



## Provincia di Cremona

SETTORE INFRASTRUTTURE STRADALI

U.O. Realizzazione infrastrutture stradali e servizi autorizzativi

**OGGETTO: Mappatura acustica delle infrastrutture stradali provinciali ai sensi del D.Lgs n.194 del 19 Agosto 2005**



## Relazione

Documento a cura di:



**TerrAria s.r.l. Via M. Gioia 132 20125 Milano, [info@terraria.com](mailto:info@terraria.com)**

---

Giuseppe Maffeis, Fabrizio Ferrari, Bruno Gagliardi (*Tecnico acustico competente*), Igor Galbiati, Marco Bienati

**Gruppo tecnico della Provincia**

Ing. Andrea Manfredini, Arch. Ilaria Morandi, Geom. Davide Soregaroli

\_marzo 2022

---

1.	INTRODUZIONE GENERALE .....	3
2.	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	6
3.	DESCRIZIONE DELL'INFRASTRUTTURA STRADALE .....	10
4.	CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA D'INDAGINE E RELATIVI RICETTORI.....	13
5.	PROGRAMMI DI CONTENIMENTO DEL RUMORE ATTUATI IN PASSATO E MISURE ANTIRUMORE IN ATTO .....	15
5.1	<b>Piano d'azione sul contenimento del rumore delle infrastrutture stradali provinciali .....</b>	<b>15</b>
6.	METODO DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI.....	17
6.1	<b>I volumi di traffico.....</b>	<b>17</b>
6.1.1.	Dataset a disposizione.....	17
6.2	<b>Simulazioni modellistiche effettuate.....</b>	<b>17</b>
6.2.1.	Dataset a disposizione.....	18
6.2.2.	Specifiche sul modello numerico di propagazione del suono adottato.....	20
7.	STIMA DEI RESIDENTI, DEGLI EDIFICI ESPOSTI A LIVELLI SONORI IN FASCE STABILITE E RICETTORI SENSIBILI .....	25
8.	SINTESI DEI RISULTATI.....	33
9.	MATERIALE TRASMESSO .....	34
10.	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....	35

# 1. INTRODUZIONE GENERALE

Il presente documento descrive il percorso metodologico e gli esiti delle attività di mappatura acustica delle infrastrutture stradali provinciali sulle quali insiste un traffico veicolare superiore a 3 milioni di veicoli/anno le quali, ai sensi del D.Lgs. 194/2005 e s.m.i., sono identificate come “assi stradali principali”.

La rete stradale della Provincia di Cremona da sottoporre a mappatura acustica, in ragione del D.Lgs 194/2005 e dell’aggiornamento apportato dal D.Lgs 42/2017, è costituita da 18 infrastrutture stradali, la cui localizzazione è riportata in Figura 1-1, per un'estensione complessiva pari a 181 km. In Tabella 1-1 sono riportate le infrastrutture stradali considerate e le stesse sono riportate in Tabella 1-2 divise nei diversi tratti insieme ad i rispettivi codici identificativi univoci.

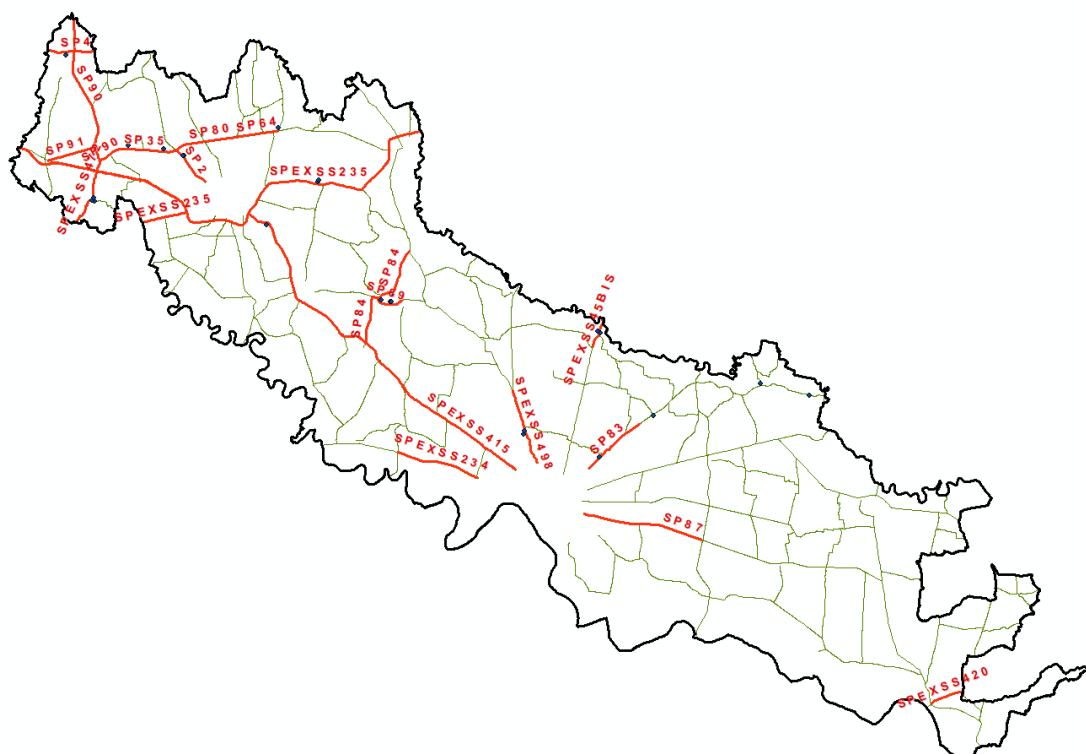


Figura 1-1 Inquadramento territoriale delle strade analizzate nella presente mappatura acustica (in rosso).

