



Comune di Malnate

DIREZIONE SVILUPPO DEL TERRITORIO E TUTELA DELL'AMBIENTE

OGGETTO: Piano di azione sul contenimento del rumore delle infrastrutture stradali comunali ai sensi del D. Lgs. n.194 del 19 Agosto 2005. ANNO 2024



Relazione

Documento a cura di:



TerrAria s.r.l. Via M. Gioia 132 - 20125 Milano, Email: info@terraria.com

Bruno Gagliardi (*Tecnico acustico competente*), Marco Bienati, Giuseppe Maffei, Fabrizio Ferrari, Alessia Goffi, Federico Rovelli

Gruppo tecnico Comune

Arch. Daniela Galli, Arch. Angelo Cibirin

Marzo 2024

1.	<i>PREMESSA</i>	4
2.	<i>QUADRO CONOSCITIVO</i>	5
2.1	Generalità e sorgenti considerate	5
2.2	Autorità competente.....	6
2.3	Contesto normativo.....	6
2.4	Valori limite in vigore	7
2.5	Sintesi dei risultati della mappatura acustica	11
2.6	Stima numero di persone esposte al rumore	11
2.7	Effetti nocivi del rumore ambientale sulla salute.....	12
	2.7.1. Cardiopatia ischemica	13
	2.7.2. Fastidio forte	14
	2.7.3. Disturbi gravi del sonno	15
2.8	Resoconto delle consultazioni pubbliche	15
3.	<i>MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUMORE</i>	16
3.1	Gli interventi previsti	19
3.2	Informazioni di carattere finanziario	19
4.	<i>IL PIANO DI AZIONE</i>	20
4.1	Valutazione dei risultati del Piano di Azione	20
4.2	Valutazione riduzione numero delle persone esposte	20
5.	<i>CONCLUSIONI</i>	21

ALLEGATI:

MAPPE DEI LIVELLI DI RUMORE ANTE OPERAM (6-22)

MAPPE DEI LIVELLI DI RUMORE POST OPERAM (6-22)

MAPPE DEI LIVELLI DI RUMORE ANTE OPERAM (22-6)

MAPPE DEI LIVELLI DI RUMORE POST OPERAM (22-6)

MAPPE DEI SUPERAMENTI DIURNI IN FACCIATA L(6-22) – SEZIONE A

MAPPE DEI SUPERAMENTI NOTTURNI IN FACCIATA L(22-6) – SEZIONE A

MAPPE DEI SUPERAMENTI DIURNI IN FACCIATA L(6-22) – SEZIONE B

MAPPE DEI SUPERAMENTI NOTTURNI IN FACCIATA L(22-6) – SEZIONE B

MAPPE DEI SUPERAMENTI DIURNI IN FACCIATA L(6-22) – SEZIONE C

MAPPE DEI SUPERAMENTI NOTTURNI IN FACCIATA L(22-6) – SEZIONE C

1. PREMESSA

Il presente documento dà conto del percorso metodologico e degli esiti delle attività di elaborazione degli intenti programmatici e di indirizzo in termini di pianificazione della riduzione o contenimento dell'impatto acustico prodotto dalle infrastrutture stradali comunali sulle quali insiste un traffico veicolare superiore a 3 milioni di veicoli/anno.

Il documento è funzionale ad esprimere i contenuti richiesti dal Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194 e s.m.i. (recepimento della direttiva 2002/49/CE del 25 giugno 2002), che richiede ogni 5 anni agli Enti gestori di infrastrutture su cui transitano più di 3 milioni di veicoli/anno, di elaborare e trasmettere alla Regione ed al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), i piani di azione sviluppati in conformità ai requisiti minimi stabiliti all'allegato 5 del decreto.

L'approccio metodologico utilizzato fa diretto riferimento agli allegati 4, 5 e 6 del D.lgs. 194/2005.

In particolare l'allegato 4 del decreto definisce le informazioni più particolareggiate da divulgare e da utilizzare per la stesura dei Piani di Azione.

L'allegato 5, specifico per i piani di azione, ne delinea i contenuti minimi, in particolare:

- un quadro conoscitivo che riassume gli esiti della mappatura acustica;
- un quadro programmatico che riprende le opere di mitigazione già realizzate e definisce programmi, strategie ed azioni che l'Ente gestore dell'infrastruttura intende adottare nei 5 anni successivi alla stesura del Piano;
- la valutazione degli effetti delle azioni e strategie di piano attraverso una stima della riduzione di popolazione esposta ai diversi livelli di rumore.

L'allegato 6 indica le informazioni da raccogliere e da inviare alla Commissione, tra cui una sintesi del Piano di Azione che contempli i requisiti minimi previsti all'allegato 5.

Il presente documento segue le "Linee guida per la predisposizione della documentazione inerente ai Piani di Azione e alla sintesi non tecnica per la consultazione del pubblico (D.lgs. 194/2005) – Novembre 2023" redatte dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca dell'Ambiente (ISPRA) in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) e pubblicate in data 15/12/2023.

Il presente Piano di Azione costituisce il passaggio programmatico che discende dal quadro conoscitivo elaborato nel corso dell'anno 2023 e consistito nell'attività di mappatura acustica delle infrastrutture stradali comunali ai sensi del D.lgs. n.194 del 19 Agosto 2005, caratterizzata da un'analisi dello stato pressorio sulla popolazione del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali condotta con un approccio di tipo modellistico sulla base delle informazioni sul traffico circolante e sulle caratteristiche strutturali degli assi viari interessati.

Il presente Piano, dopo la presentazione al pubblico per eventuali osservazioni, il recepimento delle stesse e la conseguente approvazione finale, sarà trasmesso al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

2. QUADRO CONOSCITIVO

2.1 Generalità e sorgenti considerate

Le strade oggetto del presente Piano di Azione corrispondono a quelle sulle quali è stata condotta l'attività di mappatura acustica in ragione del D.Lgs.194/2005. L'Autorità competente delle suddette infrastrutture è il Comune di Malnate.

