tener conto della presenza e dei contributi acustici delle infrastrutture di trasporto presenti sul territorio in gestione a enti diversi dal Comune di Modena.

In questo capitolo vengono sinteticamente elencate le infrastrutture presenti nell'agglomerato di Modena in gestione a enti diversi dal Comune di Modena e, nel caso, vengono descritte le più recenti e significative modifiche strutturali subite dai diversi tracciati e le relative azioni di contenimento acustico; per il dettaglio

delle azioni adottate relativamente a tali infrastrutture di trasporto è possibile fare riferimento ai PCAR e ai Piani d'Azione adottati dai singoli gestori.

4.2.1 Interventi realizzati da Autostrade per l'Italia S.p.A.

Per quanto concerne il rumore dovuto al sistema delle autostrade si evidenzia che nell'agglomerato di Modena è presente il tratto dell'Autostrada del Sole (A1), indicativamente compreso tra le progressive km 156 e km 171, in gestione ad Autostrade per l'Italia S.p.A.

Relativamente a tale asse stradale l'intera tratta che attraversa l'agglomerato è stata interessata dall'ampliamento dell'infrastruttura con la realizzazione della quarta corsia di marcia per ciascuna delle carreggiate; il progetto di ampliamento dell'infrastruttura è stato preventivamente sottoposto al procedimento di Valutazione d'Impatto Ambientale conclusosi con il Decreto VIA n. 4903 del 24/05/2000. Nell'ambito di tale procedimento sono stati esaminati da parte degli enti competenti gli impatti dell'opera sulle diverse matrici ambientali, tra cui anche l'impatto acustico.

Il gestore ha realizzato lungo la tratta 42 interventi di mitigazione acustica con barriere antirumore oltre alla stesura di asfalto a bassa rumorosità.

4.2.2 Interventi realizzati da ANAS S.p.A.

Per quanto concerne il rumore dovuto al sistema delle strade statali in gestione ad ANAS S.p.A. si evidenzia che le infrastrutture che interessano l'agglomerato di Modena sono costituite da:

- ✓ Tratti periurbani di Via Emilia Est e di Via Emilia Ovest (SS9).
- ✓ Tratti periurbani di Strada Bellaria, di Strada Nuova Estense e di Strada Nazionale Canaletto Nord (SS12).
- ✓ Sistema delle Tangenziali di Modena.

Lungo sul tracciato del sistema di Tangenziali di Modena, gestite da ANAS S.p.A., sono presenti 11 tratti di barriere antirumore, in corrispondenza di sezioni della tangenziale complanari all'autostrada A1.

ANAS S.p.A ha inoltre realizzato parte degli interventi di risanamento acustico necessari sul tratto di tangenziale denominato "Tangenziale Einaudi ed ha realizzato interventi di posa di asfalto su diversi tratti della Tangenziale Nord Pirandello.

Si evidenzia che, come previsto dal DPCM 21/11/2019 recante "*Revisione delle reti stradali relative alle Regioni Emilia-Romagna, Lombardia, Toscana e Veneto*", tramite apposito verbale di consegna, redatto in data 07/04/2021, è avvenuto il trasferimento di competenza dal Comune di Modena ad ANAS dell'intera tratta di tangenziale.

In ragione di tali trasferimenti il gestore delle infrastrutture stradali nazionale non ha ancora trasmesso al Comune di Modena l'aggiornamento dei propri piani finalizzati all'abbattimento e al contenimento dell'inquinamento acustico.

4.2.3 Interventi realizzati da RFI S.p.A.

Per quanto concerne il rumore dovuto al sistema ferroviario si evidenzia che le infrastrutture che interessano l'agglomerato di Modena sono costituite da:

- ✓ tratto della linea Alta Velocità, posto a nord del territorio comunale di Modena, indicativamente compreso tra il Fiume Panaro a est (zona Navicello) e l'asse della SP 13 Campogalliano a ovest;
- ✓ linea storica Milano-Bologna, che attraversa l'agglomerato di Modena in direzione est-ovest, è stato per comodità di descrizione suddiviso nei seguenti tratti:
 - tratto compreso tra il quartiere Modena Est e il Cimitero San Cataldo;

- nuovo tratto compreso tra il Cimitero San Cataldo e la progressiva 47+146.956;
- tratto compreso tra la progressiva 47+146.956 e il Ponte sul Fiume Secchia.
- ✓ linea ferroviaria Modena-Mantova che attraversa l'agglomerato di Modena in direzione nord-sud, tratto compreso tra la progressiva 37+903.940 e il confine nord del territorio comunale di Modena.

Il progetto del tratto modenese della linea ferroviaria Alta Velocità è stato approvato tramite l'istituto della Conferenza dei Servizi attraverso un Decreto del Ministro dei Trasporti n. 751(52)TAV4 del 08/07/1998. Nell'ambito di tale procedimento sono state prescritte e poi realizzate preliminarmente alla messa in esercizio dell'infrastruttura ferroviaria, anche le opere di mitigazione necessarie al rispetto dei limiti di legge vigenti.

Lungo il tratto di linea storica Milano-Bologna compreso tra il quartiere Modena Est e il Cimitero San Cataldo è stata completata la realizzazione delle mitigazioni acustiche previste dallo studio di previsione di impatto acustico denominato *"Progettazione acustica bonifica linea storica Bologna-Milano km 32+000÷km 38+100 Area Urbana di Modena"*.

Lungo il nuovo tratto di linea Milano-Bologna, compreso tra il Cimitero San Cataldo e la progressiva 47+146.956, in sostituzione del vecchio tratto di linea storica che, attraversando longitudinalmente un'ampia area posta a ridosso del territorio urbanizzato, costituiva un forte vincolo strutturale che di fatto divideva la città in due distinte parti, è stata completata la realizzazione delle mitigazioni acustiche previste dallo studio di previsione di impatto acustico denominato *"Raddoppio linea Modena-Soliera, rilocalizzazione Linea Storica MI-BO, 3° binario e bretella merci Villanova-Marzaglia"*.

Le mitigazioni acustiche relative al tratto di linea storica Milano-Bologna compreso tra la progressiva 47+146.956 e il Ponte sul Fiume Secchia, previste nel Piano degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore redatto da Rete Ferroviaria Italiana ai sensi del DM Ambiente 29/11/2000, non sono state attuate.

Lungo il tratto della linea Modena-Mantova compreso tra la progressiva 37+903.940 e il confine nord del territorio comunale di Modena è stata completata la realizzazione delle mitigazioni acustiche previste dallo studio di previsione di impatto acustico denominato *"Raddoppio linea Modena-Soliera, rilocalizzazione Linea Storica MI-BO, 3° binario e bretella merci Villanova-Marzaglia"*.

5. CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE E RELATIVI RICETTORI

L'area di indagine, in conformità al D.Lgs. 194 del 19 agosto 2005 ⁽¹⁾, coincide con l'intera estensione del Comune di Modena. All'interno di tale area sono stati individuati:

- ✓ edifici distinti in base alla destinazione d'uso in residenziali, sensibili, industriali o a vocazione produttiva.
- ✓ ostacoli acusticamente rilevanti quali dune, muri, ecc.
- ✓ ricettori quali punti di calcolo posizionati a 4 m di altezza dal piano campagna e a 1 m da ogni facciata degli edifici ad uso civile e/o sensibile.

5.1 MONITORAGGI ACUSTICI E DEI FLUSSI DI TRAFFICO

Al fine di determinare un set di dati utili per effettuare la calibrazione e la validazione del modello acustico, l'amministrazione comunale di Modena ha fornito i risultati di alcuni monitoraggi acustici e di conteggio dei flussi di traffico, effettuati dal 2016 al 2021.

Nelle seguenti tabelle vengono riepilogate le informazioni principali degli scenari di misura. Si riportano anche i risultati del monitoraggio, ovvero i livelli acustici misurati nei periodi di riferimento diurno (fascia oraria compresa tra le 6 e le 22), e notturno (fascia oraria compresa tra le 22 e le 6) ed i flussi di traffico conteggiati.

Tabella 3 – Misure di lunga durata

Postazione	Data delle misure	Durata delle misure	Distanza dall'asse stradale di riferimento	Denominazione	Livelli acustici misurati	
					L _{Aeq, d} [dB(A)]	L _{Aeq, n} [dB(A)]
PR01	15-17/03/2016	3 giorni	25 m	Via Mario del Monte	59.0	52.4
PR02	01-03/03/2017	3 giorni	5 m	Via Ottorino Respighi	67.7	62.7
PR03	08-10/03/2017	3 giorni	5 m	Via F. Prampolini	60.4	52.5
PR04	15-17/03/2017	3 giorni	13 m	Viale Gramsci	63.8	56.6
PR05	28-30/03/2017	3 giorni	45 m	Via Giovanni Boccaccio	59.5	53.2
PR06	04-06/04/2017	3 giorni	30 m	Viale Leonardo da Vinci	62.8	53.5
PR07	08-10/05/2017	3 giorni	40 m	Via Enrico Martinelli	58.4	52.8
PR08	15-17/05/2017	3 giorni	10 m	Viale del Mercato	65.2	58.5
PR09	04-06/12/2018	3 giorni	8 m	Via Guido d'Arezzo	68.2	58.7
PR10	08-09/02/2020 18-20/02/2020	4 giorni	45 m	Via Damiano Chiesa	59.3	53.9
PR11	01-02/06/2021	2 giorni	15 m	Strada Formigina	64.9	56.0
PR12	04-06/06/2021	3 giorni	15 m	Via Pietro Giardini	70.1	63.4
PR12	28/10/2016 – 10/11/2016	10 giorni	15 m	Via Pietro Giardini	73.6	67.2
PR13	16/06/2021	24 ore	12 m	Via Pallanza	61.8	54.5
PR14	18-21/06/2021	4 giorni	8 m	Viale don G. Minzoni	69.4	63.7
PR15	24-27/06/2021	4 giorni	35 m	Via Divisione Acqui	60.4	55.1

Monitoraggio fonometrico con misure di lunga durata. Sono state effettuate misure fonometriche in facciata di edifici residenziali presenti nello scenario e con microfono posizionato a 4 m di altezza (postazioni ricettore codificate con PRXX).

Tabella 4 – Misure di breve durata

Postazione	Data delle misure	Durata delle misure	Denominazione	Livelli acustici misurati L _{Aeq} [dB(A)]
PS01	12/11/2021	20 minuti	Viale Storchi	67.7
PS02	11/11/2021	20 minuti	Via Vignolese	69.1
PS03	11/11/2021	20 minuti	Viale Amendola	68.2
PS04	11/11/2021	20 minuti	Via Emilia Ovest	68.9
PS05	11/11/2021	20 minuti	Via Nonantolana	70.8
PS06	11/11/2021	15 minuti	Via Canaletto Sud	68.8
PS07	16/11/2021	20 minuti	Via Nievio	66.6
PS08	18/11/2021	20 minuti	Via D'Avia	63.4
PS09	18/11/2021	20 minuti	Via Minutara	66.4

Monitoraggio fonometrico spot con misure di breve durata (15-20'), in orari rappresentativi del periodo di riferimento diurno (1 fascia). Sono state effettuate misure fonometriche ad una distanza di 5 m dal bordo strada e con microfono posizionato a 4 m di altezza e, contestualmente, è stato effettuato un conteggio manuale dei flussi di traffico (postazioni sorgente codificate con PSXX).

Tabella 5 – Flussi di traffico conteggiati nel tempo di misura

Postazione	Veicoli leggeri	Veicoli medio-pesanti	Veicoli Pesanti	Bus	Motorini	Moto
PS01	182	4	3	11	3	0
PS01	400	3	3	9	0	12
PS03	483	8	3	1	2	2
PS04	372	22	6	20	13	4
PS05	367	15	8	6	3	0
PS06	176	6	9	0	1	2
PS07	91	1	0	3	2	0
PS08	48	2	1	4	1	1
PS09	140	3	0	0	0	0

5.2 BASE DATI PER LA MODELLAZIONE

I dati di input per la costruzione del modello di propagazione sono stati reperiti dall'analogo database definito per il precedente ciclo di aggiornamento della Mappa Acustica Strategica dell'agglomerato di Modena. In questa fase si è proceduto ad un aggiornamento dei dati di input, secondo le procedure metodologiche che vengono descritte nel prosieguo del paragrafo.

La base dati territoriale è costituita dai seguenti elementi:

- ✓ 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 delle sorgenti acustiche.

5.2.1 Modello digitale del terreno

Per quanto riguarda il modello del terreno, si è scelto di non tenere conto della variazione delle quote del suolo sul livello del mare, in quanto la variazione massima tra l'estremità nord e sud del territorio comunale è di circa 30 metri e avviene molto gradualmente. Si è, perciò, ritenuto che l'approssimazione di considerare il suolo a

quota zero su tutto il territorio, e la conseguente stima dei livelli acustici generati a 4 m rispetto a tale quota, rispecchino in modo soddisfacente la realtà.

Relativamente alle quote, è opportuno rilevare che sono invece stati modellizzati i principali cavalcavia e sottopassi, con relative altezze rispetto alla quota zero del suolo.

5.2.2 Copertura del suolo

Come dato di input è stato reperito il tematismo “Corine Land Cover 2018 IV livello”, ovvero una base dati georeferenziata di tipo vettoriale contenente raggruppamenti omogenei di dati riferiti alle varie tipologie di uso del suolo. In particolare, viene utilizzato un sistema di classificazione del suolo basato sui primi quattro livelli derivati dal modello Corine Land Cover.

Ai fini della presente Mappatura Acustica, le caratteristiche acustiche del suolo sono state assegnate attribuendo ad ogni tipologia di suolo presente nella base dati un valore di “ground factor” coerente con il toolkit 13 della Good Practice Guide ⁽⁹⁾.

5.2.3 Modellazione degli edifici

Gli edifici sono un elemento fondamentale da considerare nella simulazione. Infatti, da una parte, riflettono il rumore emesso dalle sorgenti, dall’altro rappresentano i ricettori dove è localizzata la popolazione residente.

Come dato di input è stato utilizzato il database dell’edificato catastale aggiornato all’anno 2021. Il comune di Modena ha infatti fornito una banca dati georeferenziata, dove sono rappresentati tutti gli edifici come poligoni, ai quali, per quelli abitati, è associato il numero di residenti.

Nella stessa banca dati è stata fornita l’altezza degli edifici.

Tale database è stato completato utilizzando prevalentemente i software commerciali di visualizzazione territoriale (Google Maps, Google Earth), in particolare, è stata posta attenzione all’attuale assetto dei luoghi aggiungendo, eliminando o modificando ciascun singolo fabbricato non ricompreso nel database edifici fornito (quali garage, tettoie, baracche, ecc.).

Per ciascun fabbricato sono stati definiti i seguenti attributi principali:

- ✓ Tipologia di edificio, suddivisa tra “residenziale”, “scolastica”, “sanitaria”, “else” (quest’ultima contenete tutti gli edifici che non rientrano nelle altre categorie, ovvero edifici industriali, commerciali, sportivi, di culto, amministrativi, assimilabili a ruderi e/o baracche, tettoie ecc.).
- ✓ Altezza fuori terra.
- ✓ Numero di abitanti attribuiti, secondo quanto risulta dal database dell’Ufficio Anagrafe del Comune di Modena (cfr. paragrafo 5.2.4).