Tabella 1-1 Le 18 infrastrutture stradali selezionate.

Strada	Nome
CRSP2	Crema – Vailate
CRSP4	Rivoltana
CRSP35	Pandino – Casaleto Vario
CRSP64	Bottaiano – Pianengo
CRSP80	Pianengo – Cremosano
CRSP83	Di Persico
CRSP84	Di Pizzighettone
CRSP87	Giuseppina

<b>Strada</b>	<b>Nome</b>
CRSP89	Di Crema
CRSP90	Di Cassano
CRSP91	Pandino-Bisnate
CRSPexSS45bis	Gardesana Occidentale
CRSPexSS234	Codognese
CRSPexSS235	Di Orzinuovi
CRSPexSS415	Paullese
CRSPexSS420	Sabbioneta
CRSPexSS472	Bergamina
CRSPexSS498	Soncinese

**Tabella 1-2 Codici univoci dei diversi tratti delle 18 infrastrutture stradali in esame.**

<b>Identificativo</b>	<b>Nome</b>	<b>Strada</b>	<b>Tratto (dal km - al km)</b>
RD_IT_0054_004	Crema – Vailate	CRSP2	2,500 – 6,300
RD_IT_0054_001	Rivoltana	CRSP4	0,000 – 2,995
RD_IT_0054_026	Rivoltana	CRSP4	2,995 – 3,900
RD_IT_0054_005	Pandino – Casaleto Vario	CRSP35	0,000 – 5,800
RD_IT_0054_006	Bottaiano – Pianengo	CRSP64	0,000 – 3,700
RD_IT_0054_007	Pianengo – Cremosano	CRSP80	0,000 – 5,200
RD_IT_0054_080	Di Persico	CRSP83	Intera tratta
RD_IT_0054_075	Di Pizzighettone	CRSP84	8,500 – 11,500
RD_IT_0054_028	Di Pizzighettone	CRSP84	11,500 – 14,080
RD_IT_0054_050	Di Pizzighettone	CRSP84	14,080 – 16,580
RD_IT_0054_008	Giuseppina	CRSP87	0,185 – 10,358
RD_IT_0054_051	Di Crema	CRSP89	2,200 – 4,683
RD_IT_0054_064	Di Crema	CRSP89	4,683 – 5,170
RD_IT_0054_044	Di Cassano	CRSP90	3,485 – 4,205
RD_IT_0054_069	Di Cassano	CRSP90	4,260 – 9,200
RD_IT_0054_033	Di Cassano	CRSP90	9,200 – 12,300
RD_IT_0054_010	Pandino-Bisnate	CRSP91	0,700 – 4,800
RD_IT_0054_052	Gardesana Occidentale	CRSPexSS45bis	12,950 – 15,670
RD_IT_0054_027	Codognese	CRSPexSS234	60,300 – 67,400
RD_IT_0054_071	Di Orzinuovi	CRSPexSS235	45,100 – 48,860
RD_IT_0054_047	Di Orzinuovi	CRSPexSS235	54,000 – 56,670
RD_IT_0054_038	Di Orzinuovi	CRSPexSS235	56,670 – 71,700
RD_IT_0054_077	Paullese	CRSPexSS415	17,000 – 17,590
RD_IT_0054_082	Paullese	CRSPexSS415	17,590 – 19,930
RD_IT_0054_083	Paullese	CRSPexSS415	19,930 – 24,120
RD_IT_0054_081	Paullese	CRSPexSS415	24,120 – 27,760
RD_IT_0054_080	Paullese	CRSPexSS415	27,760 – 31,460

Identificativo	Nome	Strada	Tratto (dal km - al km)
RD_IT_0054_068	Paullese	CRSPexSS415	31,460 – 32,720
RD_IT_0054_073	Paullese	CRSPexSS415	32,720 – 38,800
RD_IT_0054_036	Paullese	CRSPexSS415	38,800 – 53,500
RD_IT_0054_037	Paullese	CRSPexSS415	53,500 – 68,690
RD_IT_0054_017	Sabbioneta	CRSPexSS420	33,200 – 36,100
RD_IT_0054_074	Bergamina	CRSPexSS472	12,100 – 15,820
RD_IT_0054_063	Bergamina	CRSPexSS472	15,820 – 16,940
RD_IT_0054_061	Bergamina	CRSPexSS472	16,940 – 17,900
RD_IT_0054_078	Bergamina	CRSPexSS472	17,900 – 20,420
RD_IT_0054_079	Bergamina	CRSPexSS472	20,420 – 23,000
RD_IT_0054_019	Soncinese	CRSPexSS498	61,610 – 67,180