Nello specifico, le strade sottoposte a mappatura acustica consistono nelle infrastrutture stradali comunali sulle quali insiste un traffico veicolare superiore a 3 milioni di veicoli/anno.

Le infrastrutture considerate sono elencate nella tabella successiva e localizzate in Figura 2-1.

Tabella 2-1: Elenco delle infrastrutture stradali del Comune di Malnate con un traffico veicolare superiore a 3 milioni di veicoli/anno.

Identificativo	Strada	Lunghezza (m)	Traffico (veicoli/anno)	Tipo
RD_IT_0160_001	SS342 Briantea	4'266	6'591'931	Cb

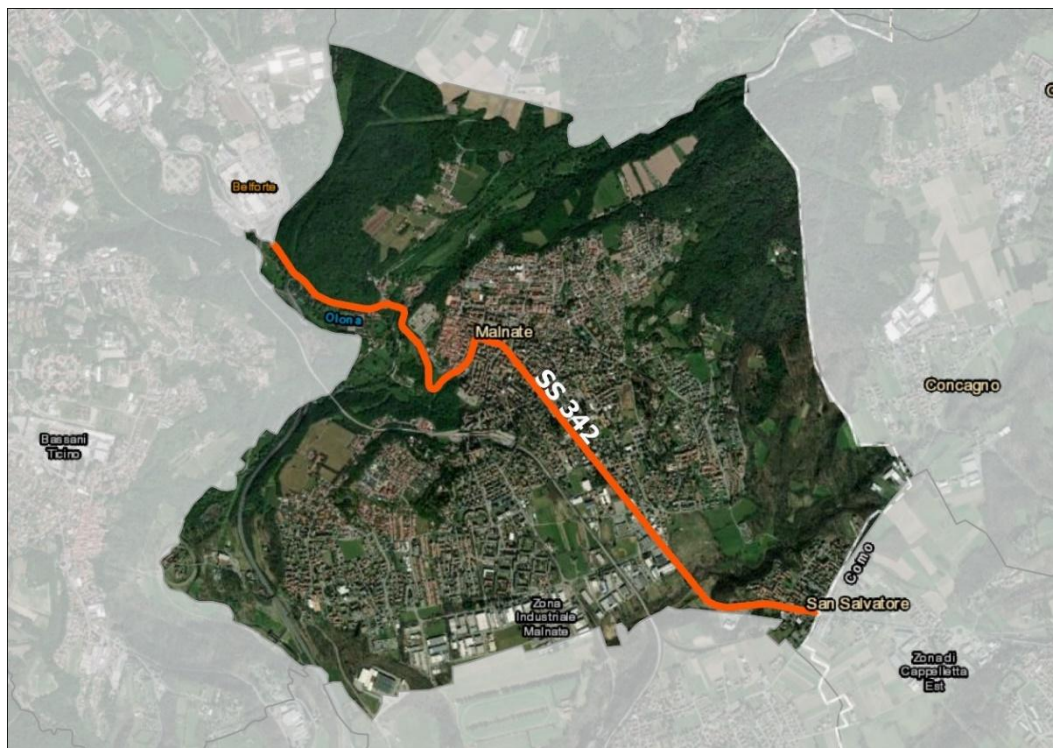


Figura 2-1: Rappresentazione grafica della strada analizzata nella mappatura acustica e quindi nel presente Piano di Azione (in rosso la strada con traffico annuo maggiore di 3 milioni di veicoli anno).

L'ambito territoriale coinvolto dalle analisi è costituito da un buffer stradale di 600 metri, ovvero una sezione dell'asse stradale di larghezza 300 metri per lato. Tale valore è stato stabilito grazie ad alcune elaborazioni preliminari realizzate con il modello di simulazione SoundPlan effettuate in campo libero; oltre tale buffer non è ritenuta significativa la pressione sonora causata dalle strade analizzate.

Attraverso i dati a disposizione presso gli Uffici comunali e quelli desunti dalle mappature di zonizzazione acustica di livello comunale, sono stati localizzati all'interno dell'area di indagine i recettori sensibili quali scuole (Tabella 2-2).

Tabella 2-2 Recettori sensibili considerati nel Piano d'Azione.

Strada	Tipologia	Nome recettore sensibile
Via Silvio Pellico, 11	Istruzione	Scuola Primaria - T. Galbani
Via Arnaldo de Mohr, 3	Istruzione	Scuola primaria - C. Battisti
Via Marco Polo, 8	Istruzione	Scuola materna di San salvatore
Via I Maggio, 2	Istruzione	Scuola materna - Umberto I
Via Cacciatori delle Alpi, 1	Istruzione	Scuola dell'infanzia - L. Rajchman
Via Francesco baracca, 1	Istruzione	Istituto Comprensivo Iqbal Masih
Via Carlo Barnasconi, 4	Istruzione	Asilo nido moo-lab
Piazza Libertà, 1	Sanità	ASST dei Sette Laghi

2.2 Autorità competente

L'autorità competente per le infrastrutture stradali oggetto del presente Piano d'Azione è il Comune di Malnate. Responsabile del progetto è Arch. Daniela Galli, Responsabile della direzione dello sviluppo del Territorio e tutela dell'Ambiente.