5.2.4 Dato di popolazione

Secondo quanto riportato dalle ultime Linee Guida Ministeriali ⁽⁶⁾, il numero di abitanti da assegnare al singolo edificio deve essere determinato facendo riferimento ai dati di popolazione dal database secondo la classificazione Eurostat delle Unità Territoriali (LAU – Local Administrative Units), con riferimento alla tabella “EU-27-LAU-2021-NUTS-2021.xlsx” aggiornamento 2021.

Secondo tale database, nel Comune di Modena risiedono 187.977 abitanti.

Questo numero risulta ben allineato con il dato di popolazione desunto dal database dell’ufficio anagrafe comunale (186.651 persone).

5.2.5 Modellazione delle sorgenti acustiche

La Mappa Acustica Strategica dell'agglomerato di Modena è stata redatta integrando i contributi prodotti dalle seguenti componenti:

- ✓ Mappatura acustica del rumore stradale (agglomerationRoad e agglomerationMajorRoad).
- ✓ Mappatura acustica del rumore ferroviario (agglomerationMajorRailway), prodotto da RFI S.p.A. e consegnato al Comune di Modena nel mese di gennaio 2022 ⁽⁷⁾.
- ✓ Mappatura acustica del rumore industriale (agglomerationIndustry).

All'interno delle componenti descritte, i contributi acustici sono stati integrati nella Mappa Acustica Strategica secondo lo schema riportato nella seguente tabella.

Tabella 6 – Definizione dei contributi alla Mappatura Acustica Strategica

Mappature realizzate dall'Agglomerato sulla base dei dati di input forniti dai singoli enti gestori	Riferimento diretto alle mappature acustiche realizzate dall'ente gestore
➤ Strade comunali (agglomerationRoad)	-
➤ Strade provinciali gestite dalla Provincia di Modena (agglomerationMajorRoad) ➤ Strade statali gestite da ANAS S.p.A. (agglomerationMajorRoad) ➤ Autostrada A14 gestita da Autostrade per l'Italia S.p.A. (agglomerationMajorRoad)	-
➤ Aree industriali (agglomerationIndustry)	-
-	➤ Linee ferroviarie gestite da RFI S.p.A. (agglomerationMajorRailway)

6. METODI DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI

6.1 SOFTWARE E STANDARD DI CALCOLO APPLICATI

Come definito in precedenza come standard di calcolo si è fatto riferimento allo standard “CNOSSOS-EU”, cioè alla Direttiva 2015/996/UE ⁽³⁾, nell’aggiornamento introdotto dalla Direttiva Delegata 2021/1226/UE ⁽⁴⁾.

La valutazione dei livelli sonori è stata condotta mediante la simulazione del rumore generato dalle varie sorgenti acustiche considerate nella Mappa, utilizzando il software di calcolo SoundPLAN versione 8.2, in cui sono implementati i metodi di calcolo “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 acustiche e di calcolo adottate sono le seguenti:

- ✓ ordine di riflessione pari a 1;
- ✓ massimo raggio di ricerca 1.000 m (raggio sufficiente per la simulazione nella fascia di interesse);
- ✓ distanza di ricerca intorno a ciascun punto ricettore considerata nel calcolo pari a 200 m;
- ✓ massima distanza delle riflessioni dal ricettore pari a 150 m;
- ✓ massima distanza di riflessione dalla sorgente pari a 40 m;
- ✓ fattore suolo G: valori definiti dal Database “Corine Land Cover 2018 IV Livello”;
- ✓ coefficiente di riflessione di facciata pari a 0.8 (corrispondente ad una perdita di riflessione di 1 dB(A));
- ✓ coefficiente di riflessione della barriere antirumore pari a 0.4 (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);
- ✓ Livello L_{day} in dB(A) nel periodo giorno (6.00 – 20.00);
- ✓ Livello $L_{evening}$ in dB(A) nel periodo sera (20.00 – 22.00);
- ✓ Livello L_{night} in dB(A) nel periodo notturno (22.00 – 6.00).

La mappa acustica è stata effettuata mediante le seguenti metodologie di calcolo:

- ✓ Calcolo dei valori acustici in facciata: i livelli sonori sono stati valutati sulle facciate 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, ecc.). Le simulazioni sono state effettuate su una corona di punti in facciata (come descritto successivamente al paragrafo 6.3), a 4 m di altezza e ad 1 m dalla facciata, escludendo la riflessione della facciata dell'edificio retrostante il punto di calcolo.
- ✓ 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. La griglia di punti è stata utilizzata come base per la produzione delle mappe acustiche allegate.

6.2 ASSOCIAZIONE DEL NUMERO DI ABITANTI DI UN EDIFICIO

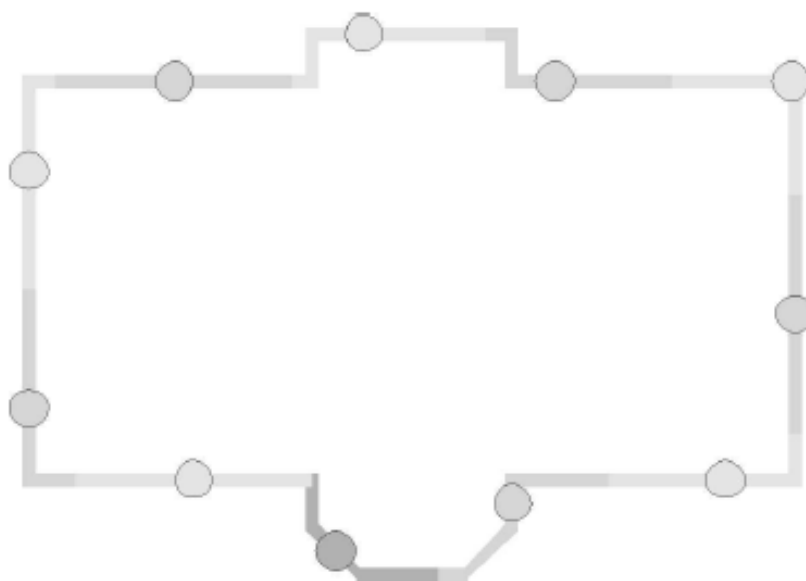
Per valutare l'esposizione al rumore della popolazione viene presa in considerazione esclusivamente l'edilizia abitativa. In altri termini non sono associate persone a edifici che abbiano destinazione diversa da quella residenziale, come scuole, ospedali, uffici o fabbriche. Nella presente mappatura, l'associazione del numero di abitanti è stata effettuata riferendosi al caso 2 esplicitato al punto 2.8 dell'Allegato 1 della Direttiva 2015/996/UE ⁽³⁾. Nella pratica, il numero di abitanti non è dato direttamente per ciascun edificio, ma viene determinato applicando la metodologia descritta nel paragrafo 5.2.4 del presente report.

6.3 DESIGNAZIONE DEI PUNTI RICETTORI SULLE FACCIATE DEGLI EDIFICI

La designazione viene effettuata riferendosi al caso 2 definito al punto 2.8 dell'Allegato 1 della Direttiva 2015/996/UE ⁽³⁾, ovvero:

- ✓ in generale, le facciate sono state suddivise in segmenti di lunghezza pari a 5 m a partire dal punto iniziale e il punto ricettore è posto a metà della facciata o del segmento di 5 m.
- ✓ La sezione rimanente presenta un punto ricettore nel centro della stessa.
- ✓ Il numero di abitanti assegnato a un punto ricettore è ponderato in funzione alla lunghezza del segmento di riferimento, rappresentato in modo che la somma di tutti i punti ricettori corrisponda al numero totale di abitanti.

Figura 2 – Esempio di ricettori ubicati attorno a un edificio



6.4 CARATTERIZZAZIONE DELLA SORGENTE STRADALE (AGGLOMERATIONROAD - AGGLOMERATIONMAJORROAD)

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

- ✓ È stata considerata un'unica linea sorgente posta al centro della carreggiata; nel caso di infrastrutture stradali a doppia carreggiata nel modello sono presenti due linee sorgenti, rappresentativi di ciascuna direzione di marcia.
- ✓ La tipologia del flusso di traffico è stata assegnata come "fluido continuo" su tutti gli archi del grafo.
- ✓ Per quanto riguarda la pendenza del tracciato, questa è stata considerata direttamente dal software sulla base della pendenza effettiva dei singoli tratti della linea sorgente.

Di seguito vengono riportati i dati di input necessari per l'implementazione del nuovo modello di calcolo CNOSSOS per quanto riguarda il rumore stradale.

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).

Tipologie di superficie stradale:

- ✓ 0 – reference road surface (superficie di riferimento priva di caratteristiche di assorbimento acustico o di bassa emissività)
- ✓ NL01 – 1layer ZOAB
- ✓ NL02 – 2layer ZOAB
- ✓ NL03 – 2Layer ZOAB (fine)
- ✓ NL04 – SMA-NL5
- ✓ NL05 – SMA-NL8
- ✓ NL06 – Brushed down concrete
- ✓ NL07 – Optimized brushed down concrete
- ✓ NL08 – Fine broomed concrete
- ✓ NL09 – Worked surface
- ✓ NL10 – Hard elements in herring-bone
- ✓ NL11 – Hard elements not in herring-bone
- ✓ NL12 – Quiet hard elements
- ✓ NL13 – Thin layer A
- ✓ NL14 – Thin layer B

6.4.1 *Determinazione dei dati di traffico veicolare*

I dati utilizzati per la caratterizzazione dell'emissione sonora di ciascuna delle strade individuate sono stati definiti ed inseriti nel modello acustico mediante una specifica procedura, che ha consentito la definizione dei flussi medi di traffico relativi all'anno solare 2021, così come richiesto dalla Direttiva 2002/49/CE ⁽²⁾.

In particolare, i flussi di traffico medi annuali sono stati adattati alla forma richiesta per l'implementazione del nuovo modello di calcolo CNOSSOS per quanto riguarda il rumore stradale e ripartiti nei seguenti periodi temporali di riferimento:

- ✓ DAY: compreso tra le ore 6.00 e le ore 20.00;
- ✓ EVENING: compreso tra le ore 20.00 e le ore 22.00;
- ✓ NIGHT: compreso tra le ore 22.00 e le ore 6.00.

La procedura, descritta successivamente, è stata implementata utilizzando i seguenti dati di partenza:

- ✓ **DOCUMENTO 0 "MO_Aste_Visum.shp"**: shapefile lineare delle strade di Modena alle quali sono associati flussi di traffico da simulazione modellistica del traffico (utilizzo del software VISUM) riferiti all'anno 2019. Sono associati i seguenti dati:
 - VL_HP_1 e VL_HP_2 = Veicoli Leggeri riferiti all'ora di punta mattutina (7:45- 8:45) (riferiti a vicoli leggeri, veicoli commerciali leggeri e pesanti leggeri) suddivisi per senso di marcia;
 - VP_HP_1 e VP_HP_2 = Veicoli pesanti ora di punta mattutina suddivisi per senso di marcia;
 - PAV_DESC = tipo di pavimentazione;
 - CLASSE = Classificazione strada;
 - VEL_KMh = velocità di percorrenza posta pari al limite.
- ✓ **DOCUMENTO 1 "MO_Aste_No_Visum.shp"**: shapefile lineare delle strade di Modena alle quali non sono associati flussi di traffico da simulazione modellistica del traffico. Sono associati i seguenti dati:
 - C_PERCOR = Classificazione strada;
 - SENSO_PERC = strada a senso unico o doppio senso di marcia;
 - PAV_DESC = tipo di pavimentazione;
 - Tool_2.5 = viene ipotizzato un'attribuzione dei flussi di traffico sulla base delle indicazioni riportate nel Tool 2.5 della Good Practice Guide ⁽⁹⁾, che distingue le infrastrutture stradali nelle seguenti quattro tipologie:
 - A1= Dead-end roads (strade a senso unico con mezzi pesanti = 0).
 - B1 = Service roads (strade in classe acustica 2, zona residenziale, con mezzi pesanti = 0).
 - C1 = Collecting roads (strade in classe acustica 3, zona mista, con mezzi pesanti = 0).
 - B2 = Service roads con presenza mezzi pesanti (strade in zona industriale con scarso traffico leggero e presenza di traffico pesante. Come traffico pesante viene attribuito il traffico pesante del Tool 4.5 della Good Practice Guide "Collecting roads").
 - VEL_KMh = velocità di percorrenza posta pari al limite.
- ✓ **DOCUMENTO 2 "MO_bus.shp"**: shapefile lineare delle strade di Modena alle quali sono associati flussi di traffico di Trasporto Pubblico Urbano. Sono associati i seguenti dati:
 - PAV_DESC = tipo di pavimentazione;

- CLASSE = Classificazione strada;
- Bus_06_20 = numero di bus totali periodo day 6-20;
- Bus_20_22 = numero di bus totali periodo day 20-22;
- Bus_22_06 = numero di bus totali periodo day 22-6;
- VEL_KMh = velocità di percorrenza posta pari al limite

- ✓ **DOCUMENTO 3: Confronto dati traffico 2019 con dati traffico 2021.** Per l'analisi ed il confronto fra lo scenario 2019 e 2021 sono state utilizzate le spire semaforiche che, pur non garantendo un conteggio affidabile, consentono una valutazione del rapporto traffico 2019 e traffico 2021. Per l'elaborazione del confronto, sono state eliminate le spire che hanno avuto un numero di ore di funzionamento mensile inferiore all'85% (anche se solo in un mese). Le spire utilizzate per l'analisi sono 13.

Sono stati creati i database, day_14 (fascia oraria compresa tra le ore 6 e le ore 20), evening (fascia oraria compresa tra le ore 20 e le ore 22) e night (fascia oraria compresa tra le ore 22 e le ore 6). Relativamente all'anno 2021 non sono stati forniti i mesi di novembre e dicembre. Pertanto, questi non sono stati misurati ma stimati utilizzando le seguenti considerazioni fornite dall'amministrazione comunale di Modena: i dati del mese di novembre sono stati ipotizzati pari a circa il 98% dei dati del mese di ottobre; i dati del mese di dicembre sono stati ipotizzati circa il 95% dei dati del mese di ottobre nel periodo diurno (day_14, day_evening) e rispettivamente il 101% e il 104% nel periodo notturno (% media estrapolata dai dati del 2019).

In base ai valori misurati dalle spire, nelle seguenti tabelle vengono riportati i confronti tra i dati di traffico relativi all'anno 2019 e all'anno 2021.