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. Si è ritenuto, sulla base di alcune elaborazioni preliminari effettuate mediante il software SoundPlan8.0, che tale estensione della zona di buffer fosse sufficiente a descrivere la porzione di territorio interessata dalla rumorosità delle infrastrutture stradali sopra elencate. In particolare, la dimensione del buffer è stata fissata di modo che al suo interno fossero completamente contenute le curve iso-livello associate ai livelli più bassi trattati dalla normativa europea, cioè per  $L_{den}$  pari a  $55dB$  ed  $L_{night}$  pari a  $50dB$ .

Il lavoro svolto intende restituire un quadro pertinente e organico di livello territoriale della relazione tra emissioni acustiche stradali e ambiti spaziali intercettati e costituisce un ulteriore elemento di ausilio alla definizione operativa degli interventi di qualificazione di tale relazione e di contenimento delle situazioni di criticità in essere.

Nel restituire la metodologia operativa adottata nell'elaborazione dei dati in ingresso ed in uscita al modello acustico, nella presente relazione si è seguita una struttura per paragrafi coerente con le linee guida del marzo 2022 definite dal Ministero della transizione ecologica (MiTE) e coerentemente con le novità normative richiamate dal recente documento di Arpa Lombardia "4° fase di applicazione della direttiva 2002/49/CE (2022-2023): problemi aperti e novità rispetto alle precedenti tre fasi di applicazione".

## 2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Di seguito si riportano i principali riferimenti normativi italiani in materia di acustica.

Il D. Lgs. n. 194 del 19.08.2005, in recepimento della direttiva 2002/49/CE, ha l'obiettivo di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi dell'esposizione al rumore ambientale. A tal fine il D. Lgs. 194/2005 stabilisce che le Autorità competenti predispongano le mappature acustiche e i piani d'azione per il proprio territorio. Nel 2015 è stata apportata una modifica alla direttiva 2002/49/CE dalla direttiva (UE) 2015/996, recepita in Italia con il D. Lgs. 42/2017, che introduce i nuovi metodi di determinazione del rumore CNOSSOS-EU, da utilizzare a partire dal 31 dicembre 2018.

Rimangono oggetto di mappatura acustica gli agglomerati urbani con più di 100'000 abitanti e gli assi stradali su cui transitano più di 3'000'000 di veicoli all'anno, gli assi ferroviari principali su cui transitano più di 30'000 convogli all'anno e gli aeroporti principali con più di 50'000 movimenti/anno. Il D. Lgs. 194/2005 stabilisce inoltre che venga assicurata l'informazione e la partecipazione del pubblico in merito al rumore ambientale ed ai relativi effetti. Obiettivo della direttiva è quello di far sì che i livelli di inquinamento acustico siano rilevati e/o stimati, raccolti e presentati da tutti gli Stati secondo criteri univoci. Ciò presuppone l'uso di descrittori e metodi di determinazione armonizzati.

I descrittori acustici da impiegare nell'ambito delle mappature, in accordo al D. Lgs. n.194 del 19.08.2005, sono  $L_{den}$  ed  $L_{night}$  rispettivamente rappresentativi del livello sonoro dell'intera giornata e del solo periodo notturno. Il livello  $L_{den}$  è ottenuto attraverso una media temporale pesata dei livelli  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$  e dello stesso  $L_{night}$  secondo la seguente relazione:

$$L_{den} = 10 \log_{10} \frac{1}{24} \left( n_d \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + n_e \cdot 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + n_n \cdot 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right)$$

Dove:

- $L_{day}$  è il livello sonoro medio a lungo termine ponderato 'A', definito dalla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi diurni di un anno.
- $L_{evening}$  è il livello sonoro medio a lungo termine ponderato 'A', definito dalla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi serali di un anno.
- $L_{night}$  è il livello sonoro medio a lungo termine ponderato 'A', definito dalla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi notturni di un anno.
- $n_d$ ,  $n_e$  ed  $n_n$  sono rispettivamente il numero di ore dei periodi diurno, serale e notturno.

La Direttiva 2002/49/CE definisce il giorno della durata di 12 ore, la sera di 4 e la notte di 8 ore, ma lascia la possibilità agli Stati membri di accorciare il periodo serale di 2 ore e di conseguenza allungare il diurno, come nel caso italiano in cui:

- Il periodo diurno va dalle 6:00 alle 20:00 ( $n_d = 14$ )
- Il periodo serale va dalle 20:00 alle 22:00 ( $n_e = 2$ )
- Il periodo notturno va dalle 22:00 alle 6:00 ( $n_n = 8$ )

Si osservi inoltre come nella definizione di  $L_{den}$  ai livelli rappresentativi del periodo serale e notturno venga applicata una penalizzazione rispettivamente di 5 e di 10 dB.