2.3 Contesto normativo

Il quadro normativo di riferimento all'interno del quale si muove questo Piano d'Azione è costituito dai seguenti atti:

- **Legge Quadro n.447 del 26/10/1995** e s.m.i. - "Legge quadro sull'inquinamento acustico" - che stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dal rumore, ai sensi e per gli effetti dell'articolo 117 della Costituzione. La legge individua le competenze dello Stato, delle Regioni, delle Province, le funzioni e i compiti dei Comuni. Allo Stato competono principalmente le funzioni di indirizzo, coordinamento o regolamentazione della normativa tecnica e l'emanazione di atti legislativi su argomenti specifici. Le Regioni promulgano apposite leggi che definiscono, tra le altre cose, i criteri per la suddivisione in zone del territorio comunale (zonizzazione acustica). Su questo settore molte regioni sono già intervenute. Alle Regioni spetta inoltre la definizione di criteri da seguire per la redazione della documentazione di impatto acustico, delle modalità di controllo da parte dei comuni e l'organizzazione della rete dei controlli. La parte più importante della legge regionale riguarda, infatti, l'applicazione dell'articolo 8 della Legge Quadro 447/95. La Legge Quadro riserva ai Comuni un ruolo centrale con competenze di carattere programmatico e decisionale. Oltre alla classificazione acustica del territorio, spettano ai Comuni la verifica del rispetto della normativa per la tutela

dall'inquinamento acustico all'atto del rilascio delle concessioni edilizie, la regolamentazione dello svolgimento di attività temporanee e manifestazioni, l'adeguamento dei regolamenti locali con norme per il contenimento dell'inquinamento acustico e, soprattutto, l'adozione dei piani di risanamento acustico nei casi in cui le verifiche dei livelli di rumore effettivamente esistenti sul territorio comunale evidenzino il mancato rispetto dei limiti fissati. Inoltre, i Comuni con popolazione superiore a 50'000 abitanti sono tenuti a presentare una relazione biennale sullo stato acustico del comune.

- **DPCM del 14/11/1997** - "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" (Paragrafo 2.4).
- **Decreto Ministero dell'Ambiente 16/3/1998** stabilisce le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento da rumore, in attuazione dell'art. 3 - comma 1, lettera c), della Legge 26 ottobre 1995, n.447.
- **DM 29 novembre 2000**, che stabilisce i criteri tecnici per la predisposizione, da parte delle società e degli Enti gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, ivi comprese le autostrade, dei piani degli interventi di contenimento ed abbattimento del rumore prodotto nell'esercizio delle infrastrutture stesse, ai sensi dell'articolo 10, comma 5, della legge 26 ottobre 1995, n. 447.
- **DPR 142 2004** "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare", stabilisce l'ampiezza delle fasce di pertinenza acustica per le strade di tutte categorie, fissando ex lege anche i limiti di immissione per quelle di categoria "superiore", (da A a D), mentre per le strade urbane di quartiere e per le strade locali (Cat. E ed F) tale competenza è attribuita ai Comuni, tenuti a provvedere "nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al DPCM in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane".
- **D.lgs 194/2005 e s.m.i.** prevede che, in attuazione della direttiva comunitaria 2002/49/CE relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale, i gestori di infrastrutture di trasporto predispongano:
 - L'elaborazione della mappatura acustica degli "assi di trasporto principali";
 - L'elaborazione di piani di azione, volti ad evitare e ridurre il rumore ambientale prodotto dall'esercizio della infrastruttura.

2.4 Valori limite in vigore

Il DPCM del 14/11/1997 fissa i valori limite di emissione, immissione e di qualità per le differenti zone definite nei piani di classificazione acustica comunale. Si riportano di seguito le tabelle con i valori di riferimento:

Tabella 2-3: Tabella B del DPCM del 14/11/1997 che indica i valori limite di emissione - Leq in dB(A) (valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa).

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06 - 22)	Notturmo (22 - 06)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente residenziali	50	40
III aree di tipo misto	55	45
IV aree di intensa attività umana	60	50

V aree prevalentemente industriali	65	55
VI aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 2-4: Tabella C del DPCM del 14/11/1997 che indica i valori limite assoluti di immissione - Leq in dB(A) (valore massimo di rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti).

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06 - 22)	Notturmo (22 - 06)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 2-5: Tabella D del DPCM del 14/11/1997 che indica i valori di qualità - Leq in dB(A) (valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla Legge Quadro).

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06 - 22)	Notturmo (22 - 06)
I aree particolarmente protette	47	37
II aree prevalentemente residenziali	52	42
III aree di tipo misto	57	47
IV aree di intensa attività umana	62	52
V aree prevalentemente industriali	67	57
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Di seguito si riporta una sintetica descrizione delle diverse classi.

Classe I: Area particolarmente protetta

Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete è un elemento di base per la loro fruizione (aree ospedaliere, scolastiche, parchi pubblici, ecc.)

Classe II: Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale con bassa densità di popolazione e limitata presenza di attività commerciali.

Classe III: Aree di tipo misto

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o con strade di attraversamento, con media densità di popolazione, presenza di attività commerciali, limitata presenza di attività artigianali, con assenza di attività industriali.

Classe IV: Aree di intensa attività umana

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, elevata presenza di attività commerciali ed uffici, presenza di attività artigianali, con limitata presenza di piccole attività industriali.

Classe V: Aree prevalentemente industriali

Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali con scarsità di abitazioni.

Classe VI: Aree esclusivamente industriali

Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

Dal punto di vista delle infrastrutture, nella Tabella 2-6 sono riportati i limiti, in termini di Leq diurno e notturno previsti dal D.P.R. 142/04 per le strade esistenti in funzione della tipologia di strada.

Tabella 2-6: Limiti relativi alle fasce di pertinenza stradale per le infrastrutture esistenti D.P.R. 142/04.