Tabella 7 – Confronto dati di traffico 2019/2021

Periodo di riferimento	2019	2021	Confronto (%)
day_14	21.374.796	19.227.063	-10,0%
EVENING	1.928.255	1.472.925	-23,6%
NIGHT	2.500.663	1.573.491	-37,1%
TOTALE	25.803.714	22.273.479	-13,7%

- ✓ **DOCUMENTO 4: Dati di traffico misurati nel mese di novembre 2021** in 13 sezioni di conteggio attraverso misure di breve durata, circa 20', effettuate in corrispondenza di assi stradali appartenenti alle diverse tipologie di strada (B/C/D/E/F). I flussi sono ripartiti nelle seguenti classi veicolari: veicoli leggeri (C1), veicoli medio pesanti (C2), veicoli pesanti (C3), bus (C3), motorini (C4a), moto (C4b). Il documento contiene un'elaborazione statistica dei dati conteggiati, finalizzata al calcolo della ripartizione dei mezzi nelle nuove categorie veicolari definite da CNOSSOS-EU. I risultati delle misure e dell'analisi svolta sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 8 – ripartizione percentuale dei veicoli nelle categorie CNOSSOS-EU

Categoria di strada	C1	C2	C3	C4a	C4b
B/C	92,8%	7,2%	100,0%	0,0%	0,5%
D	97,1%	2,9%	100,0%	1,2%	1,2%
E	97,2%	2,8%	100,0%	1,1%	0,6%
F	97,3%	2,7%	100,0%	0,9%	0,9%

La procedura utilizzata viene descritta nei seguenti step:

PARTE 1 – GRAFO “ASTE VISUM”

1. Calcolo del flusso dell'ora di punta complessivo di ciascun arco (VL_PK, VP_PK) riferito rispettivamente a veicoli leggeri e pesanti, come somma dei valori sulle due direzioni di marcia.
2. Calcolo della ripartizione nei periodi Day (6-20), Evening (20-22) e Night (22-6) utilizzando i coefficienti indicati nella seguente tabella (cfr. pagina 15 della Good Practice Guide ⁽⁹⁾) per il passaggio dal flusso dell'ora di punta (VL_PK, VP_PK) al flusso medio orario nei vari periodi di riferimento (VL_D, VP_D ecc).

Tabella 9 – Coefficienti indicati dalla Good Practice Guide (pag. 15)

Periodo di riferimento	MAIN ROADS	INTERDISTRICT ROADS
D	PK	PK * 0,7
E	PK * 0,7	PK * 0,5
N	PK * 0,4	PK * 0,1

I coefficienti riportati in Tabella 9 sono stati adattati alla realtà dell'agglomerato di Modena in base alle misure ed alle successive elaborazioni dei dati di traffico effettuate dall'amministrazione comunale. I flussi di traffico medi, relativi ai tre periodo di riferimento (day, evening e night) sono quindi stati ricavati, in base alla categoria stradale, come segue:

MAIN ROADS: tipologie B-C

$$VL_D = VL_PK * 0.75$$

$$VL_E = VL_PK * 0.3$$

$$VL_N = VL_PK * 0.1$$

$$VP_D = VP_PK * 0.9$$

$$VP_E = VP_PK * 0.02$$

$$VP_N = VP_PK * 0.01$$

INTERDISTRICT ROADS: tipologie D-E-F-ALTRO

$$VL_D = VL_PK * 0.7$$

$$VL_E = VL_PK * 0.5$$

$$VL_N = VL_PK * 0.15$$

$$VP_D = VP_PK * 0.7$$

$$VP_E = VP_PK * 0.3$$

$$VP_N = VP_PK * 0.05$$

3. Calcolo della ripartizione nei periodi Day (6-20), Evening (20-22) e Night (22-6) nelle categorie definite dal modello CNOSSOS-EU, utilizzando i risultati delle elaborazioni contenute nel “DOCUMENTO 4” (cfr. tabella 8). In questo modo vengono calcolati i dati di traffico relativi all'anno 2019, ripartiti nei periodi di riferimento temporali e nelle categorie CNOSSOS: 1_D19, 2_D19, 3_D19, 4a_D19, 4b_D19, 1_E19, 2_E19, 3_E19, 4a_E19, 4b_E19, 1_N19, 2_N19, 3_N19, 4a_N19, 4b_N19.
4. Calcolo dei dati di traffico relativi all'anno 2021, in riferimento alle variazioni percentuali rispetto all'anno 2019 definite nel DOCUMENTO 3 (cfr. tabella 7).

PARTE 1 – GRAFO “ASTE NO VISUM”

1. L’attribuzione dei flussi di traffico viene effettuata sulla base delle indicazioni riportate nel Tool 2.5 della Good Practice Guide ⁽⁹⁾, che distingue le infrastrutture stradali nelle seguenti quattro tipologie:

A1= Dead-end roads (strade a senso unico con mezzi pesanti=0)

B1 = Service roads (strade in classe acustica 2, zona residenziale, con mezzi pesanti =0)

C1 = Collecting roads (strade in classe acustica 3, zona mista, con mezzi pesanti =0)

B2 = Service roads con presenza mezzi pesanti. (strade in zona industriale con scarso traffico leggero e presenza di traffico pesante. Come traffico pesante viene attribuito il traffico pesante del Tool 4.5 Collecting roads)

2. La ripartizione dei veicoli leggeri nelle nuove categorie veicolari di CNOSSOS-EU (1: leggeri, 2: medio-pesanti, 4a: motorini, 4b: moto) viene effettuata considerando, in base alle valutazioni effettuate dall’amministrazione comunale di Modena sulle misure di traffico analizzate, le seguenti percentuali correttive: il 95% costituisce i mezzi leggeri, il 3% i mezzi medio pesanti e il 2% moto/motorini. Questi valori vengono ritenuti pienamente rappresentativi della realtà del traffico veicolare presente a Modena.

NOTA 1: la procedura di attribuzione descritta è stata applicata anche alle infrastrutture stradali gestite da ANAS S.p.A. e dalla Provincia di Modena. Per quanto riguarda invece l’autostrada A1, le simulazioni sono state effettuate utilizzando come dato di input i flussi di traffico contenuti nella Mappatura Acustica prodotta dall’ente gestore (Autostrade per l’Italia S.p.A.).

NOTA 2: il contributo del traffico dei mezzi di Trasporto Pubblico Locale viene considerato, a valle della procedura di attribuzione descritta, sommando ai mezzi pesanti calcolati il numero dei passaggi degli autobus su ciascun arco stradale coinvolto e nei 3 periodi di riferimento. Viene utilizzato quanto contenuto nel DOCUMENTO 2.

6.4.2 Determinazione della superficie stradale

Per la determinazione della superficie stradale da associare a ciascun elemento del grafo, sono state utilizzate le indicazioni fornite dal Comune di Modena relativamente alla tipologia di pavimentazione di ciascuna strada.

Per tutte le tipologie di pavimentazione indicate, è stata quindi considerata la correzione prevista nel software di simulazione per la relativa tipologia di sottofondo stradale. Nella seguente tabella sono riportate le pavimentazioni presenti nella realtà di Modena, con l’indicazione della tipologia di asfalto riferita allo standard di calcolo CNOSSOS-EU (cfr. paragrafo 6.4 del presente report).

Tabella 10 – Tipologie di pavimentazione

Descrizione della pavimentazione	Tipologia di pavimentazione nello standard CNOSSOS-EU
AUTOBLOCCANTE = Usato per pedonali	7
BINDER = Conglomerato bituminoso misto a pietrisco.	2
CEMENTO = Manufatti di Cemento per copertura canali.	7
CIOTTOLI = sassi regolari arrotondati	12
CIOTTOLI + TROTTATOIO = pavimentazione in ciottoli con lastre centrali	12
COTTO = Pavimentazione pedonale in cotto.	11
CUBETTI = Pavimentazione in cubetti di porfido	12
GNEIS_ Pavimentazione in lastre pedonale	11
LASTRE IN ARENARIA = Strada in lastre carrabile.	11
MISTO CEMENTATO= Pedonale misto	8

Descrizione della pavimentazione	Tipologia di pavimentazione nello standard CNOSSOS-EU
STABILIZZATO = Pavimentazione drenante in ghiaia	9
STRADA BIANCA = strada di campagna non asfaltata	9
TAPPETO = Strada Asfaltata in conglomerato chiuso	0
TERRA = Strada di campagna non asfaltata in terra	9

NOTA: per le infrastrutture autostradali di pertinenza di Autostrade per l'Italia S.p.A. (autostrada A1 e relativi svincoli) è stata utilizzata la tipologia di pavimentazione stradale denominata "ASFALTO ASPI 2022", definita nella Mappatura Acustica dell'ente gestore.

6.5 CARATTERIZZAZIONE DELLA SORGENTE INDUSTRIALE (AGGLOMERATION/INDUSTRY)

Nell'agglomerato di Modena sono presenti diverse aree a destinazione prevalentemente industriale, dove le attività svolte sono soprattutto di tipo artigianale e piccola industria.

Sono state adottate le seguenti ipotesi relative alla modellazione della sorgente specifica. Secondo quanto richiesto ai sensi del D. Lgs. 194/2005 ⁽¹⁾, la mappatura acustica dei siti industriali deve essere predisposta per i siti industriali ricadenti all'interno delle classi V (aree prevalentemente industriali) e VI (aree esclusivamente industriali), definite ai sensi del D.P.C.M. 14/11/1997 e del Piano Comunale di Classificazione Acustica del Comune di Modena. Date le caratteristiche delle aree industriali del territorio modenese, che vedono sempre anche la presenza di una seppur modesta quantità di funzioni residenziali, il Piano Comunale di Classificazione Acustica non ha attribuito a nessuna area la classe acustica VI (aree esclusivamente industriali)

I siti industriali oggetto della presente mappatura acustica sono stati forniti dall'amministrazione Comunale di Modena, in due distinti shapefile poligonali "MO_Aree_industriali" e "MO_Area_Inceneritore" contenenti, rispettivamente, le aree a destinazione produttiva ricadenti in classe V e l'inceneritore cittadino. Per l'elaborazione della mappatura acustica del rumore industriale, sono state prese in considerazione tutte le aree industriali individuate.

Non essendo possibile reperire informazioni di dettaglio relativamente al rumore prodotto dalle singole attività presenti in ciascuna area industriale di Modena, è stato fatto riferimento alla Linee Guida Regionali ⁽¹⁰⁾ che, al paragrafo 3.2.4, rimandano al Toolkit 10.5 della Good Practice Guide ⁽⁹⁾: nella pratica, sono state considerate come sorgenti industriali le intere aree individuate ed alle stesse è stata associata una potenza sonora superficiale omogenea su tutta la superficie. Sono state pertanto considerate sorgenti acustiche areali, poste ad un'altezza di 2 m dal suolo.

La potenza sonora superficiale da assegnare alle diverse aree sorgente è stata determinata in base ai risultati di misure di 24 h messe a disposizione dal comune ed effettuate dai tecnici comunali nei pressi nell'area artigianale/industriale situata nel Quadrante di Modena Ovest, oltre che a misure di rumore tratte dallo studio d'impatto acustico prodotto ai fini del rilascio dell'autorizzazione integrata ambientale relativa all'esercizio dell'impianto di incenerimento rifiuti presso l'area di via Cavazza.

L'area artigianale/industriale di Modena Ovest rappresenta la tipica area con insediamenti produttivi e artigianali di media dimensione, con attività rumorose all'interno di capannoni, ma anche nelle aree di pertinenza all'esterno degli stessi, prevalentemente funzionanti nel periodo diurno e quasi assenti in quello notturno. Questa è la tipologia di area industriale prevalente nel tessuto urbano di Modena.

L'area di via Cavazza, in particolare la porzione a nord-est, ha invece caratteristiche diverse in quanto all'interno dell'area è presente l'inceneritore di Modena che rappresenta una sorgente di rumore in continuo.

In particolare, sono stati considerati due punti di misura nell'area di Modena Ovest e tre punti nell'area di via Cavazza, che per collocazione risultano prevalentemente influenzati dal rumore dovuto alle attività industriali e non al rumore di altre sorgenti, come strade o ferrovia. Da questi sono stati ricavati i livelli di potenza sonora areale riportate nella seguente tabella da associare alle due differenti tipologie di area industriale, utilizzando i

risultati della procedura di taratura delle sorgenti definita nel precedente ciclo della Mappa Acustica Strategica dell'agglomerato di Modena.

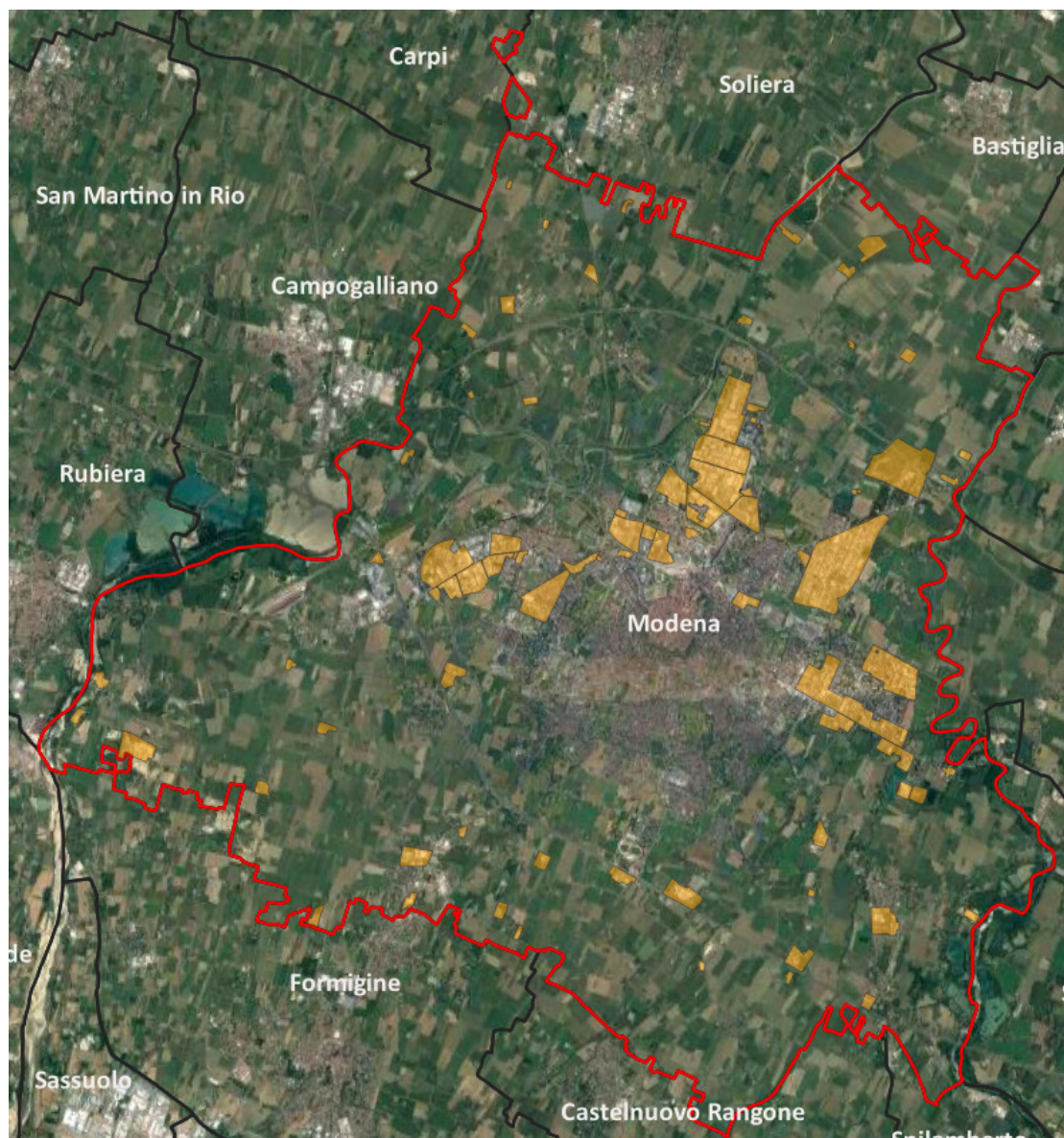
Le aree di classe V individuate nello stato di fatto della classificazione acustica vigente sono, quindi, state considerate delle sorgenti areali, poste ad un'altezza di 2 m dal suolo, le cui potenze superficiali ottenute dai rilievi fonometrici sono di seguito riportate.