Dal punto di vista delle infrastrutture, nella Tabella 2-1 sono riportati i limiti, in termini di  $L_{eq}$  diurno e notturno previsti dal D.P.R. 142/04 per le strade esistenti in funzione della tipologia di strada.

**Tabella 2-1 Limiti relativi alle fasce di pertinenza stradale per le infrastrutture esistenti D.P.R. 142/04.**

TIPO DI STRADA <small>(secondo codice della strada)</small>	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI <small>(Secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)</small>	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole <sup>1</sup> , 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)		50	40	70	60
		150				
	(fascia B)				65	55
B - extraurbana principale		100				
	(fascia A)		50	40	70	60
		150				
	(fascia B)				65	55
C - extraurbana secondaria	<b>Ca</b>	100				
	(strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	(fascia A)	50	40	70	60
		150				
	(fascia B)				85	55
	<b>Cb</b>	100				
	(tutte le altre strade extraurbane secondarie)	(fascia A)	50	40	70	60
		50				
	(fascia B)				65	55
D - urbana di scorrimento	<b>Da</b>	100	50	40	70	80
	(strade a carreggiate separate e interquartiere)					
	<b>Db</b>	100	50	40	65	55
	(Tutte le altre strade urbane di scorrimento)					
E - urbana di quartiere		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.			
F - locale		30				

La Legge Quadro n. 447 del 26/10/1995 stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, definisce limiti e

<sup>1</sup> Per le scuole vale il solo periodo diurno.

assegna le competenze ai vari organi amministrativi (Stato, regioni, province e comuni). Inoltre la Legge Quadro dà indicazioni in merito alla predisposizione dei piani di risanamento acustico e delle valutazioni di impatto acustico.

Il DPCM del 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" disciplina i valori limite di emissione e di immissione in termini assoluti e differenziali ed i valori di attenzione e qualità definiti dalla legge quadro associandoli alle classi acustiche, ovvero le zone in cui è suddiviso il territorio comunale sulla base della classificazione acustica.

Di seguito sono riportate le tabelle del DPCM del 14/11/1997.

Tabella B del DPCM del 14/11/1997: valori limite di emissione -  $L_{eq}$  in dB(A) - il 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 C del DPCM del 14/11/1997: valori limite assoluti di immissione -  $L_{eq}$  in dB(A) - il 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 D del DPCM del 14/11/1997: valori di qualità -  $L_{eq}$  in dB(A) - i 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



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.

Il DM del 16/3/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" descrive e stabilisce le modalità e le condizioni per una corretta rilevazione dei livelli sonori prodotti dalle sorgenti di rumore localizzate all'interno e all'esterno degli ambienti abitativi.

L'approccio metodologico utilizzato fa diretto riferimento alle linee guida della Commissione Europea (*Good Practice Guide for Strategic noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise exposure Version 2* - Agosto 2007), agli allegati 4 e 6 del D.Lgs 194/2005. Inoltre si fa riferimento alle Linee guida redatte a marzo 2022 dal Ministero della transizione ecologica (MiTE): *Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore.*

### 3. DESCRIZIONE DELL'INFRASTRUTTURA STRADALE

La quarta mappatura acustica della Provincia di Cremona (2022) è relativa a 18 infrastrutture stradali; in Tabella 3-1, sono indicati i flussi di veicoli monitorati per gli archi stradali in cui si registra un carico veicolare maggiore di 3 milioni di veicoli all'anno.

Tabella 3-1 Elenco delle infrastrutture stradali analizzate.

Identificativo	Strada	Lunghezza (m)	Traffico (veicoli/anno)
RD_IT_0054_004	CRSP2	3'800	4'112'455
RD_IT_0054_001	CRSP4	2'995	7'242'330
RD_IT_0054_026	CRSP4	905	4'754'490
RD_IT_0054_005	CRSP35	5'800	4'181'805
RD_IT_0054_006	CRSP64	3'700	3'279'890
RD_IT_0054_007	CRSP80	5'200	3'251'420
RD_IT_0054_080	CRSP83	5'800	3'048'845
RD_IT_0054_075	CRSP84	3'810	3'786'875
RD_IT_0054_028	CRSP84	2'580	3'379'535
RD_IT_0054_050	CRSP84	2'500	3'786'875
RD_IT_0054_008	CRSP87	10'200	3'708'400
RD_IT_0054_051	CRSP89	2'483	3'341'336
RD_IT_0054_064	CRSP89	487	3'341'336
RD_IT_0054_044	CRSP90	720	4'181'805
RD_IT_0054_069	CRSP90	4'940	3'499'255
RD_IT_0054_033	CRSP90	4'940	3'323'325
RD_IT_0054_010	CRSP91	4'091	3'955'140
RD_IT_0054_052	CRSPexSS45bis	2'723	3'425'681
RD_IT_0054_027	CRSPexSS234	7'103	4'015'000
RD_IT_0054_071	CRSPexSS235	3'760	4'300'065
RD_IT_0054_047	CRSPexSS235	2'666	5'289'580
RD_IT_0054_038	CRSPexSS235	15'034	4'459'205
RD_IT_0054_077	CRSPexSS415	592	10'051'005
RD_IT_0054_082	CRSPexSS415	2'335	9'967'420
RD_IT_0054_083	CRSPexSS415	4'189	10'051'005
RD_IT_0054_081	CRSPexSS415	3'641	10'064'145
RD_IT_0054_080	CRSPexSS415	3'639	10'077'285
RD_IT_0054_068	CRSPexSS415	1'253	9'248'735
RD_IT_0054_073	CRSPexSS415	6'084	6'778'415
RD_IT_0054_036	CRSPexSS415	14'699	4'919'470
RD_IT_0054_037	CRSPexSS415	15'194	4'447'890
RD_IT_0054_017	CRSPexSS420	2'900	3'409'830