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (Secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica) (m)	Scuole ¹ , ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
A - autostrada		100				
		(fascia A)			70	60
		150	50	40		
		(fascia B)			65	55
B - extraurbana principale		100				
		(fascia A)			70	60
		150	50	40		
		(fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	Ca	100				
		(fascia A)			70	60
	(strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	150	50	40		
		(fascia B)			85	55
	Cb	100				
		(fascia A)			70	60
D - urbana di scorrimento	(tutte le altre strade extraurbane secondarie)	50	50	40		
		(fascia B)			65	55
	Da					
	(strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	80
E - urbana di quartiere	Db					
	(Tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
F - locale		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			

Per la valutazione dei limiti acustici sono stati utilizzati i piani di zonizzazione acustici deliberati dal comune interessato dalle infrastrutture stradali considerate all'interno di questo piano.

¹Per le scuole vale il solo periodo diurno.

2.5 Sintesi dei risultati della mappatura acustica

Nella tabella sottostante sono riportati in maniera sintetica i risultati delle simulazioni modellistiche effettuate per la mappatura acustica presentata a Marzo 2023 per il tratto stradale analizzato.

Tabella 2-7: Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore: SS 342 Briantea (RD_IT_0160_001).

Intervallo		Popolazione esposta	Edifici abitativi	Scuole	Ospedali	Asili	Case di riposo
L_{den}	55 - 60	449	205	1	0	0	0
	60 - 65	383	173	1	0	0	0
	65 - 70	567	263	0	0	0	0
	70 - 75	301	141	0	0	0	0
	> 75	19	9	0	0	0	0
L_{night}	50 - 55	337	154	0	0	0	0
	55 - 60	497	227	1	0	0	0
	60 - 65	444	209	0	0	0	0
	65 - 70	114	51	0	0	0	0
	> 70	0	0	0	0	0	0

La rappresentazione dei diversi scenari elaborati nell'ambito della mappatura acustica per le infrastrutture stradali, ha consentito di evidenziare le situazioni di maggiore criticità in relazione all'impatto acustico da traffico autoveicolare.

Dall'analisi dei dati è significativo rilevare che, per tutte le strade oggetto di mappatura, le fasce di territorio interessate dalle più severe condizioni di esposizione della popolazione alla rumorosità sono poste nelle immediate prossimità delle infrastrutture considerate ad una distanza massima di circa 30 metri a partire dal bordo strada.

Relativamente ai bersagli sensibili, si manifestano le seguenti situazioni, in cui i livelli sonori superano i 50 dB(A) nel periodo diurno e 40 dB(A) nel periodo notturno; esse sono evidenziate in Tabella 2-: si tratta di due strutture legate all'istruzione.

Tabella 2-8: Recettori sensibili soggetti a livelli sonori superiori a 50 dB(A) nel periodo diurno e/o a 40 dB(A) nel periodo notturno. Per le strutture scolastiche è stato considerato solo il periodo diurno.

Indirizzo	Tipologia	Nome recettore sensibile	Classe rumore giorno dB(A)	Classe rumore notte dB(A)
Via Arnaldo de Mohr, 3	Istruzione	Scuola primaria - C. Battisti	55-60	
Via Francesco Baracca, 1	Istruzione	Istituto Comprensivo Iqbal Masih	60-65	

2.6 Stima numero di persone esposte al rumore

La valutazione del clima acustico è stata condotta attraverso una simulazione modellistica con il software SoundPlan ver.9.0 in cui è implementato il metodo comune per la valutazione della rumorosità CNOSSOS-EU (Common NOise aSSessment methOdS for road traffic, railway traffic, aircraft and industrial noise) sviluppato dalla Commissione Europea in un processo di cooperazione che coinvolge la European Environmental Agency

(EEA), la World Health Organization Europe (WHO/Europe), la European Aviation Safety Agency (EASA) ed esperti nominati dai Paesi UE. Il metodo CNOSSOS-EU utilizzato nel presente lavoro è aggiornato alla direttiva delega UE 2021/1266.

Le “simulazioni” sono state eseguite analizzando nel dettaglio i diversi tratti di strada oggetto d’indagine e calcolando ai recettori gli indicatori sotto riportati:

- Calcolo dei livelli L_{den} , L_{day} , $L_{evening}$ e L_{night} . L’intera giornata è stata divisa secondo il seguente criterio: day 6-20, evening 20-22, night 22-6.
- Calcolo del $L_{eq(A)}$ diurno e notturno. Il periodo diurno è definito come la fascia oraria 6-22 e il notturno la fascia oraria 22-6.

I recettori sono stati posti ad un metro dalle facciate agli edifici con le modalità previste dalla direttiva europea. In coerenza con le modalità di calcolo imposte dalle legislazioni italiana ed europea i livelli $L_{eq(A)}$ sono stati calcolati al netto del contributo dell’ultima riflessione in facciata, mentre per i livelli L_{den} , L_{day} , $L_{evening}$ e L_{night} il contributo di quest’ultima non è stato assommato.

Per la definizione dei limiti di immissione all’interno dell’area di calcolo sono state utilizzate le seguenti informazioni:

- Fasce di pertinenza acustica stradale definite dal piano di classificazione acustica del Comune di Malnate. SS342 Briantea è classificata come “Cb” (extraurbana secondaria diversa da quelle a carreggiate separate)
- Zone acustiche definite dal piano di classificazione acustica del Comune di Malnate; queste necessarie per fissare i limiti nelle porzioni di territorio esterne la fascia di pertinenza.

L’esposizione alla rumorosità dei recettori stimata mediante i descrittori L_{den} e L_{night} (calcolata nell’ambito della mappatura acustica e qui riportata nel paragrafo 2.5) è stata ricalcolata a seguito delle azioni previste. Ciò ha consentito di stimare la nuova esposizione e la conseguente modifica degli effetti nocivi sulla salute (si veda il paragrafo successivo).