Tabella 11 – Potenza sonora superficiale per le aree industriali nei tre periodi

Periodo di riferimento	Potenza superficiale Aree classe V (L_w/m^2)	Potenza superficiale Area inceneritore (L_w/m^2)
Giorno (6 - 20)	55	50
Sera (20 - 22)	50	50
Notte (22 - 6)	45	50

Nella seguente figura, è riportato un inquadramento cartografico degli stabilimenti oggetto di Mappatura Acustica (poligoni arancioni).

Figura 3 – Inquadramento delle aree industriali oggetto di mappatura acustica



6.6 CARATTERIZZAZIONE DELLA SORGENTE FERROVIARIA (AGGLOMERATIONMAJORRAILWAY)

Per quanto riguarda il contributo della ferrovia, il comune di Modena ha ricevuto da RFI S.p.A. la relativa mappatura acustica delle proprie linee nei tratti interni all'agglomerato ⁽⁷⁾.

All'interno di tale documentazione, è stato utilizzato il seguente shapefile:

- ✓ IT_a_DF4_8_2022_Rails_IT_a_rl001_Rail_Noise_Point_Lden/Lnight: punti di calcolo del rumore ferroviario rappresentante i livelli di L_{den} e L_{night} , prodotto dall'esercizio delle linee gestite da RFI S.p.A.

Questi shapefile sono stati importati all'interno del software di calcolo SoundPLAN versione 8.2 e sono state generate le mappe acustiche del rumore ferroviario, con riferimento agli indicatori acustici L_{den} e L_{night} .

Dal momento che non è disponibile il calcolo dei livelli acustici per ogni singolo edificio, è stato necessario ricorrere alla seguente metodologia, per l'attribuzione del contributo acustico (in termine degli indicatori acustici L_{den} e L_{night}) generato dalla linea ferroviaria su ciascun edificio presente nel territorio comunale:

- ✓ Definizione delle curve isofoniche comprese tra 40 e 80 dB(A), con un passo di 2 dB(A), riferite agli indicatori acustici L_{den} e L_{night} .
- ✓ Selezione dei punti di calcolo in facciata degli edifici che ricadono nella fascia territoriale compresa tra due curve isofoniche e attribuzione a ciascun punto selezionato di un valore dell'indicatore acustico pari al valore medio dei livelli delle due curve isofoniche che lo comprendono: ad esempio, ad un punto appartenente all'intervallo di L_{den} compreso tra 60 dB(A) e 62 dB(A) viene attribuito un livello acustico pari a 61 dB(A).

6.7 CARATTERIZZAZIONE DELL'INSIEME DELLE SORGENTI ACUSTICHE (AGGLOMERATIONALLSOURCES)

Ai sensi dell'articolo 3 del D. Lgs. 194/2005 ⁽¹⁾, si definisce «mappa acustica strategica»: «una mappa finalizzata alla determinazione dell'esposizione globale al rumore in una certa zona a causa di varie sorgenti di rumore ovvero alla definizione di previsioni generali per tale zona».

Questa ultima parte del lavoro è finalizzata alla predisposizione della Mappa Acustica Strategica, integrando i contributi di tutte le sorgenti acustiche considerate nelle precedenti parti del lavoro. Nei capitoli precedenti sono state descritte le procedure mediante le quali, in base ai dati disponibili, è stato assegnato ad ogni edificio ricettore di tipologia residenziale e ad ogni punto di calcolo presente nel territorio comunale, il contributo prodotto dalle diverse sorgenti di interesse richiamate dal D. Lgs. 194/2005 ⁽¹⁾.

Avendo quindi a disposizione, per ogni punto di calcolo, il dato di ciascuna sorgente, la mappa acustica strategica viene determinata attraverso la sommatoria dei contributi di tutte le sorgenti acustiche in tutti i punti di calcolo.

7. CALIBRAZIONE-VALIDAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

7.1 DEFINIZIONE DELLE PROCEDURE

Al fine di utilizzare un modello acustico calibrato e validato e ridurre quindi l'incertezza dei risultati delle simulazioni, è stata utilizzata la procedura indicata nel paragrafo 3.4.7 delle Linee Guida della Regione Emilia-Romagna⁽¹⁰⁾, limitatamente alle sorgenti acustiche stradali.

È stata quindi implementata una specifica procedura di calcolo sui punti di immissione, finalizzata ad effettuare un confronto tra i risultati della simulazione stessa ed i dati fonometrici rilevati nelle postazioni di misura descritte nel paragrafo 5.1 del presente report. Nella pratica sono stati costruiti modelli specifici degli scenari oggetto di rilevazioni fonometriche, ove sono state inserite le postazioni fonometriche come punti ricettori.

La fase di calibrazione del modello è consistita nella variazione di alcuni parametri di input, con l'obiettivo di minimizzare la somma degli scarti quadratici medi tra i valori calcolati ed i valori misurati.

In pratica per la calibrazione del modello la procedura di calibrazione e validazione è la seguente:

- 1) Realizzazione di misurazioni in punti di riferimento prossimi alle sorgenti (PSXX), per la calibrazione del modello di emissione), in punti a maggior distanza dalle sorgenti ma in prossimità dei ricettori (PRXX) per la calibrazione del modello di propagazione e per la verifica finale del modello.
- 2) Sulla base dei livelli misurati in prossimità della sorgente, sono stati determinati gli opportuni valori dei parametri di input in maniera tale che la media degli scarti quadratici tra i valori misurati ed i valori calcolati dal modello nei punti di calibrazione della sorgente fosse minore di 0.5 dB(A).
- 3) Sulla base dei livelli misurati ai ricettori, è stata verificata la minimizzazione della somma dei quadrati degli scarti regolando i parametri del modello che intervengono sulla propagazione, in modo tale che la media degli scarti quadratici tra i valori misurati ed i valori calcolati dal modello nei punti di calibrazione dei ricettori fosse minore di 1.5 dB(A).
- 4) Infine, è stato effettuato un confronto dei valori misurati nei punti di verifica con gli analoghi valori simulati: per scarti inferiori a 3 dB(A) il modello è stato ritenuto validato, altrimenti è stato necessario riesaminare i dati di input al fine di ripetere il processo.

Nel dettaglio, nel caso specifico la procedura di calibrazione/validazione ha previsto i seguenti step:

- 1) Utilizzo dei risultati delle misurazioni acustiche in postazioni PSXX (misure di breve durata) e PRXX (misure di lunga durata), descritte nel paragrafo 5.1.
- 2) Calibrazione del modello di emissione: confronto dei dati misurati e simulati nelle postazioni PSXX (in prossimità delle sorgenti) e definizione di un eventuale parametro correttivo K da applicare al modello di emissione sonora di ogni singola sorgente acustica stradale, al fine di ottenere scarti medi inferiori a 0.5 dB(A) per ogni postazione con particolare riferimento al periodo notturno ritenuto di maggior interesse.
- 3) Calibrazione del modello di propagazione: confronto dei dati misurati e simulati (nel modello viene considerata la correzione K determinata al punto precedente) nelle postazioni PRXX ed eventuale modifica del coefficiente di assorbimento del terreno al fine di ottenere scarti quadratici medi inferiori a 1.5 dB(A) per ogni postazione.
- 4) Validazione di lungo periodo: confronto dei dati misurati e simulati (nel modello vengono considerati la correzione K ed i coefficienti di assorbimento del terreno definiti ai punti precedenti) relativi al lungo periodo (ovvero coincidenti all'intera durata del periodo di riferimento diurno e notturno) nelle postazioni PRXX verificando che gli scarti su ogni postazione siano inferiori a 3 dB(A).

Per tutte le fasi di simulazione, è stata fissata una velocità di transito per tutte le tipologie di veicolo e in tutti i periodi di riferimento, pari a 50 km/h. Nel prosieguo si riportano i risultati delle fasi di calibrazione/validazione del modello.

7.2 CALIBRAZIONE DEL MODELLO DI EMISSIONE

La fase di calibrazione del modello di emissione è consistita nella determinazione, per ciascuna sorgente acustica stradale, di un coefficiente di correzione K, espresso in dB, da applicare al modello di emissione della singola strada.

Nella seguente tabella si riportano i dati:

- ✓ colonna 1 – ID: codice identificativo della postazione di misura;
- ✓ colonna 2 – $L_{Aeq,mis}$: livelli di rumore misurati nella postazione (valori espressi in dB(A)) nel tempo di osservazione. I livelli fonometrici sono comprensivi del valore di incertezza estesa, calcolato pari a 0.6 dB(A).
- ✓ colonna 3 – $L_{Aeq,sims}$: livelli di rumore simulati nella postazione (valori espressi in dB(A)) nel tempo di osservazione.
- ✓ colonna 4 – $L_{Aeq,dif}$: differenza fra livello misurato e simulato (valori espressi in dB(A)) nel tempo di osservazione.
- ✓ colonna 5 – K: valore del coefficiente di correzione K [dB(A)];
- ✓ colonna 6 – $L_{Aeq,dif,K}$: differenza rispetto al livello misurato, tenendo conto di K (valori espressi in dB(A)) nel tempo di osservazione.
- ✓ colonna 7 – σ : scarto quadratico medio per ciascuna sorgente acustica stradale (valori espressi in dB(A)) nel tempo di osservazione.

Tabella 12 – Calibrazione del modello di emissione: coefficienti di correzione K

ID	$L_{Aeq,mis}$	$L_{Aeq,sim}$	$L_{Aeq,dif}$	K	$L_{Aeq,dif,K}$	σ
PS01	68,3	67,8	-0,5	0	-0,5	0,3
PS02	69,1	69,8	0,7	0	0,7	0,5
PS03	68,2	68,9	0,7	0	0,7	0,5
PS04	68,9	69,3	0,4	0	0,4	0,2
PS05	70,8	71,4	0,6	0	0,6	0,4
PS06	68,8	69,3	0,5	0	0,5	0,3
PS07	66,6	67,2	0,6	0	0,6	0,4
PS08	63,4	63,9	0,5	0	0,5	0,3
PS09	66,4	65,7	-0,7	0	-0,7	0,5
(*) I livelli fonometrici riportati sono stati incrementati del valore dell'incertezza estesa, calcolato pari a 0.6 dB.						

Dall'analisi della tabella 12 si rileva che gli scarti quadratici a seguito dell'applicazione della correzione K=0 (modello di emissione CNOSSOS-EU già allineato con i rilievi sperimentali) sono in generale contenuti entro 0.5 dB(A), così come richiesto dalla procedura di calibrazione.

7.3 CALIBRAZIONE DEL MODELLO DI PROPAGAZIONE E VALIDAZIONE

La calibrazione del modello di propagazione e la validazione finale del modello di calcolo è stata effettuata in riferimento alle misure effettuate nelle postazioni PRXX nei periodi di riferimento diurno (6.00 – 22.00) e

notturmo (22.00 – 6.00) previsti ai sensi della legislazione italiana. Come dati di input della simulazione sono stati utilizzati i flussi medi orari definiti mediante la procedura descritta nel paragrafo 6.4.1 del presente report. Dal momento che tali dati di traffico sono riferiti all'anno 2021, la validazione del modello di calcolo è stata effettuata con riferimento alle sole misure fonometriche effettuate nel 2021 (cfr. tabella 3, postazioni PR11, PR12, PR13, PR14, PR15) in quanto ritenute maggiormente rappresentative delle simulazioni effettuate.

Inoltre, in riferimento al modello di emissione la velocità di transito viene mantenuta pari a 50 km/h per tutte le tipologie di veicolo e in tutti i periodi di riferimento e vengono applicati i coefficienti correttivi K determinati al punto precedente. Infine, come valori di assorbimento acustico del terreno sono stati considerati i seguenti valori per il fattore suolo: pari a 0 (suolo riflettente) per le strade appartenenti al centro storico e 0,5 (suolo con assorbimento medio) per le strade esterne al centro storico.

Per quanto riguarda i livelli fonometrici di confronto sono stati utilizzati i valori misurati nelle postazioni PR nei periodi di riferimento diurno (6.00 – 22.00) e notturno (22.00 – 6.00).

Nella seguente tabella si riportano i risultati della procedura di validazione del modello.

- ✓ colonna 1 – ID: codice identificativo della postazione di misura;
- ✓ colonna 2 – $L_{Aeq,mis}$: livelli di rumore misurati nella postazione (valori espressi in dB(A));
- ✓ colonna 3 – $L_{Aeq,sim}$: livelli di rumore simulati nella postazione (valori espressi in dB(A));
- ✓ colonna 4 – $L_{Aeq,dif}$: differenza tra il livello simulato e livello misurato, tenendo conto del coefficiente K (valori espressi in dB(A)).

Tabella 13 – Risultati della validazione di lungo periodo del modello di propagazione

ID	$L_{Aeq,mis}$		$L_{Aeq,sim}$		$L_{Aeq,dif}$	
	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
P11	65,5	56,6	67,0	57,5	1,5	0,9
P12	70,7	64,0	72,3	61,8	1,6	-2,2
P13	62,4	55,1	63,6	56,0	1,2	0,9
P14	70,0	64,3	71,2	63,3	1,2	-1,0
P15	61,0	55,7	62,5	56,2	1,5	0,5

In base ai risultati riportati in tabella 13 è possibile notare come gli scarti siano in generale contenuti entro 1,5 dB(A) e comunque sempre inferiori a 3 dB(A), così come richiesto dalla procedura di validazione.

8. STIMA DEI RESIDENTI E DEGLI EDIFICI ESPOSTI

In sintesi, la Mappa Acustica Strategica dell'agglomerato di Modena ha coinvolto gli elementi riportati in tabella.

Tabella 14 – Abitanti e edifici presenti nell'agglomerato

Agglomerato	Abitanti	Edifici residenziali	Edifici ospedalieri	Edifici scolastici
AG_IT_00_00023	187.977	14.237	8	117

I risultati, secondo quanto richiesto ai sensi degli Allegati IV e VI della Direttiva Europea 2002/49/CE ⁽²⁾ (recepita dal D. Lgs 194/2005 ⁽¹⁾), sono forniti valutando separatamente i seguenti contributi:

- ✓ Rumore prodotto da tutti i tipi di infrastrutture stradali (agglomerationRoad).
- ✓ Rumore prodotto dalle infrastrutture stradali principali (agglomerationMajorRoad).
- ✓ Rumore prodotto dalle infrastrutture ferroviarie (agglomerationMajorRailway).
- ✓ Rumore prodotto dalle sorgenti industriali (agglomerationIndustry).
- ✓ Rumore prodotto dalla somma di tutti i contributi di rumore (agglomerationAllSources).

In particolare, vengono 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. Inoltre, per quanto riguarda il rumore prodotto dalla combinazione di tutti i contributi, la statistica viene estesa anche agli edifici di tipologia residenziale, scolastica ed ospedaliera.

Infine, gli elaborati grafici delle mappature acustiche sono stati prodotti come curve isofoniche con riferimento, rispettivamente, agli indicatori acustici L_{den} (da 40 dBA a 75 dBA) e L_{night} (da 40 dBA a 70 dB(A)).