Identificativo	Strada	Lunghezza (m)	Traffico (veicoli/anno)
RD_IT_0054_074	CRSPexSS472	3'719	5'555'300
RD_IT_0054_063	CRSPexSS472	1'122	7'099'980
RD_IT_0054_061	CRSPexSS472	967	7'099'980
RD_IT_0054_078	CRSPexSS472	2'516	4'275'610
RD_IT_0054_079	CRSPexSS472	2'576	3'016'360
RD_IT_0054_019	CRSPexSS498	5'571	4'485'850

Tali flussi di traffico annui sono stimati sulla base del valore di traffico giornaliero medio elaborato per i differenti tratti stradali a partire dalle differenti tipologie di rilievo effettuato e riportati anche tramite l'istogramma in Figura 3-1.

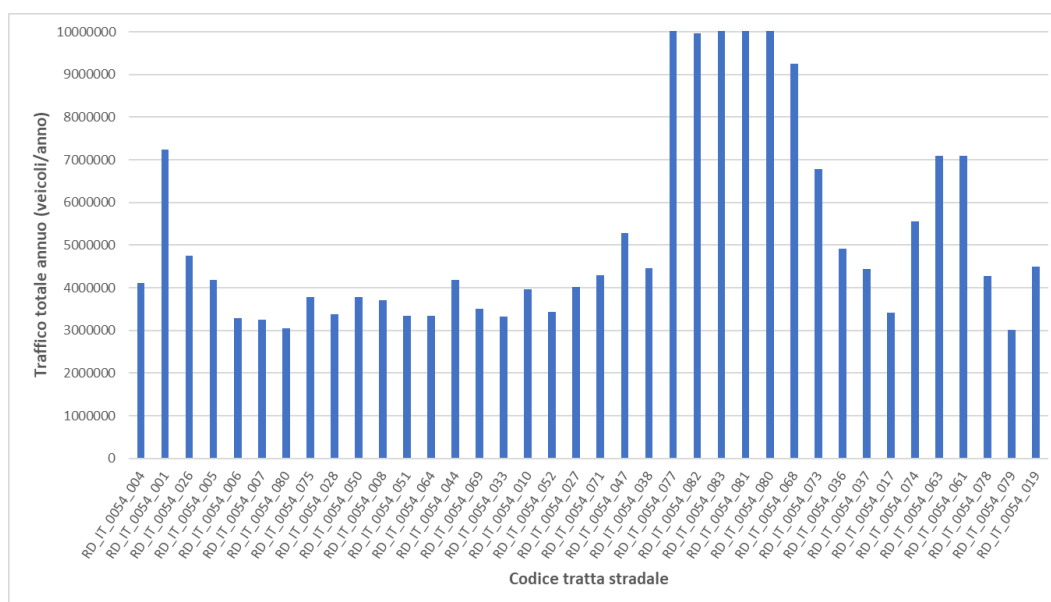


Figura 3-1 traffico annuo sulle infrastrutture oggetto di mappatura.

Di seguito (Tabella 3-2) si riportano i 44 comuni interessati dal passaggio delle infrastrutture stradali considerate nella mappatura 2022.

Tabella 3-2 Comuni interessati dalle infrastrutture stradali considerate nella mappatura 2022.

Identificativo	Strada	Comuni interessati
RD_IT_0054_004	CRSP2	Cremona, Crema, Trescore Cremasco
RD_IT_0054_001	CRSP4	Rivolta D'adda
RD_IT_0054_026	CRSP4	Rivolta D'adda
RD_IT_0054_005	CRSP35	Palazzo Pignano, Pandino, Trescore Cremasco
RD_IT_0054_006	CRSP64	Ricengo, Pianengo