È stata inoltre calcolata l’esposizione al rumore dei recettori stimata mediante i descrittori L_{eqday} e $L_{eqnight}$ sia a valle che a monte delle azioni intraprese. I valori dei livelli L_{eqday} e $L_{eqnight}$, a differenza dei descrittori L_{den} e L_{night} , sono direttamente confrontabili con i limiti imposti dalla legislazione nazionale. Si è dunque potuto stimare, per ciascuna infrastruttura viaria, la popolazione soggetta ad un rumore superiore rispetto ai livelli normativi, sia prima che dopo gli interventi previsti nel presente piano. Sono stati dunque valutati i miglioramenti espressi come numero di esposti ai superamenti.

2.7 Effetti nocivi del rumore ambientale sulla salute

Per la valutazione degli effetti nocivi causati dall’esposizione al rumore ambientale si è fatto riferimento a quanto riportato dalle linee guida messe a disposizione dall’Organizzazione Mondiale per la Sanità (WHO, *Environmental Noise Guidelines for the European Region*, 2018) e ripresi nell’aggiornamento del 2020 della direttiva 2002/49/CE del Parlamento e Consiglio europei relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.

Nel nuovo Allegato III della direttiva ai fini della determinazione degli effetti nocivi sono presi in considerazione tre indicatori:

- la cardiopatia ischemica;
- il fastidio forte;
- i disturbi gravi del sonno.

2.7.1. Cardiopatia ischemica

Per calcolare il rischio relativo per quanto riguarda l'effetto nocivo di cardiopatia ischemica (*ischemic heart disease*, IHD) associato al rumore di traffico veicolare e con riferimento al tasso di incidenza (*i*) si utilizzano le seguenti relazioni dose-effetto:

$$RR_{IHD,i,road} = \begin{cases} e^{\left[\left(\frac{\ln(1,08)}{10}\right) \cdot (L_{den} - 53)\right]} & \text{per } L_{den} \text{ superiore a } 53 \text{ dB} \\ 1 & \text{per } L_{den} \text{ pari o inferiore a } 53 \text{ dB} \end{cases}$$

La proporzione dei casi, nella popolazione esposta a un rischio relativo, in cui lo specifico effetto nocivo è dovuto al rumore ambientale si calcola come segue, per la sorgente di rumore *x* (traffico veicolare), l'effetto nocivo *y* (cardiopatia ischemica) e l'incidenza *i*:

$$PAF_{IHD,i,road} = \left(\frac{\sum_j [p_j \cdot (RR_{IHD,i,road} - 1)]}{\sum_j [p_j \cdot (RR_{IHD,i,road} - 1)] + 1} \right)$$

dove:

- $PAF_{IHD,i,road}$ è la frazione attribuibile alla popolazione;
- la serie di bande *j* è costituita da bande individuali, la cui ampiezza massima è 5 dB (ad esempio 50-51 dB, 51-52 dB, 52-53 dB ecc. oppure 50-54 dB, 55-59 dB, 60-64 dB ecc.);
- p_j è la proporzione di popolazione totale *P* della zona presa in considerazione esposta alla *j*-esima banda di esposizione, alla quale è associato un dato rischio relativo di uno specifico effetto nocivo *RR*. Il valore di *RR* è calcolato in applicazione della formula precedente utilizzando il valore centrale di ciascuna banda di rumorosità (ad esempio, a seconda dei dati disponibili 50,5 dB per la banda 50-51 dB o 52 dB per la banda 50-54 dB).

Infine il numero totale *N* di casi attribuibili alla sorgente di rumore è quindi:

$$N_{IHD,road} = PAF_{IHD,i,road} \cdot I_{IHD} \cdot P$$

dove:

- I_{IHD} è il tasso di incidenza della cardiopatia ischemica nella zona presa in considerazione, che può essere ottenuto da statistiche sanitarie relative alla regione o al paese in cui si trova la zona presa in considerazione;
- *P* è la popolazione totale della zona presa in considerazione (somma della popolazione nelle diverse bande di rumorosità).

Per la stima è stato utilizzando un tasso di incidenza delle cardiopatie ischemica pari a 0,51² così come riportato in Figura 2-2 per l'anno 2017 (ultimo anno disponibile).

² Fonte: Open Data Regione Lombardia: <https://www.dati.lombardia.it/stories/s/9y9t-s62m>

Applicando i livelli di rumore L_{den} per le infrastrutture stradali oggetto del presente Piano alla popolazione totale presente in un intorno di 300 metri dalle stesse sono stati stimati un numero possibile di casi soggetti a cardiopatia ischemica a causa del rumore da traffico veicolare pari a 1.

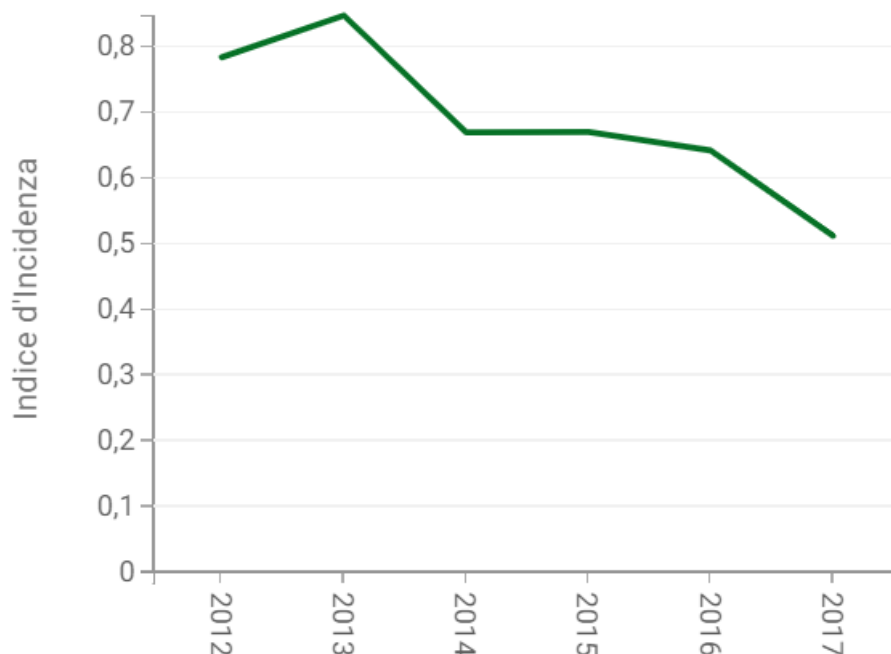


Figura 2-2: Trend dell'indice d'incidenza standardizzato della cardiopatia ischemica registrato per Ats dell'Insubria.