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

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

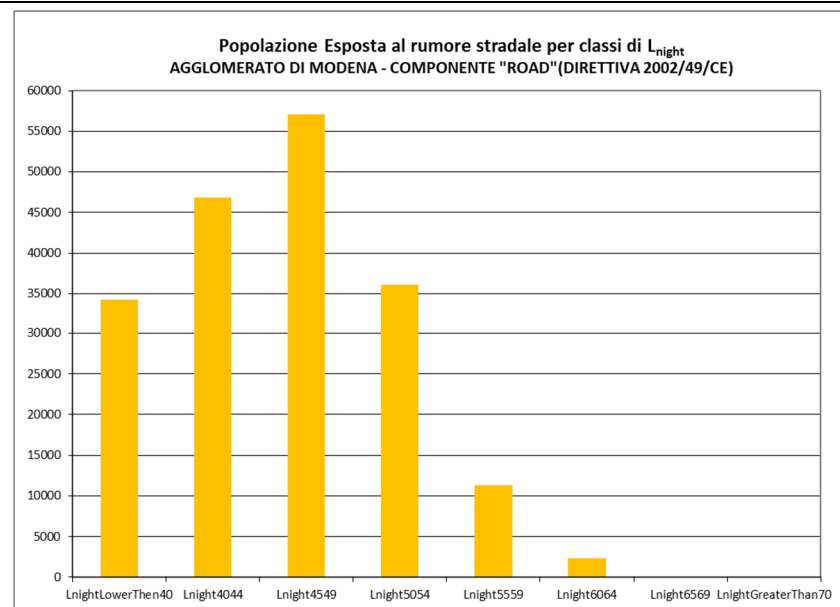
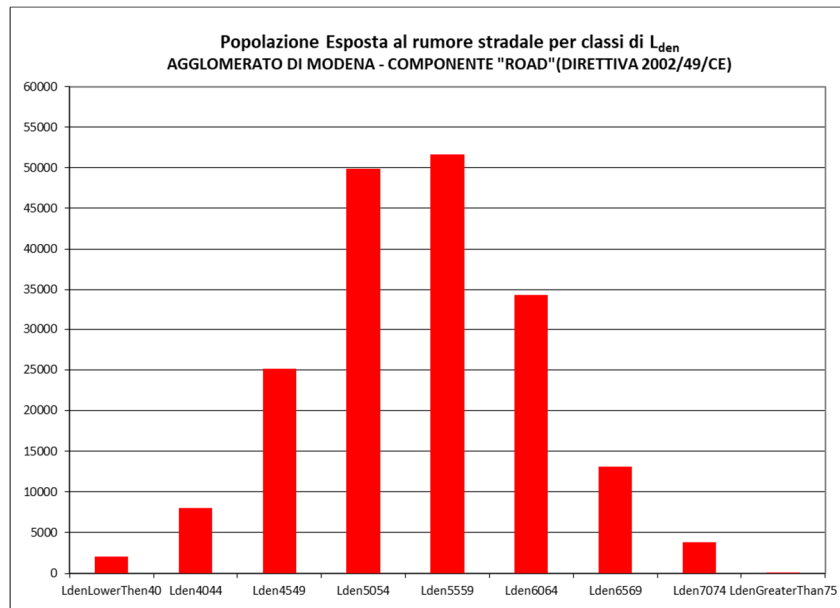
Per l'indicatore L_{night} sono state utilizzate le seguenti fasce di esposizione al rumore:

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

8.1 COMPONENTE AGGLOMERATIONROAD

Tabella 15 – Intervalli di esposizione a tutti i tipi di infrastruttura stradale

L _{den} [dB(A)]	Numero di abitanti	L _{night} [dB(A)]	Numero di abitanti
LdenLowerThen40	2.008	LnightLowerThen40	34.278
Lden4044	8.023	Lnight4044	46.876
Lden4549	25.150	Lnight4549	57.033
Lden5054	49.857	Lnight5054	36.101
Lden5559	51.691	Lnight5559	11.342
Lden6064	34.303	Lnight6064	2.343
Lden6569	13.124	Lnight6569	4
Lden7074	3.813	LnightGreaterThen70	0
LdenGreaterThan75	8		



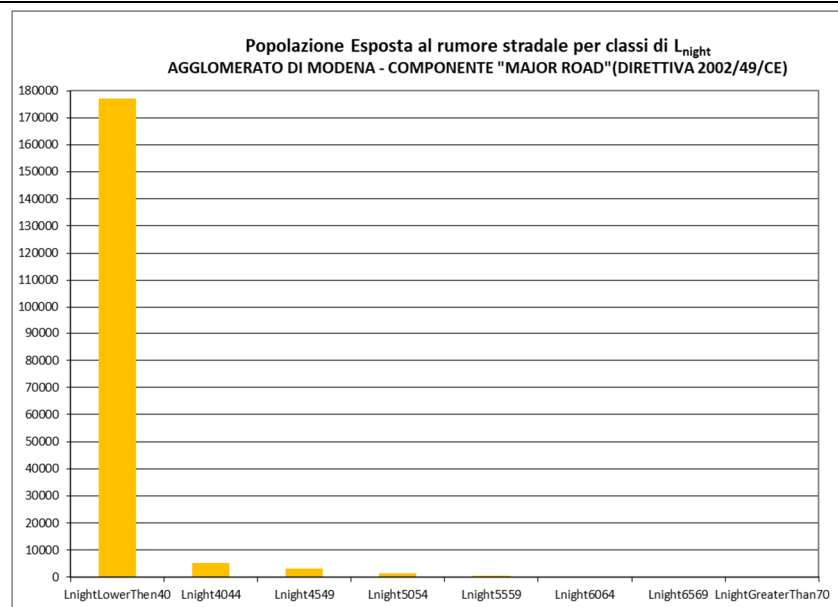
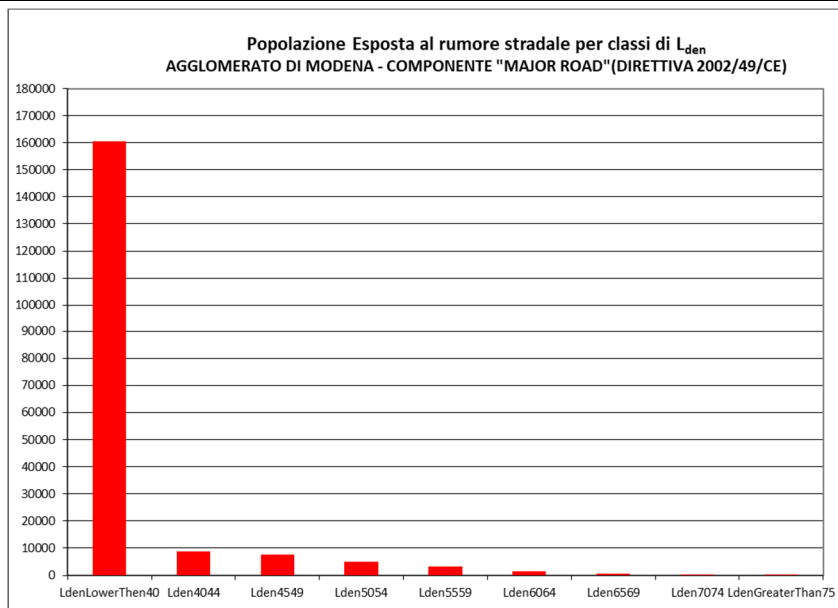
Sorgenti: infrastrutture stradali

Gestori: comune di Modena (strade comunali), ANAS S.p.A. (strade statali, sistema Tangenziale Modena), Autostrade per l'Italia (autostrada A1), Provincia di Modena (strade provinciali)

8.2 COMPONENTE AGGLOMERATION MAJOR ROAD

Tabella 16 – Intervalli di esposizione alle infrastrutture stradali principali

L _{den} [dB(A)]	Numero di abitanti	L _{night} [dB(A)]	Numero di abitanti
LdenLowerThan40	160.623	LnightLowerThan40	177.219
Lden4044	8.866	Lnight4044	5.318
Lden4549	7.736	Lnight4549	3.162
Lden5054	5.117	Lnight5054	1.541
Lden5559	3.158	Lnight5559	571
Lden6064	1.530	Lnight6064	165
Lden6569	679	Lnight6569	1
Lden7074	263	LnightGreaterThan70	0
LdenGreaterThan75	5		



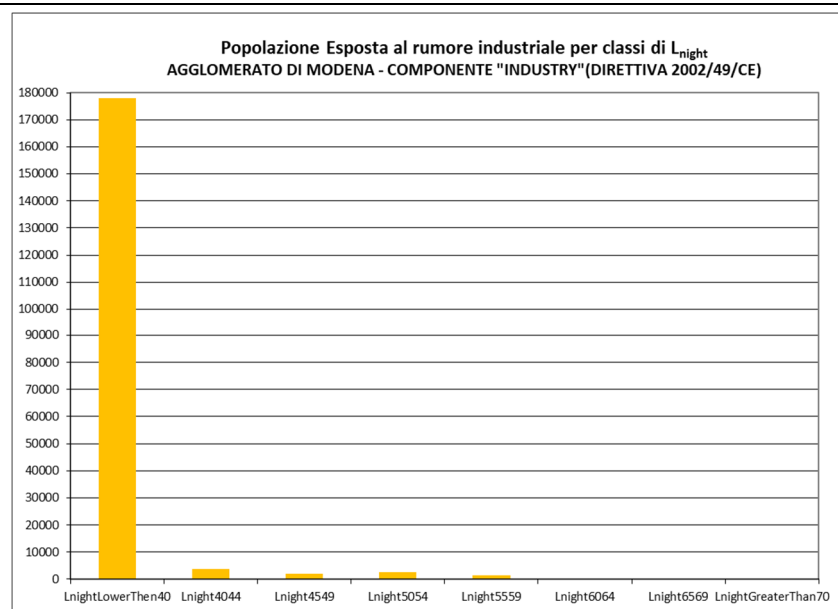
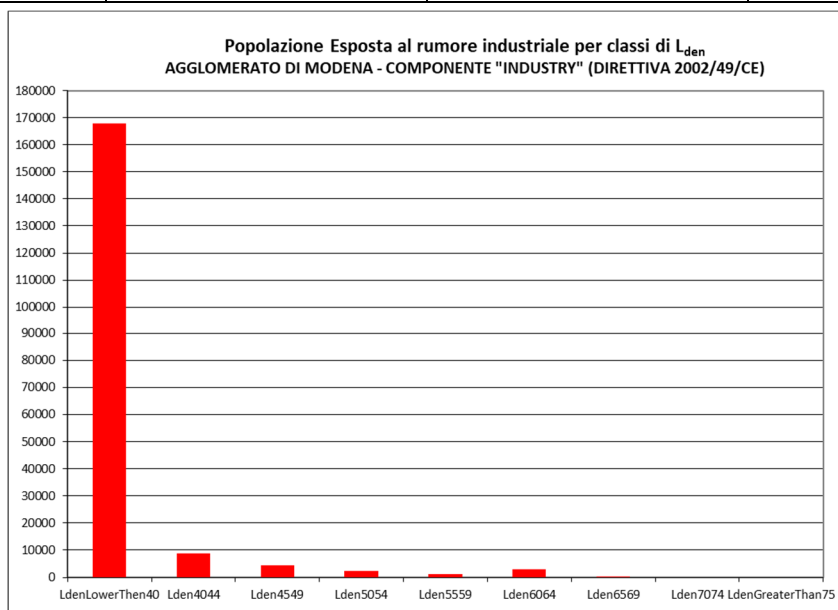
Sorgenti: infrastrutture stradali

Gestori: ANAS S.p.A. (strade statali, sistema Tangenziale Modena), Autostrade per l'Italia (autostrada A1), Provincia di Modena (strade provinciali)

8.3 COMPONENTE AGGLOMERATION/INDUSTRY

Tabella 17 – Intervalli di esposizione al rumore industriale

L _{den} [dB(A)]	Numero di abitanti	L _{night} [dB(A)]	Numero di abitanti
LdenLowerThan40	167.887	LnightLowerThan40	178.014
Lden4044	8.875	Lnight4044	3.912
Lden4549	4.535	Lnight4549	2.105
Lden5054	2.398	Lnight5054	2.521
Lden5559	1.298	Lnight5559	1.411
Lden6064	2.934	Lnight6064	14
Lden6569	50	Lnight6569	0
Lden7074	0	LnightGreaterThan70	0
LdenGreaterThan75	0		



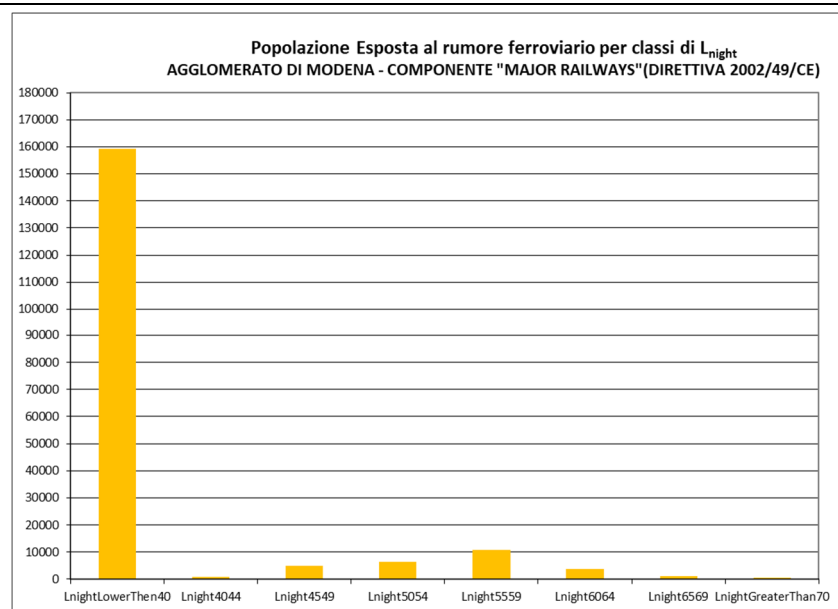
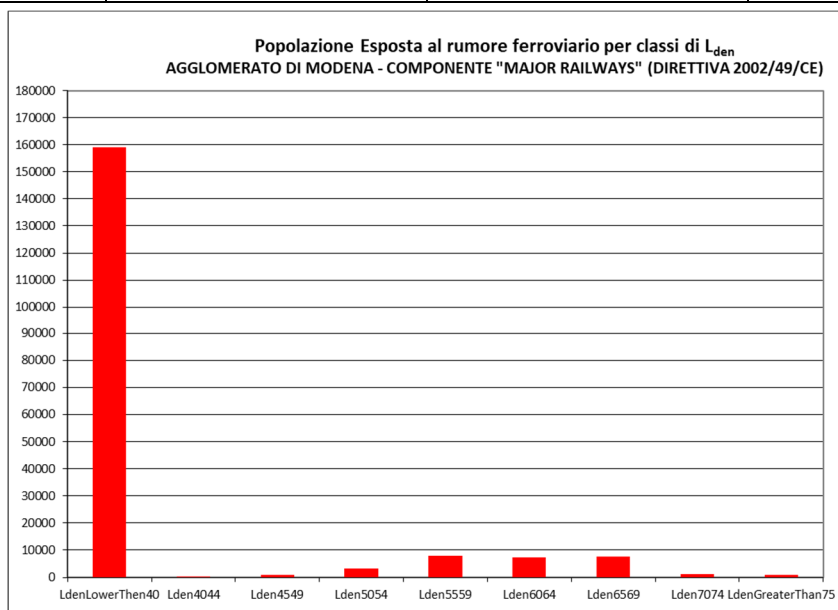
Sorgenti: siti industriali