<b>Identificativo</b>	<b>Strada</b>	<b>Comuni interessati</b>
RD_IT_0054_007	CRSP80	Capralba, Pianengo, Trescore Cremasco, Casaletto Vaprio, Campagnola Cremasca
RD_IT_0054_080	CRSP83	Persico Dosimo, Gadesco Pieve Delmona, Grontardo
RD_IT_0054_075	CRSP84	Cappella Cantone, Soresina
RD_IT_0054_028	CRSP84	Soresina
RD_IT_0054_050	CRSP84	Genivolta, Soresina
RD_IT_0054_008	CRSP87	Bonemerse, Sospiro, Malagnino, Cremona
RD_IT_0054_051	CRSP89	Soresina
RD_IT_0054_064	CRSP89	Soresina
RD_IT_0054_044	CRSP90	Pandino
RD_IT_0054_069	CRSP90	Agnadello, Rivolta D'Adda
RD_IT_0054_033	CRSP90	Rivolta D'Adda
RD_IT_0054_010	CRSP91	Pandino, Spino D'Adda
RD_IT_0054_052	CRSPexSS45bis	Robecco D'Oglio
RD_IT_0054_027	CRSPexSS234	Crotta D'Adda, Spinadesco, Grumello Cremonese Ed Uniti, Acquanegra Cremonese, Sesto Ed Uniti, Cremona
RD_IT_0054_071	CRSPexSS235	Crema, Bagnolo Cremasco, Chieve
RD_IT_0054_047	CRSPexSS235	Crema
RD_IT_0054_038	CRSPexSS235	Soncino, Crema, Ticengo, Salvirola, Offanengo, Romanengo
RD_IT_0054_077	CRSPexSS415	Spino D'Adda
RD_IT_0054_082	CRSPexSS415	Spino D'Adda
RD_IT_0054_083	CRSPexSS415	Pandino, Dovera, Spino D'Adda
RD_IT_0054_081	CRSPexSS415	Palazzo Pignano, Vaiano Cremasco, Pandino, Dovera, Monte Cremasco
RD_IT_0054_080	CRSPexSS415	Vaiano Cremasco, Bagnolo Cremasco
RD_IT_0054_068	CRSPexSS415	Crema, Bagnolo Cremasco
RD_IT_0054_073	CRSPexSS415	Crema, Capergnanica
RD_IT_0054_036	CRSPexSS415	Madignano, Cappella Cantone, Crema, Castelleone
RD_IT_0054_037	CRSPexSS415	Cappella Cantone, Grumello Cremonese Ed Uniti, Acquanegra Cremonese, Sesto Ed Uniti, Cremona, Castelveverde
RD_IT_0054_017	CRSPexSS420	Casalmaggiore
RD_IT_0054_074	CRSPexSS472	Agnadello, Pandino
RD_IT_0054_063	CRSPexSS472	Pandino
RD_IT_0054_061	CRSPexSS472	Pandino, Dovera
RD_IT_0054_078	CRSPexSS472	Dovera
RD_IT_0054_079	CRSPexSS472	Dovera
RD_IT_0054_019	CRSPexSS498	Cremona, Castelveverde

## 4. CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA D'INDAGINE E RELATIVI RICETTORI

La Provincia di Cremona è costituita da 113 comuni per una superficie complessiva circa di 1'770 km<sup>2</sup> e 352'242 abitanti (ISTAT 2021).

Le sorgenti di rumore oggetto della mappatura acustica, ovvero le infrastrutture stradali di competenza provinciale caratterizzate da un flusso veicolare superiore a 3 milioni di veicoli, vanno a localizzarsi lungo tutto il territorio provinciale.

In termini di ricettori sensibili, ovvero scuole e strutture sanitarie presenti nell'intorno delle tratte stradali esaminate entro una distanza di 300 m dalla mezzzeria della carreggiata, sono presenti 25 complessi scolastici (Tabella 4-1) e 4 strutture sanitarie (Tabella 4-2).

**Tabella 4-1 Ricettori sensibili, scuole.**

Nome ricettore sensibile	Comune	Strada
Scuola dell'Infanzia (Cooperativa Sociale ONLUS)	Castelverde	CRSPexSS498
Scuola Primaria – Castelverde	Castelverde	CRSPexSS498
Scuola Primaria - A. Spini	Cremona	CRSP2
Scuola Infanzia – Cremona	Cremona	CRSP2
Scuola Materna "P. Accinasio"	Dovera	CRSPexSS472
Scuola Primaria - A. Barni	Dovera	CRSPexSS472
Scuola Secondaria di Primo Grado	Dovera	CRSPexSS472
Scuola Primaria - P. R. Giuliani	Madignano	CRSPexSS415
Scuola Infanzia – Montessori	Palazzo Pignano	CRSP35
Scuola Infanzia – Persichello	Persico Dosimo	CRSP83
Scuola Primaria - Dosimo	Persico Dosimo	CRSP83
Scuola Primaria - Leonardo da Vinci	Ricengo	CRSP64
Scuola Materna Fondazione Asilo Infantile	Rivolta D'Adda	CRSP4
Scuola Primaria - Robecco d'Oglio	Robecco D'Oglio	CRSPexSS45bis
Secondaria Primo Grado - Robecco d'Oglio	Robecco D'Oglio	CRSPexSS45bis
Scuola Infanzia - Robecco d'Oglio	Robecco D'Oglio	CRSPexSS45bis
Scuola Secondaria Primo Grado - Galileo Galilei	Romanengo	CRSPexSS235
Scuola Primaria - Fratelli De Brazzi	Romanengo	CRSPexSS235
Scuola Materna Iqbal Masih	Romanengo	CRSPexSS235
Scuola Materna e Elementare "Maria Immacolata"	Soresina	CRSP84
Secondaria Primo Grado – G. Bertesi	Soresina	CRSP89
Scuola Primaria – L. da Vinci	Soresina	CRSP89
Scuola Infanzia – Vertua	Soresina	CRSP84, CRSP89
Secondaria Primo Grado – A. Manzoni	Trescore Cremasco	CRSP35
Istituto comprensivo di Sospiro	Sospiro	CRSP87