2.7.2. Fastidio forte

Nel calcolare il rischio assoluto per quanto riguarda l'effetto nocivo di fastidio forte (*high annoyance*, HA) si utilizza la seguente relazione dose-effetto:

$$AR_{HA,road} = \frac{78,2970 - 3,1162 \cdot L_{den} + 0,0342 \cdot L_{den}^2}{100}$$

Il numero totale di individui interessati all'effetto nocivo di fastidio forte attribuibili al rumore stradale è quindi calcolato con la seguente formula:

$$N_{HA,road} = \sum_j [n_j \cdot AR_{HA,road}]$$

dove:

- $AR_{HA,road}$ è il rischio assoluto dell'effetto nocivo fastidio forte calcolato con la formula precedente utilizzando il valore centrale di ciascuna banda di rumorosità (ad esempio, a seconda dei dati disponibili 50,5 dB per la banda 50-51 dB o 52 dB per la banda 50-54 dB);
- n_j è il numero di individui esposti alla j -esima banda di esposizione.

Applicando i livelli di rumore L_{den} per le infrastrutture stradali oggetto del presente piano alla popolazione totale presente in un intorno di 300 metri dalle stesse sono stati stimati un numero possibile di casi soggetti a fastidio forte a causa del rumore da traffico veicolare pari a 453.

2.7.3. Disturbi gravi del sonno

Per calcolare il rischio assoluto per quanto riguarda l'effetto nocivo di disturbi gravi del sonno (*high sleep disturbance*, HSD) attribuibili al rumore stradale, si utilizza la seguente relazione dose-risposta:

$$AR_{HSD,road} = \frac{19,4312 - 0,9336 \cdot L_{night} + 0,0126 \cdot L_{night}^2}{100}$$

Il numero totale di individui interessati all'effetto nocivo di disturbi gravi del sonno attribuibili al rumore stradale è quindi calcolato con la seguente formula:

$$N_{HA,road} = \sum_j [n_j \cdot AR_{HSD,road}]$$

dove:

- $AR_{HSD,road}$ è il rischio assoluto dell'effetto nocivo di disturbi gravi del sonno calcolato con la formula precedente utilizzando il valore centrale di ciascuna banda di rumorosità (ad esempio, a seconda dei dati disponibili 50,5 dB per la banda 50-51 dB o 52 dB per la banda 50-54 dB);
- n_j è il numero di individui esposti alla j -esima banda di esposizione.

Applicando i livelli di rumore L_{night} per le infrastrutture stradali oggetto del presente Piano alla popolazione totale presente in un intorno di 300 metri dalle stesse sono stati stimati un numero possibile di casi soggetti a disturbi gravi del sonno a causa del rumore da traffico veicolare pari a 170.

2.8 Resoconto delle consultazioni pubbliche

In seguito all'approvazione in Giunta Comunale, il presente Piano di Azione verrà pubblicato sul sito del Comune di Malnate e rimarrà a disposizione del pubblico per almeno 45 giorni con la possibilità di inviare osservazioni che saranno analizzate e contro-dedotte prima dell'adozione finale, dando conto del processo nel presente paragrafo.

3. MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUMORE

Con il nuovo Allegato II, a partire dal 31 dicembre 2018, i metodi “provvisori”, utilizzati nelle prime tre fasi di applicazione della Direttiva (NMPB-Routes-96 per la sorgente stradale), vengono sostituiti dai nuovi metodi CNOSSOS-EU. Questo è utilizzato per la valutazione delle immissioni rumorose dovute al traffico, e di seguito se ne fornisce una sintetica descrizione.

La fonte di rumore da traffico stradale è individuata combinando le emissioni acustiche di ciascun veicolo che compone il flusso di traffico, raggruppati in quattro categorie in base alle loro caratteristiche di emissione acustica:

- Categoria 1: veicoli a motore leggeri
- Categoria 2: veicoli medio-pesanti
- Categoria 3: veicoli pesanti
- Categoria 4: veicoli a motore a due ruote

La quarta categoria si divide a sua volta in due sottocategorie:

- Categoria 4a: ciclomotori a due, tre e quattro ruote
- Categoria 4b: motocicli tricicli e quadricicli.

Il flusso del traffico è rappresentato da una sorgente lineare; questa viene poi segmentata e ridotta ad una serie di sorgenti puntiformi opportunamente spaziate poste a 0,05 m al di sopra della superficie stradale. Una strada a due carreggiate è di norma rappresentata mediante due differenti sorgenti lineari e solo raramente è ammissibile una rappresentazione mediante una sola sorgente lineare. Quando all'interno di ciascuna carreggiata vi sono più corsie a queste potranno essere associate più linee emmissive oppure si potranno rappresentare mediante una singola sorgente lineare. In questo ambito dovranno essere operate opportune considerazioni riguardo la difformità dei flussi di traffico che interessano le differenti corsie ed i rapporti geometrici tra le dimensioni caratteristiche della carreggiata e la distanza dai ricettori più prossimi; alcune indicazioni in merito a tali questioni possono essere reperite all'interno dei documenti “*Good Practice Guide for Strategic noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise exposure Version 2*” e “*Guidance for the competent use of CNOSSOS-EU*”.