Gestori: Comune di Modena

8.4 COMPONENTE AGGLOMERATION MAJOR RAILWAY

Tabella 18 – Intervalli di esposizione al rumore ferroviario

L _{den} [dB(A)]	Numero di abitanti	L _{night} [dB(A)]	Numero di abitanti
LdenLowerThan40	158.996	LnightLowerThan40	159.176
Lden4044	8	Lnight4044	872
Lden4549	991	Lnight4549	5.050
Lden5054	3.140	Lnight5054	6.277
Lden5559	8.058	Lnight5559	10.922
Lden6064	7.220	Lnight6064	3.835
Lden6569	7.537	Lnight6569	1.242
Lden7074	1.160	LnightGreaterThan70	603
LdenGreaterThan75	867		



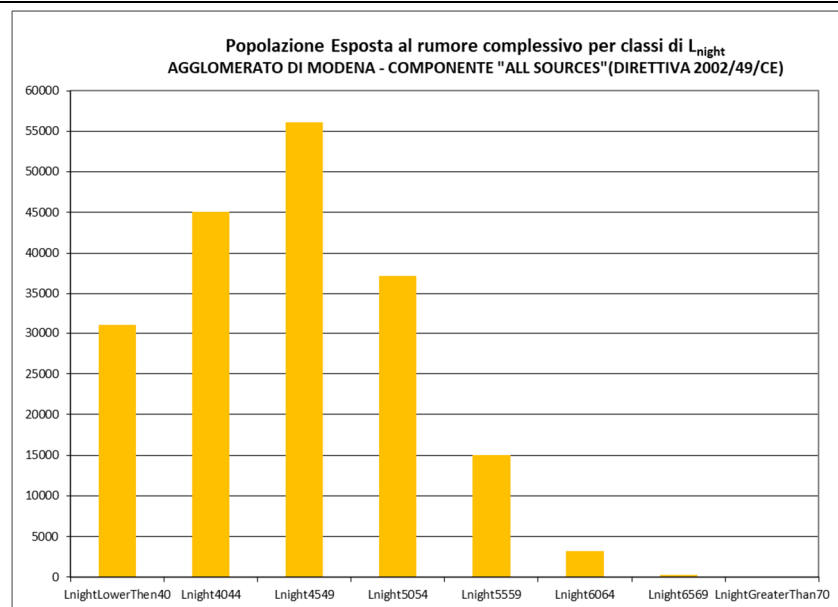
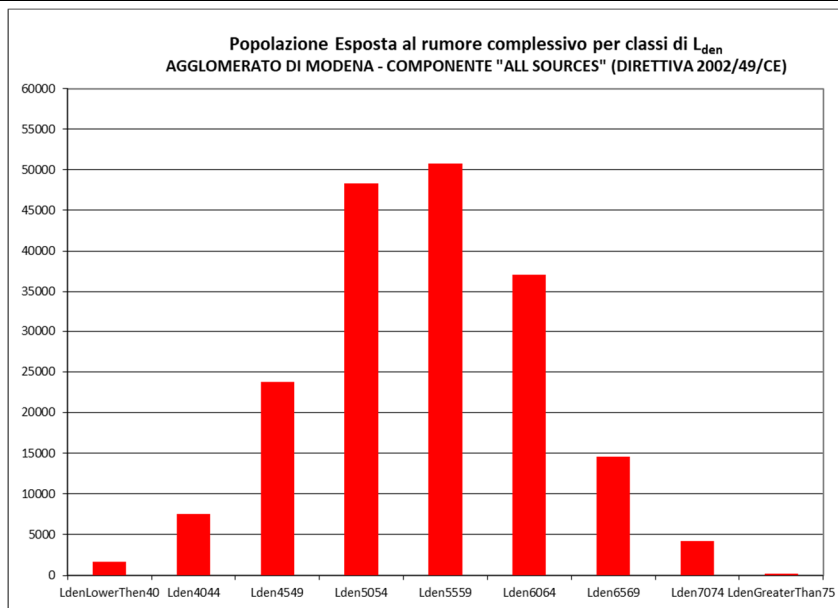
Sorgenti: infrastrutture ferroviarie

Gestori: R.F.I.S p.A.

8.5 COMPONENTE AGGLOMERATION ALL SOURCES

Tabella 19 – Dati di sintesi di esposizione alla combinazione di tutte le componenti di rumore (POPOLAZIONE RESIDENTE)

L _{den} [dB(A)]	Numero di abitanti	L _{night} [dB(A)]	Numero di abitanti
LdenLowerThen40	1.664	LnightLowerThen40	31.007
Lden4044	7.505	Lnight4044	45.048
Lden4549	23.751	Lnight4549	56.091
Lden5054	48.306	Lnight5054	37.192
Lden5559	50.809	Lnight5559	15.009
Lden6064	37.035	Lnight6064	3.236
Lden6569	14.528	Lnight6569	286
Lden7074	4.214	LnightGreaterThen70	108
LdenGreaterThen75	165		



Sorgenti: infrastrutture stradali, ferroviarie, siti industriali

.Tabella 20 – Dati di sintesi di esposizione alla combinazione di tutte le componenti di rumore (EDIFICI ABITATIVI)

L _{den} [dB(A)]	Edifici abitativi	L _{night} [dB(A)]	Edifici abitativi
LdenLowerThen40	53	LnightLowerThen40	578
Lden4044	168	Lnight4044	1.380
Lden4549	464	Lnight4549	4.109
Lden5054	1.851	Lnight5054	4.837
Lden5559	3.997	Lnight5559	2.531
Lden6064	4.409	Lnight6064	688
Lden6569	2.386	Lnight6569	94
Lden7074	866	LnightGreaterThan70	20
LdenGreaterThan75	43		

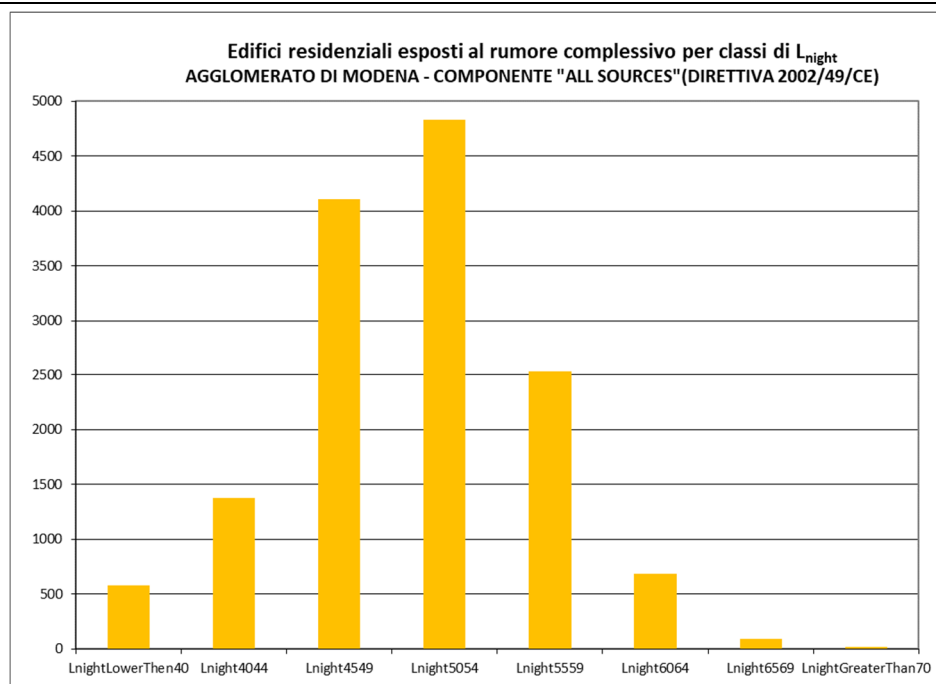
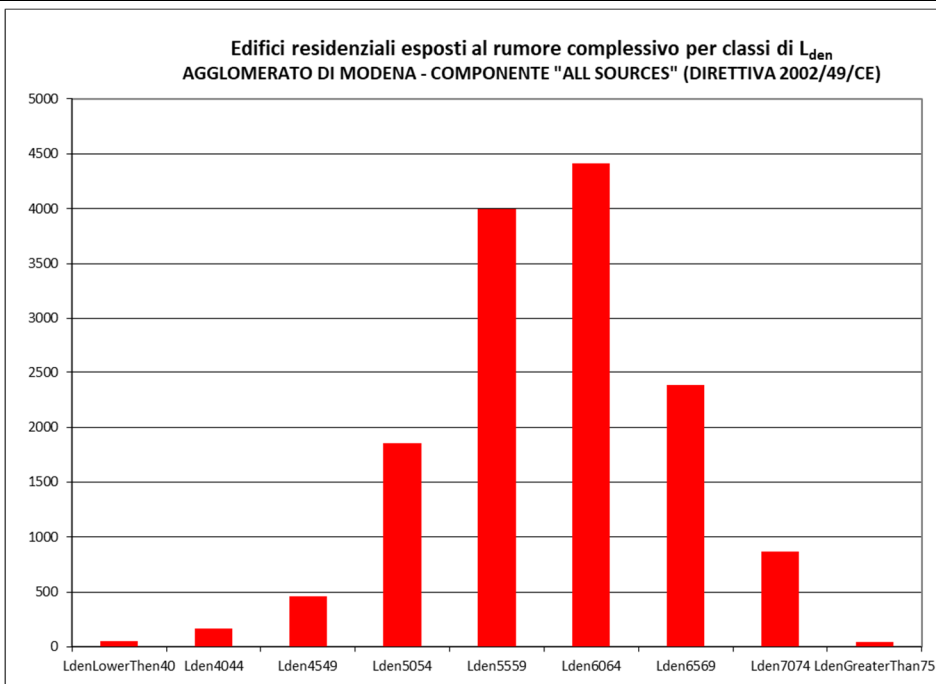
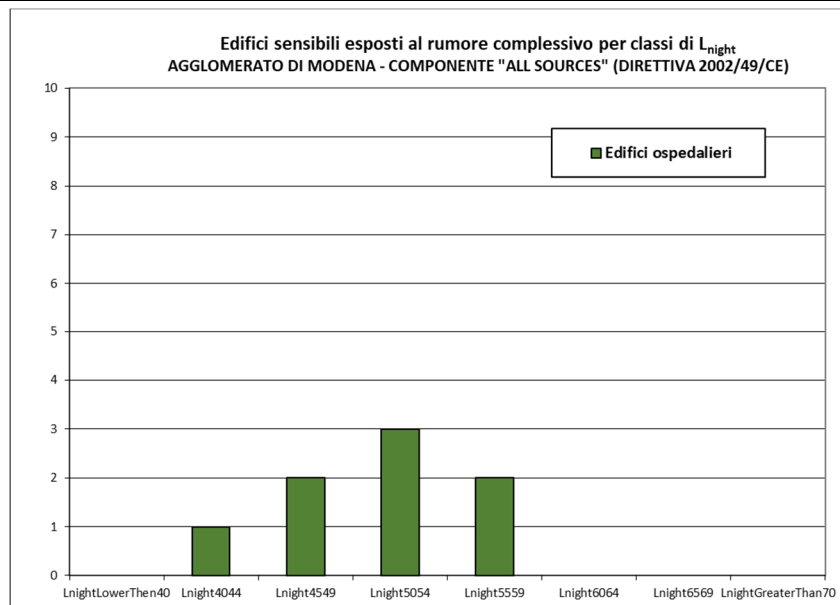
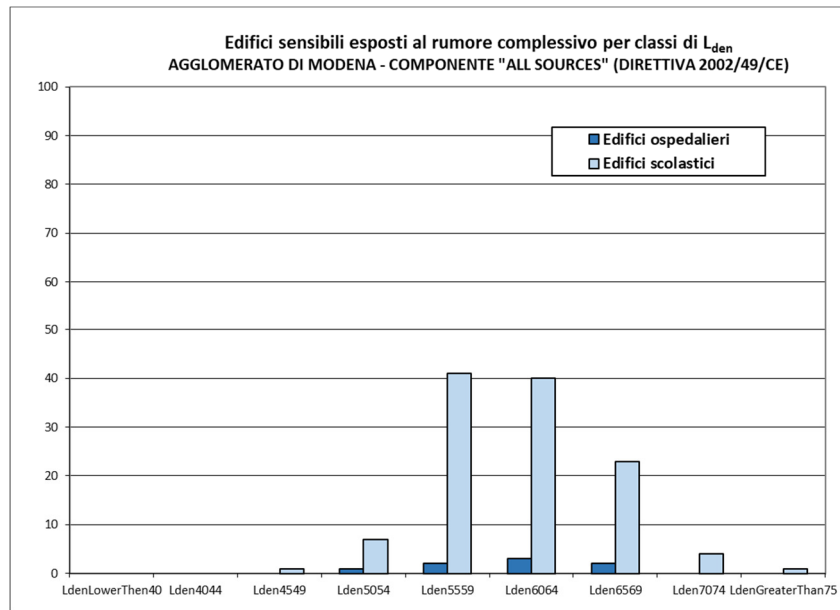


Tabella 21 – Dati di sintesi di esposizione alla combinazione di tutte le componenti di rumore (EDIFICI SENSIBILI)

L _{den} [dB(A)]	Edifici ospedalieri	Edifici scolastici	L _{night} [dB(A)]	Edifici ospedalieri	Edifici scolastici *
L _{den} ≤ 40	0	0	L _{den} ≤ 40	0	-
L _{den} 4044	0	0	L _{night} 4044	1	-
L _{den} 4549	0	1	L _{night} 4549	2	-
L _{den} 5054	1	7	L _{night} 5054	3	-
L _{den} 5559	2	41	L _{night} 5559	2	-
L _{den} 6064	3	40	L _{night} 6064	0	-
L _{den} 6569	2	23	L _{night} 6569	0	-
L _{den} 7074	0	4	L _{night} ≥ 70	0	-
L _{den} ≥ 75	0	1			



*: per gli edifici scolastici le considerazioni non valgono per il periodo notturno, in quanto le strutture non sono frequentate.

9. SINTESI DEI RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA

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} ed L_{night}).