**Tabella 4-2 Ricettori sensibili, strutture sanitarie.**

<b>Nome ricettore sensibile</b>	<b>Comune</b>	<b>Strada</b>
Casa di riposo Istituto Suore Adoratrici Casa Famiglia Spinelli	Rivolta D'Adda	CRSP90
Casa di riposo Vezzoli	Romanengo	CRSPexSS235
O.P.SS Redentore	Castelverde	CRSPexSS498
Casa di riposo- Robecco D'Oglio	Robecco D'Oglio	CRSPexSS45bis
Istituto Cremonesini Onlus	Pontevico (BS)	CRSPexSS45bis



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

### 5.1 Piano d'azione sul contenimento del rumore delle infrastrutture stradali provinciali

Il 24 giugno 2019 è stato approvato il Piano d'Azione sul contenimento del rumore delle infrastrutture stradali ai sensi del D.Lgs n.194 del 19 Agosto 2005 per la Provincia di Cremona. Il Piano di Azione, riguardante il quinquennio 2018-2023, è stato redatto dall'Amministrazione Provinciale di Cremona, ai sensi del D.Lgs. n. 194 del 19 agosto 2005, per le infrastrutture stradali aventi un traffico superiore a 3'000'000 di veicoli/anno gestite dalla Provincia stessa. Il Piano è stato stilato sulla base dei risultati della mappatura acustica inoltrata nella prima fase con nota prot. n. 49681 del 29.06.2017 e in versione definitiva con nota prot. n. 14871 del 27.02.2018. I risultati della mappatura hanno consentito di individuare le aree critiche dal punto di vista acustico e le situazioni da migliorare e di conseguenza le azioni più funzionali alla riduzione dell'impatto sonoro delle infrastrutture stradali, tradotte in 2 interventi infrastrutturali dettagliati qui nel seguito.

#### Circonvallazione di Dovera

L'intervento è consistito nella realizzazione di una circonvallazione esterna al centro abitato di Dovera, in variante all'attuale tracciato della S.P. CR ex S.S. n. 472 "Bergamina".

In relazione a tale intervento, è stato approvato il progetto di fattibilità tecnico/economica con delibera n. 66 del 14.03.2022.

A seguito della costruzione dell'opera precitata, si ritiene che possano essere ridotti i volumi di traffico e, quindi, le relative immissioni acustiche verso le aree circostanti della strada provinciale "Bergamina" (exSS472).

In riferimento al piano di azione del 2017, Si ritiene che la realizzazione della Circonvallazione di Dovera comporterà la risoluzione di situazioni critiche come riportato nella seguente tabella.

**Tabella 5-1 Aree critiche beneficate dalla realizzazione della Circonvallazione di Dovera.**

ID	Sorgente	Superficie (mq)	Numero di abitanti	LeqD	LeqN	Priorità
183	CRSPEXSS472	312443.67	304	70	64	ALTA
192	CRSPEXSS472	27170.51	11	70	66	MEDIO/ALTA
N. ABITANTI TOTALI			315			

Considerando l'intero asse della CREXSS472, si prevede che il numero di persone che trarranno beneficio dalla realizzazione dell'opera, in termini di esposizione a livelli di rumore superiori ai limiti, sarà pari a 315 persone.

Inoltre, per quanto riguarda i ricettori sensibili si ritiene che la realizzazione della Circonvallazione di Dovera comporterà la risoluzione delle situazioni critiche elencate in Tabella 5-2.

**Tabella 5-2 Ricettori sensibili beneficiati dalla realizzazione della Circonvallazione di Dovera.**

ID	Sorgente	Superficie (mq)	Recettore Sensibile	LeqD	LeqN	Priorità
RS2	CRSPEXSS472	17.295,02	Scuola elementare – Dovera	50		BASSA
RS3	CRSPEXSS472	12.450,21	Scuola materna – Dovera	50		BASSA

### Circonvallazione Sud di Soresina

L'intervento rappresenta la realizzazione di una circonvallazione esterna al centro abitato di Soresina, in variante all'attuale tracciato della S.P. n. 89 "Di Crema".

In relazione a tale intervento, sono stati avviati i lavori, ma gli stessi ad oggi risultano sospesi.

A seguito della costruzione dell'opera precitata, si ritiene che possano essere ridotti i volumi di traffico e, quindi, le relative immissioni acustiche verso le aree circostanti della strada provinciale CRSP89 "Di Crema".