Per i veicoli a motore leggeri, medi e pesanti (categorie 1, 2 e 3), la potenza sonora corrisponde alla sommatoria energetica del rumore di rotolamento e quello di propulsione. Pertanto, il suono emesso per metro di sorgente lineare ($L_{W,i,m}$, con $m=1, 2$ o 3 , in dB) viene calcolato secondo la formula:

$$L_{W,i,m}(v_m) = 10 \cdot \log(10^{L_{WR,i,m}(v_m)/10} + 10^{L_{WP,i,m}(v_m)/10})$$

con:

- $L_{WR,i,m}$ = rumore di rotolamento (dB); componente di rumore dovuta al contatto degli pneumatici con l'asfalto (“*rolling noise component*”) che dipende:
 - dal tipo di veicolo.
 - dalla velocità media (v_m , in km/h).
 - dal tipo di asfalto.

- da altri fattori quali la presenza o meno di semafori o rotatorie e lo scostamento dalle condizioni di temperatura standard.
- $L_{WP,i,m}$ = rumore di propulsione (dB); componente di rumore prodotta dal motore ("engine component") che dipende:
 - dal tipo di veicolo.
 - dalla velocità media (v_m , in km/h).
 - dal tipo di asfalto.
 - da altri fattori quali la presenza o meno di semafori o rotatorie e la pendenza locale della strada.

Il pedice i indica la banda d'ottava per la quale vengono calcolate le due potenze sonore sopra presentate. Per i veicoli a due ruote (categoria 4) la modellazione della sorgente lineare risulta semplificata, e viene considerato solo il rumore di propulsione (in dB):

$$L_{W,i,m=4}(v_{m=4}) = L_{WP,i,m=4}(v_{m=4})$$

In Figura 3-1 e Figura 3-2 sono riportati rispettivamente la relazione tra rumore di rotolamento e velocità e rumore di propulsione e velocità.

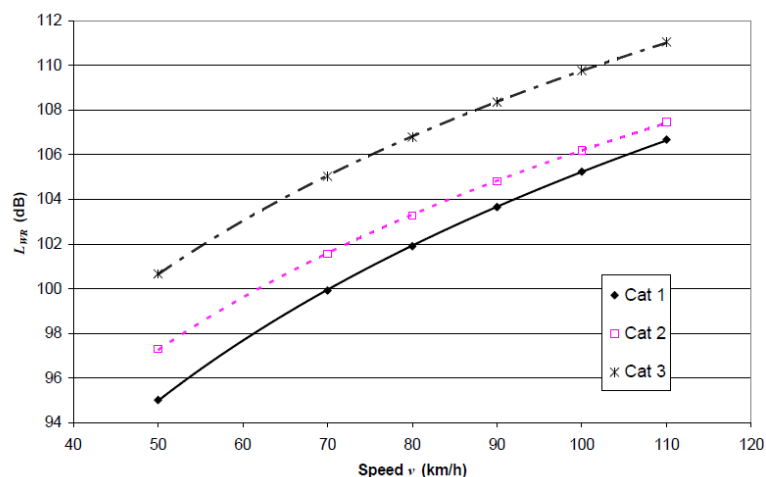


Figura 3-1 Relazione tra il rumore di rotolamento (dB) e la velocità media (km/h) per categoria di veicolo.

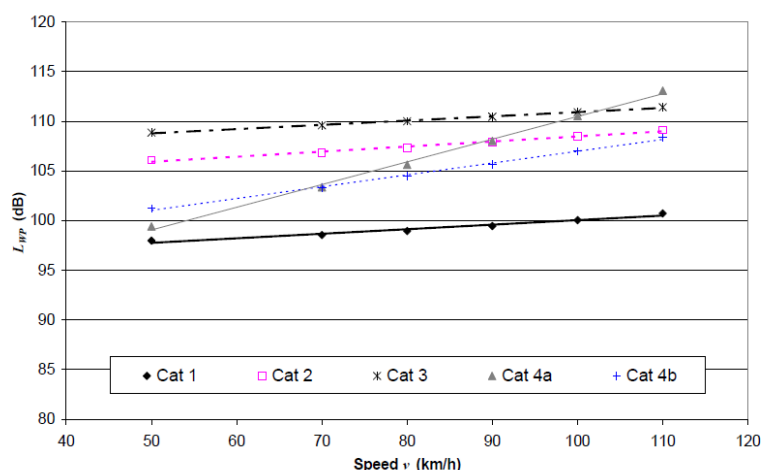


Figura 3-2 Relazione tra il rumore di propulsione (dB) e la velocità media (km/h) per categoria di veicolo.

La relazione finale utilizzata per calcolare il livello di potenza acustica per metro di sorgente lineare per banda di frequenza ($L_{W',eq,line,i,m}$ in dB) risulta essere:

$$L_{W',eq,line,i,m} = L_{W,i,m} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q_m}{1000 \cdot v_m}\right)$$

con:

- Q_m = traffico di veicoli di tipologia m (veicoli/h)
- v_m = velocità media di tali veicoli (km/h)

La velocità e il tipo di pavimentazione risultano quindi fondamentali per la determinazione del clima acustico complessivo generato dall'infrastruttura stradale. Modificare quindi la velocità di transito dei veicoli o il tipo di superficie di asfalto risulta efficace per la riduzione globale del rumore emesso.

Allo stesso modo anche l'età della copertura stradale influenza la pressione sonora prodotta dai veicoli. In Figura 3-3 sono riportate le correzioni previste dal modello NMPB08 da apportare al calcolo del rumore prodotto da un singolo veicolo in base all'età dell'asfaltatura, le riduzioni possono arrivare anche a 4 dB(A).