Tabella 22 – Dati riepilogativi della mappatura acustica (POPOLAZIONE ESPOSTA – strade)

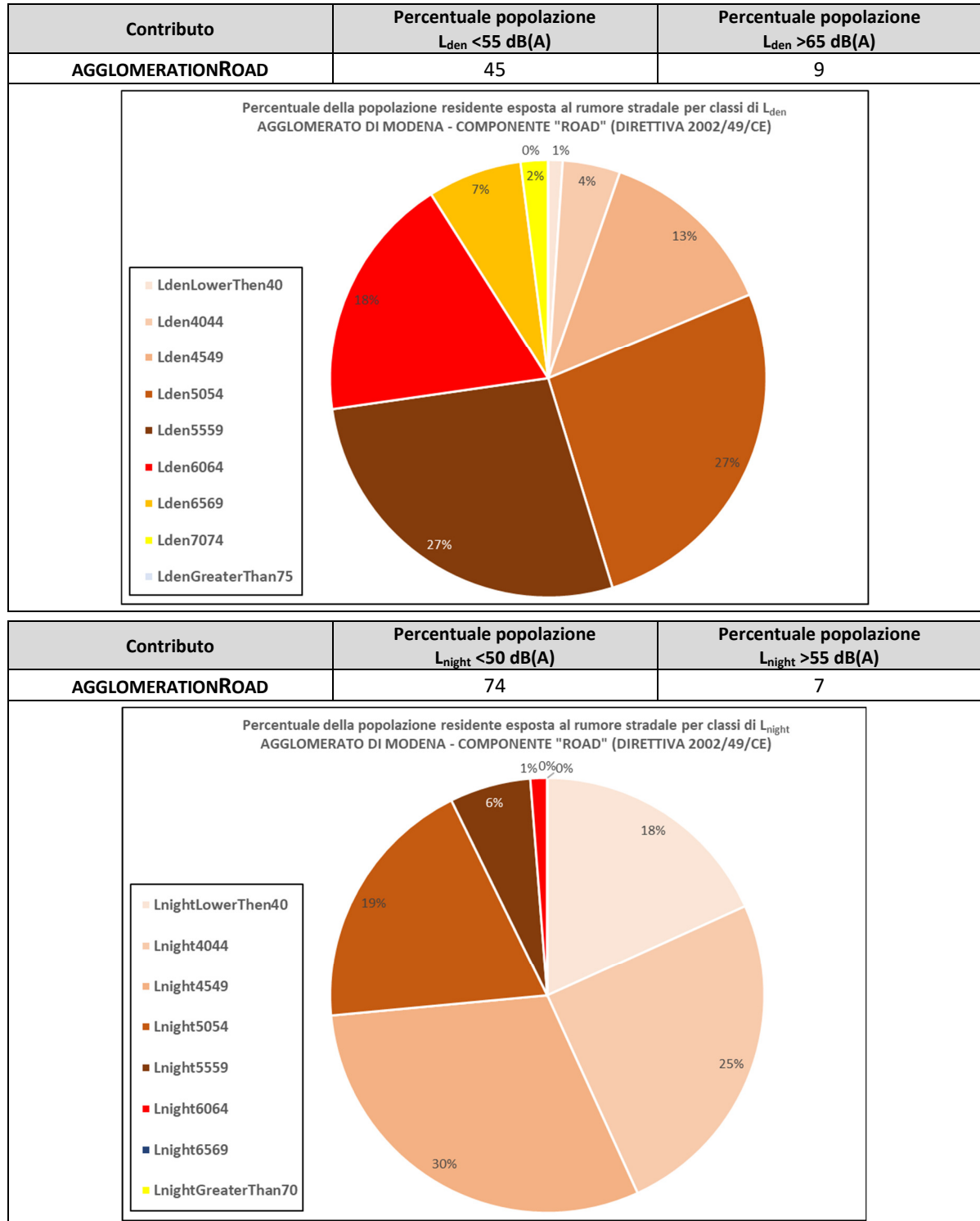


Tabella 23 – Dati riepilogativi della mappatura acustica (POPOLAZIONE ESPOSTA – strade principali)

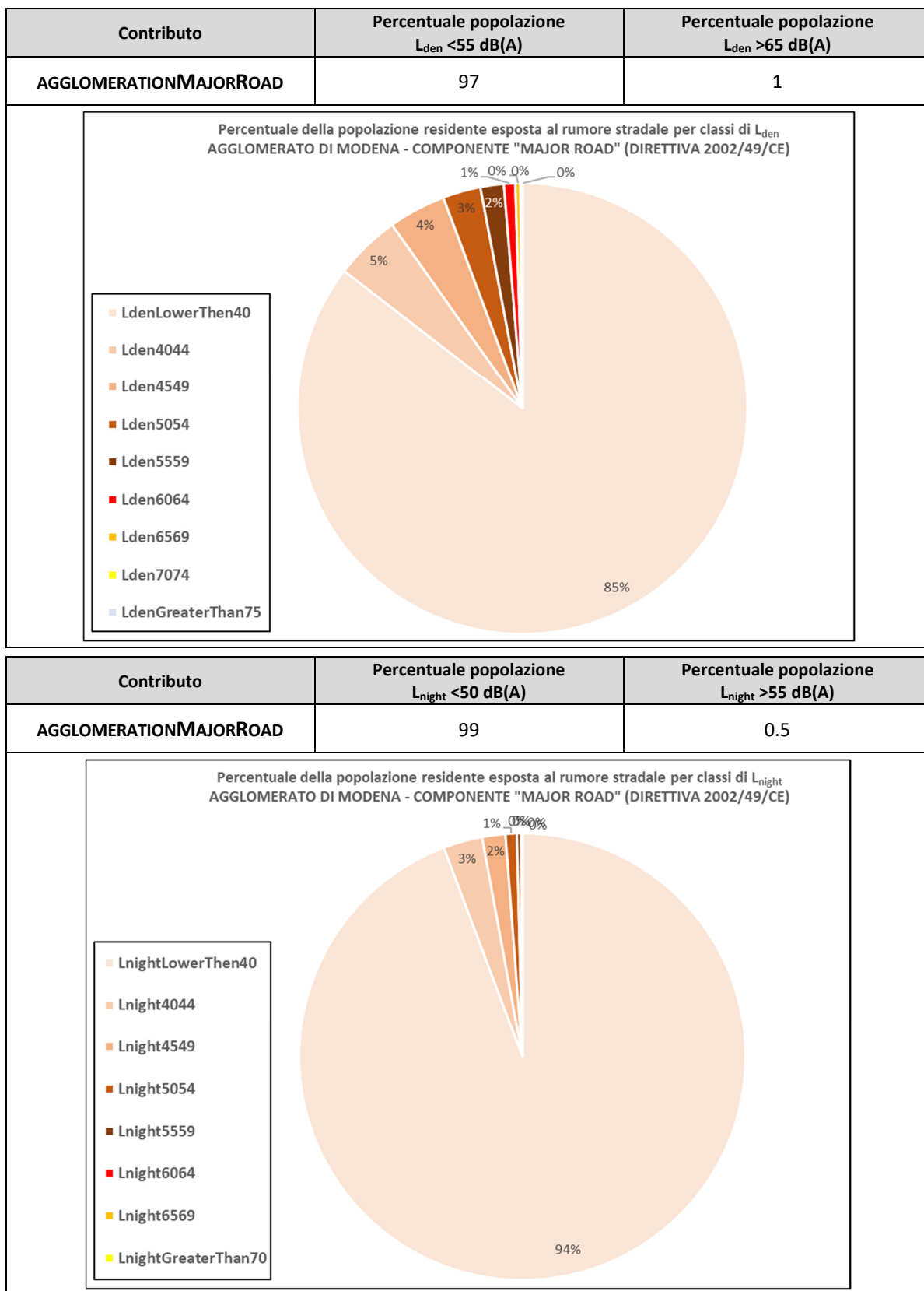


Tabella 24 – Dati riepilogativi della mappatura acustica (POPOLAZIONE ESPOSTA – siti industriali)

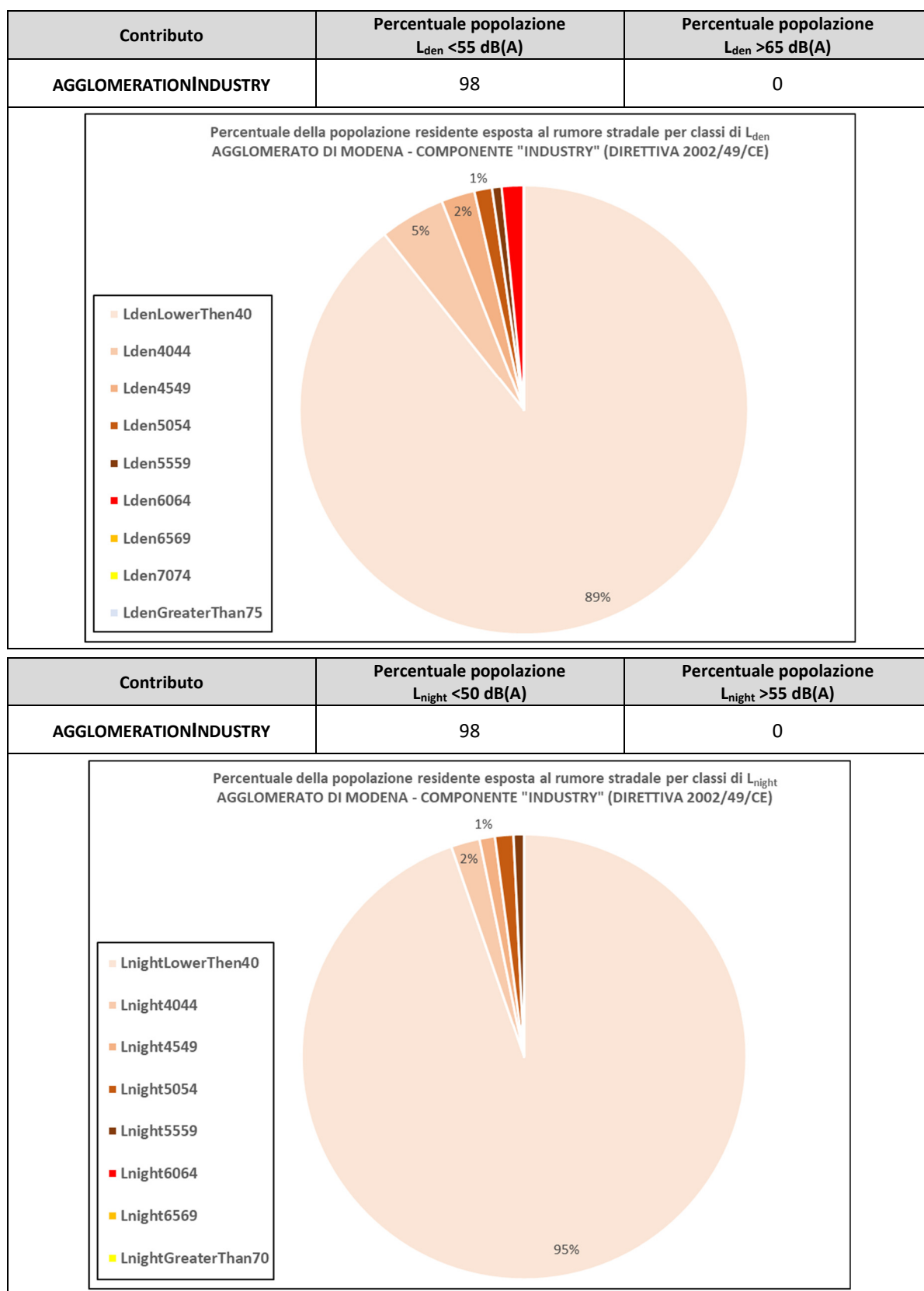


Tabella 25 – Dati riepilogativi della mappatura acustica (POPOLAZIONE ESPOSTA – ferrovie)

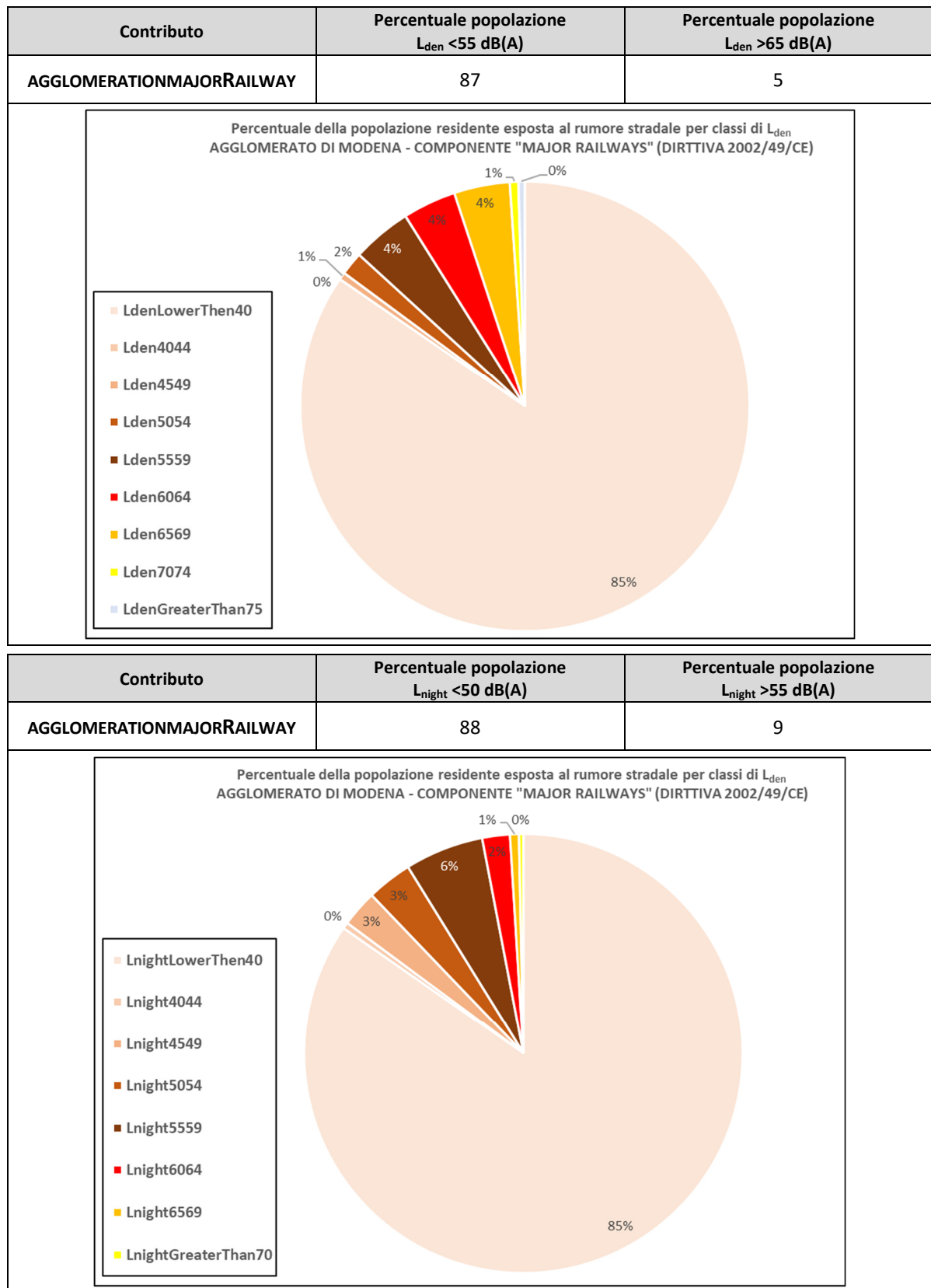


Tabella 26 – Dati riepilogativi della mappatura acustica (POPOLAZIONE ESPOSTA – contributo di tutte le sorgenti)