Vehicle category		LV		HGV	
Age of surface		≤ 2 years	2 to 10 years	≤ 2 years	2 to 10 years
Surfacing category	R1	-4	$0.5(a-10)$	-2,4	$0.3(a-10)$
	R2	-2	$0.25(a-10)$	-1,2	$0.15(a-10)$
	R3	-1,6	$0.2(a-10)$	-1	$0.12(a-10)$

Table 2.6: Correction $\Delta L_{r,w/m}$, in dB(A), depending on the age of the surface, noted a, in years.

Figura 3-3: Correzioni da apportare al calcolo del rumore prodotto dai veicoli in base all'età e al tipo di copertura stradale.

3.1 Gli interventi previsti

Di seguito si riportano gli interventi effettuati e previsti nel Comune di Malnate per ridurre il rumore da traffico veicolare sulle infrastrutture stradali oggetti del presente Piano:

- Realizzazione di una rotatoria nei pressi del municipio (RD_IT_0160_001);
- Realizzazione di una rotatoria in corrispondenza di Piazzale Repubblica (RD_IT_0160_001);
- Realizzazione di una rotatoria in corrispondenza della Sala Eventi Centro Bambù (RD_IT_0160_001).

3.2 Informazioni di carattere finanziario

Di seguito è riportata l'indicazione degli uffici urbanistici sulla copertura finanziaria relativa agli interventi individuati.

Tabella 3-1: Riepilogo degli interventi previsti sulle strade oggetto del Piano d'Azione.

Codice Strada	Nome strada	Intervento	Costo previsto
RD_IT_0160_001	SS342 Briantea	Realizzazione rotatoria nei pressi del municipio	€ 1'180'000
RD_IT_0160_001	SS342 Briantea	Realizzazione rotatoria di Piazzale Repubblica	€ 600'000 (*)
RD_IT_0160_001	SS342 Briantea	Realizzazione rotatoria del centro Bambù	€ 600'000 (**)

(*) Stima indicativa del costo dell'intervento

(**) Intervento realizzato da privati

4. IL PIANO DI AZIONE

4.1 Valutazione dei risultati del Piano di Azione

Gli interventi considerati nel presente Piano sono quelli individuati di concerto con gli uffici urbanistici del Comune di Malnate. Per la valutazione dei benefici attesi a seguito della realizzazione di tali interventi è stato utilizzato il software SoundPlan ver. 9.0.

Gli interventi sono indicati nella tabella seguente.

Tabella 4-1: Riepilogo degli interventi previsti sulle strade oggetto del Piano d'Azione.

Codice Strada	Nome strada	Intervento	Simulazione
RD_IT_0160_001	SS342 Briantea	Realizzazione rotatoria nei pressi del municipio	Riduzione di 1,5 dB alla sorgente e riduzione della velocità locale di 5 km/h
RD_IT_0160_001	SS342 Briantea	Realizzazione rotatoria di Piazzale Repubblica	Riduzione di 1,5 dB alla sorgente e riduzione della velocità locale di 5 km/h
RD_IT_0160_001	SS342 Briantea	Realizzazione rotatoria del centro Bambù	Riduzione di 1,5 dB alla sorgente e riduzione della velocità locale di 5 km/h

4.2 Valutazione riduzione numero delle persone esposte

I benefici attesi sono stati considerati valutando il numero di persone esposte a livelli di rumore superiori ai limiti di legge e soggette ad un miglioramento della pressione sonora in seguito agli interventi descritti nel paragrafo 3.1, simulati come descritto al paragrafo precedente.

I risultati sono riportati di seguito per ogni infrastruttura stradale considerata.

Tabella 4-2: Differenza di popolazione esposta a diversi intervalli di superamento acustico, espressi in dB, tra lo scenario attuale e quello previsto dal Piano d'Azione.

Strade	Intervalli di superamento							
	Periodo diurno (6 - 22)				Periodo notturno (22 - 6)			
	0 - 3	3 - 6	6 - 9	> 9	0 - 3	3 - 6	6 - 9	> 9
RD_IT_0160_001	5	-17	0	0	9	-2	-7	0

Questa diminuzione globale di persone esposte a livelli di rumore superiori ai limiti di legge, avrà effetti anche nella valutazione degli effetti nocivi causati dall'esposizione al rumore ambientale, con una diminuzione del numero di persone soggette ai disturbi considerati.

In particolare il numero di persone soggette a cardiopatia ischemica rimarrà invariato, mentre quelle soggette a fastidio forte saranno 437, ovvero si avrà una diminuzione di 16 soggetti e, infine, il numero di persone soggette a disturbi gravi del sonno scenderà a 165 con una diminuzione di 5 persone.

5. CONCLUSIONI

Il Piano d'Azione mette in campo alcune soluzioni per mitigare la rumorosità emessa dalle infrastrutture stradali in corrispondenza della popolazione esposta del Comune di Malnate.

Per poter verificare le stime svolte attraverso il modello di calcolo sarà attuata la seguente metodologia di valutazione dei risultati conseguenti all'attuazione dei diversi interventi.

Gli interventi programmati sono unicamente di traffic calming (realizzazione rotatorie).

Per gli interventi più significativi si effettuerà la valutazione della riduzione dei livelli sonori con una campagna di rilievi fonometrici, uno nel periodo antecedente la realizzazione dell'opera e uno a chiusura del cantiere con la piena operatività del tratto stradale.

Tale piano di monitoraggio e di quantificazione dei livelli sonori sarà direttamente inserito nella gara d'appalto di affidamento dei lavori.

L'esecutore dovrà concertare la metodologia di rilievo, con dettagliata descrizione della posizione e della strumentazione utilizzata, con il Comune di Malnate e dovrà presentare i risultati dei rilievi alla consegna del lavoro. La valutazione non sarà vincolante rispetto ai risultati ottenuti ma sarà uno strumento di analisi da mettere a disposizione del Comune per la programmazione degli interventi futuri.