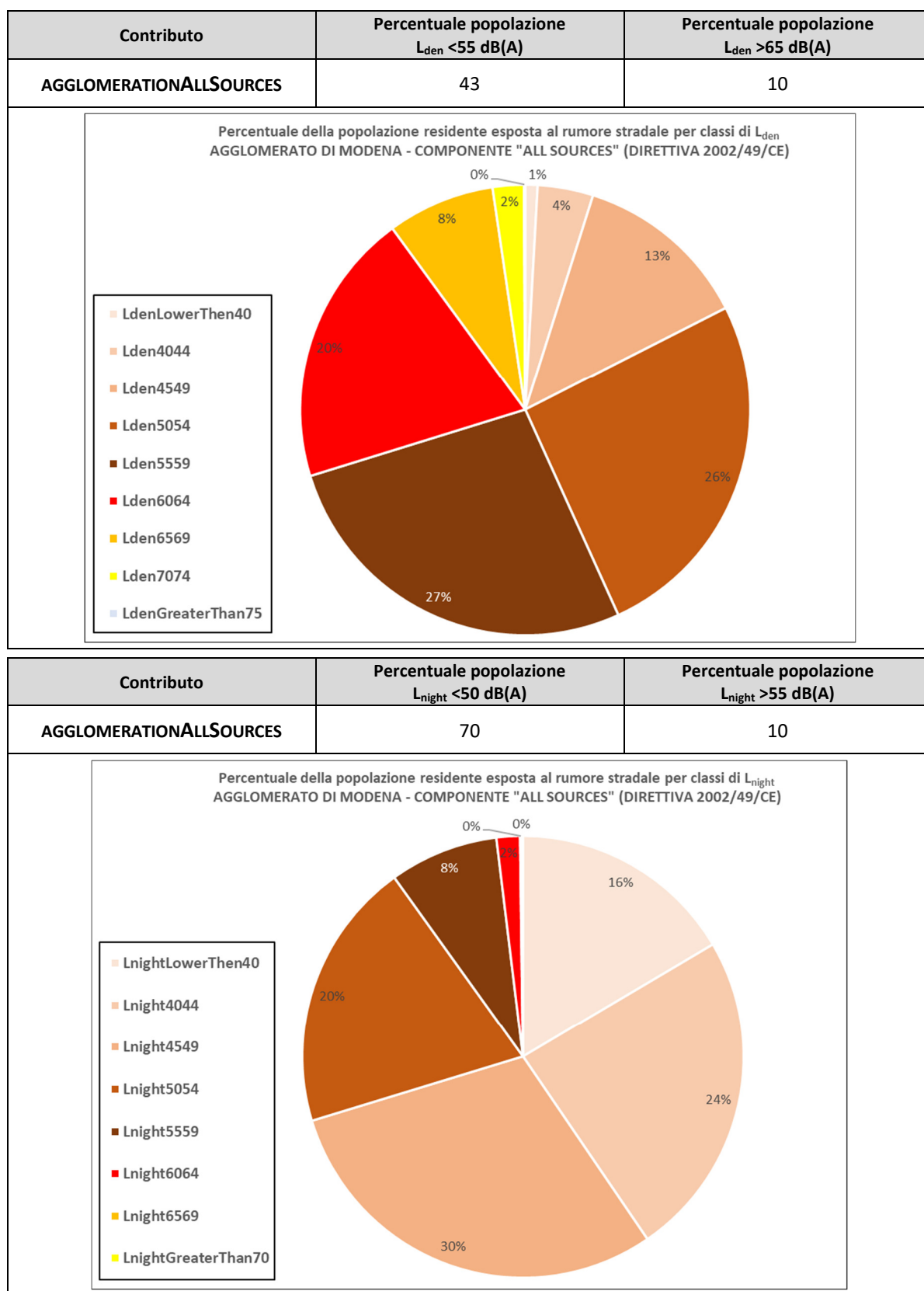


Tabella 27 – Dati riepilogativi della mappatura acustica (SUPERFICIE ESPOSTA)

Sorgente	Superficie esposta a livelli di L_{den} (kmq)							
	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
agglomerationRoad	23,6	30,7	32,7	29,6	22,5	12,1	6,4	2,7
agglomerationIndustry	19,4	13,0	5,9	2,6	10,7	0,4	0,0	0,0
agglomerationRailway	0,1	0,6	5,0	8,2	10,0	7,3	2,7	1,8
agglomerationAllSources	17,7	25,2	28,6	30,4	31,0	21,4	9,6	4,7

Sorgente	Superficie esposta a livelli di L _{night} (kmq)						
	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
agglomerationRoad	35,4	30,7	23,8	12,4	5,6	1,5	0,8
agglomerationIndustry	11,5	5,1	2,6	10,4	0,1	0,0	0,0
agglomerationRailway	19,7	13,0	5,9	2,6	10,7	0,4	0,0
agglomerationAllSources	30,1	30,7	26,2	26,9	13,0	3,9	2,0

9.1 SINTESI DESCRITTIVA, INDICAZIONI E COMMENTI

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.

I risultati ottenuti evidenziano come nell'intero periodo della giornata oltre la metà della popolazione residente nell'agglomerato di Modena (57% dei residenti nell'agglomerato) sia esposta a livelli sonori superiori alla soglia di 55 dB(A) fissata per la mappa acustica strategica dalla UE.

Le condizioni di esposizione al rumore migliorano nel periodo notturno, in cui la percentuale di popolazione residente esposta a livelli superiori alla soglia di 50 dB(A) di L_{night} , fissata dalla UE, si riduce a poco meno di un terzo del totale dei residenti (30% dei residenti dell'agglomerato). Tali valori percentuali risultano complessivamente inferiori a quelli ricavati nel precedente ciclo di Mappa Acustica Strategica dell'agglomerato di Modena (2017), i quali si attestavano rispettivamente al 66% ed al 44%.

Inoltre, se consideriamo le soglie da non superare raccomandate a livello internazionale, fissate in un valore di 65 dB(A) di L_{den} e 55 dB(A) di L_{night} , le persone esposte sono, in entrambi i periodi, pari a circa il 10% della popolazione residente, anche queste inferiori a quelle riscontrate nel 2017.

Analizzando le mappature acustiche di ciascuna delle differenti sorgenti sonore considerate (strade, ferrovie ed industrie), si evidenzia che la sorgente sonora prevalente nell'agglomerato di Modena è costituita dal traffico veicolare che determina livelli di L_{den} superiori a 55 dBA per il 55% della popolazione residente nell'agglomerato e livelli di L_{night} superiori a 50 dBA per il 26% della popolazione residente nell'agglomerato.

Il traffico ferroviario determina invece livelli di L_{den} superiori a 55 dBA per il 13% della popolazione residente nell'agglomerato e livelli di L_{night} superiori a 50 dBA per il 12% della popolazione residente nell'agglomerato.

Infine, le aree industriali determinano livelli superiori alle soglie per gli indicatori L_{den} ed L_{night} per il 2% della popolazione residente nell'agglomerato.

Rispetto ai precedenti cicli di aggiornamento della Mappa Acustica Strategica dell'agglomerato di Modena (anni 2013 e 2017), il numero di residenti esposti a livelli più contenuti aumenta, e diminuisce, di conseguenza, quello degli esposti a livelli più elevati, per entrambi gli indicatori L_{den} e L_{night} associati al rumore stradale: complessivamente il numero di esposti a livelli di L_{den} superiori a 55 dB(A) risultano 102.939, contro i 119.500 valutati nel 2017 ed i 142.100 valutati nel 2013. Per quanto riguarda l'indicatore L_{night} il numero di abitanti

esposti a livelli superiori a 50 dB(A) risultano 49.790, contro gli 82.100 valutati nel 2017 ed i 97.100 valutati nel 2013.

Di conseguenza, essendo il rumore stradale la sorgente più impattante per l'agglomerato di Modena, il numero di persone esposte a livelli più elevati diminuisce anche per quanto riguarda il livello acustico dovuto a tutte le sorgenti considerate (stradali, industriali e ferroviarie): nella presente mappatura i residenti esposti a L_{den} superiore a 55 dB(A) sono 106.751, mentre nel 2017 erano 122.500, nel 2013 erano 153.300; gli abitanti esposti a livelli di L_{night} superiori a 50 dB(A) risultano 55.831, mentre nel 2017 erano 87.600 e nel 2013 erano 105.200.

Nel confronto dei livelli di esposizione ottenuti con quelli ricavati nei precedenti cicli della Mappa Acustica Strategica dell'agglomerato di Modena, si deve tener conto, oltre che degli effetti degli interventi di contenimento del rumore messi in atto dai vari soggetti gestori delle infrastrutture di trasporto, anche della riduzione dei flussi di traffico che si è registrata nell'anno 2021 a causa delle restrizioni alla circolazione imposte dalla gestione dell'emergenza sanitaria.

10. MATERIALE TRASMESSO

Il materiale trasmesso è riportato nella tabella sottostante in cui sono stati indicati tutti i dati editabili ed i non editabili (relazione tecnica).

Tabella 28 – elenco del materiale trasmesso

MAPPA ACUSTICA STRATEGICA (2021) - AGGLOMERATO DI MODENA (AG_IT_00_00023) - ELENCO ELABORATI	
XLS - DF_2	
AG_IT_00_00023_Competent_Authority_DF2_2022.xls	Informazioni sull'autorità competente
GEOPACKAGE_METADATA – DF1_DF5	
1. Agglomerationsource_2020_AG_IT_00_00023.gpkg	Area urbana dell'agglomerato
STRATO VETTORIALE	CODICE METADATO
AgglomerationSource	c_f257:meta_0001_no_dt2022
GEOPACKAGE_METADATA – DF4_DF8	
2. Agglomerations_StrategicNoiseMaps_2022_AG_IT_00_00023.gpkg	Aree isofoniche, dati di esposizione al rumore di abitanti, edifici sensibili
STRATO VETTORIALE	CODICE METADATO
NoiseContours_allSourcesInAgglomeration_Lden	c_f257:meta_0001_ma_dt2022
NoiseContours_allSourcesInAgglomeration_Lnight	c_f257:meta_0002_ma_dt2022
NoiseContours_industryInAgglomeration_Lden	c_f257:meta_0003_ma_dt2022
NoiseContours_industryInAgglomeration_Lnight	c_f257:meta_0004_ma_dt2022
NoiseContours_railwaysInAgglomeration_Lden	c_f257:meta_0005_ma_dt2022
NoiseContours_railwaysInAgglomeration_Lnight	c_f257:meta_0006_ma_dt2022
NoiseContours_roadsInAgglomeration_Lden	c_f257:meta_0007_ma_dt2022
NoiseContours_roadsInAgglomeration_Lnight	c_f257:meta_0008_ma_dt2022
3. Agglomerations_StrategicNoiseMaps_LineString_2022_AG_IT_00_00023.gpkg	Curve isofoniche, dati di esposizione al rumore di abitanti, edifici sensibili
STRATO VETTORIALE	CODICE METADATO
NoiseContours_allSourcesInAgglomeration_Lden	c_f257:meta_0009ma_dt2022
NoiseContours_allSourcesInAgglomeration_Lnight	c_f257:meta_0010_ma_dt2022
NoiseContours_industryInAgglomeration_Lden	c_f257:meta_0011_ma_dt2022
NoiseContours_industryInAgglomeration_Lnight	c_f257:meta_0012_ma_dt2022
NoiseContours_railwaysInAgglomeration_Lden	c_f257:meta_0013_ma_dt2022
NoiseContours_railwaysInAgglomeration_Lnight	c_f257:meta_0014_ma_dt2022
NoiseContours_roadsInAgglomeration_Lden	c_f257:meta_0015_ma_dt2022
NoiseContours_roadsInAgglomeration_Lnight	c_f257:meta_0016_ma_dt2022

REPORT – DF4_DF8	
AG_IT_00_00023_report_2022.pdf	Relazione tecnica della Mappa Acustica Strategica
AG_IT_00_00023_NoiseContours_allSourcesInAgglomeration_Lden_2022.pdf	Informazioni corrispondenti alle aree di isolivello relative ai livelli combinati di rumore all'interno dell'agglomerato in L_{den}
AG_IT_00_00023_NoiseContours_allSourcesInAgglomeration_Lnight_2022.pdf	Informazioni corrispondenti alle aree di isolivello relative ai livelli combinati di rumore all'interno dell'agglomerato in L_{night}
AG_IT_00_00023_NoiseContours_industryInAgglomeration_Lden_2022.pdf	Informazioni corrispondenti alle aree di isolivello relative al rumore delle industrie all'interno dell'agglomerato in L_{den}
AG_IT_00_00023_NoiseContours_industryInAgglomeration_Lnight_2022.pdf	Informazioni corrispondenti alle aree di isolivello relative al rumore delle industrie all'interno dell'agglomerato in L_{night}
AG_IT_00_00023_NoiseContours_raylwaysInAgglomeration_Lden_2022.pdf	Informazioni corrispondenti alle aree di isolivello relative al rumore ferroviario all'interno dell'agglomerato in L_{den}
AG_IT_00_00023_NoiseContours_raylwaysInAgglomeration_Lnight_2022.pdf	Informazioni corrispondenti alle aree di isolivello relative al rumore ferroviario all'interno dell'agglomerato in L_{night}
AG_IT_00_00023_NoiseContours_roadsInAgglomeration_Lden_2022.pdf	Informazioni corrispondenti alle aree di isolivello relative al rumore stradale all'interno dell'agglomerato in L_{den}
AG_IT_00_00023_NoiseContours_roadsInAgglomeration_Lnight_2022.pdf	Informazioni corrispondenti alle aree di isolivello relative al rumore stradale all'interno dell'agglomerato in L_{night}

11. BIBLIOGRAFIA

- 1) D.Lgs. n. 194 del 19 agosto 2005 “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale”.
- 2) DIRETTIVA 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- 3) 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.
- 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) Environmental Noise Directive - Reporting guidelines – December 2021, Version 1.1
- 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) R.F.I. S.p.A.: “Mappatura acustica degli assi ferroviari principali con più di 30.000 convogli all’anno all’interno degli agglomerati con più di 100.000 abitanti ai sensi del D.Lgs.194/05”.
- 8) Autostrade per l’Italia S.p.A.: “Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale - mappatura acustica della rete di Autostrade per l’Italia S.p.A., decreto legislativo 19 agosto 2005, n° 19. Aggiornamento delle immissioni negli agglomerati urbani con più di 100.000 abitanti”.
- 9) 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.
- 10) Delibera della Giunta Regionale 17 settembre 2012, n. 1369 “DLgs 194/05 ‘Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale’ - Approvazione delle ‘Linee guida per l’elaborazione delle mappature acustiche e delle mappe acustiche strategiche relative alle strade provinciali ed agli agglomerati della regione Emilia- Romagna’”.
- 11) 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.
- 12) Provincia di Modena: “Mappatura Acustica 2022 – Quarta Fase. Relazione parziale per Comune di Modena”.

IL PRESENTE ELABORATO SI COMPONE DI 54 PAGINE

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

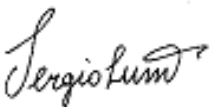
TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA N. 8084 ELENCO ENTECA

IL PRESENTE RAPPORTO È STATO CONSEGNATO

IN DATA 15/06/2022

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

DOTT. ING. SERGIO LUZZI (LEGALE RAPPRESENTANTE)




DOTT. ING. FRANCESCO BORCHI (DIRETTORE TECNICO)




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