In riferimento al piano di azione del 2017, si ritiene che la realizzazione della Circonvallazione Sud di Soresina comporterà la risoluzione delle seguenti situazioni critiche

**Tabella 5-3 Aree critiche beneficate dalla realizzazione della Circonvallazione Sud di Soresina.**

ID	Sorgente	Superficie (mq)	Numero di abitanti	LeqD	LeqN	Priorità
277	CRSP89	9868,05	1	62,8	53,8	BASSA
278	CRSP89	41488,99	78	65,0	55,7	MEDIO/BASSA
279	CRSP89	302981,46	567	65,3	56,0	ALTA
N. ABITANTI TOTALI (tutte le aree)			646			

Considerando l'asse CRSP89, si prevede che il numero di persone che trarranno beneficio dalla realizzazione dell'opera, in termini di esposizione a livelli di rumore superiori ai limiti, sarà di 646 persone.



## 6. METODO DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI

Si riporta di seguito la descrizione della procedura adottata per la redazione della mappatura acustica del 2022 della Provincia di Cremona.

### 6.1 I volumi di traffico

Le valutazioni sui flussi di traffico hanno permesso l'individuazione delle principali infrastrutture stradali rispetto alle quali sviluppare un procedimento di mappatura acustica. Le operazioni svolte per accertare le caratteristiche di tali infrastrutture ai fini di una loro rappresentazione come sorgente di rumore all'interno del modello di calcolo si compongono di tre diversi step: definizione e raccolta degli input necessari, elaborazione dei flussi di traffico e relative velocità, valutazione dei livelli sonori come dettagliato nel successivo par. 6.1.1.

#### 6.1.1. Dataset a disposizione

Sono state individuate, sulla base dei dati di traffico in possesso della Provincia di Cremona, le infrastrutture stradali caratterizzate da Traffico Medio Annuo superiore a 3 milioni di veicoli, soglia definita dalla normativa per identificare le infrastrutture stradali soggette a mappatura acustica.

Per ciascuna di queste infrastrutture stradali sono state stimate le caratteristiche emissive in termini di flussi di traffico orario e velocità di percorrenza a partire dalle rilevazioni disponibili lungo la tratta. Le misurazioni sono ottenute tramite strumentazione fissa e mobile, costituita da spire induttive che generano un campo magnetico. Il transito di veicoli genera variazioni nel campo magnetico, che vengono interpretate permettendo di stimare la lunghezza (<2, 2-5, 5-7,5, >7,5 m) del veicolo in transito.

Questi dati sono rilevati in una singola sezione per ogni infrastruttura stradale.

Per le strade non dotate di stazioni fisse o comunque delle quali non era disponibile il dato di velocità, si è assegnato un valore di velocità pari al limite massimo consentito sulla tratta stradale.

### 6.2 Simulazioni modellistiche effettuate

Per effettuare la mappatura acustica delle strade della Provincia di Cremona ci si è avvalsi del programma previsionale SoundPLAN ver. 8.0 commercializzato in Italia dalla Spectra s.r.l. per conto della Braunstein + Berndt GmbH.

La valutazione del clima acustico delle strade in esame è stata effettuata, in accordo al D. Lgs. n.194 del 19.08.2005, mediante la stima dei descrittori acustici  $L_{den}$  ed  $L_{night}$ ; questi sono stati impiegati per la definizione di due differenti tipologie di mappe acustiche nel seguito elencate:

- mappe di esposizione: con queste mappe si quantifica il numero di persone e di abitazioni interessate a determinati livelli di  $L_{den}$  ed  $L_{night}$ . Per la costruzione di queste mappe i livelli dei descrittori acustici sopracitati vengono calcolati in facciata agli edifici ed i risultati tipicamente vengono riportati in forma tabellare. Mediante queste mappe si valuta inoltre l'esposizione degli edifici sensibili alla rumorosità anche qualora a tali edifici non venga associata alcuna quota di popolazione.
- mappe di rumore: con queste mappe si descrive il clima acustico di una determinata area per mezzo dei descrittori  $L_{den}$  ed  $L_{night}$ . Per la costruzione di queste mappe i

livelli dei descrittori acustici sopracitati vengono calcolati su griglie di ricettori disposti in maniera regolare ad una prefissata altezza dal suolo. Il risultato di queste mappe è per così dire geometrico e viene rappresentato in apposite cartografie.

Anche a partire dalle mappe di rumore è possibile estrarre in ambiente GIS dati sull'esposizione della popolazione a determinati livelli di rumorosità, ma i risultati così ottenuti saranno certamente più imprecisi rispetto a quelli che si possono ottenere ponendo i ricettori direttamente in corrispondenza alle facciate degli edifici. Inoltre come verrà specificato nel seguito nel calcolo del rumore in facciata è richiesto di escludere la riflessione della facciata a cui è associato il ricettore; dato che questa richiesta non è operata nel calcolo delle mappe di rumore i valori ottenuti da quest'ultime anche a fronte di ricettori posti effettivamente nei pressi di una facciata possono discostarsi in maniera non trascurabile da quelli ottenuti in facciata. Dunque nella relazione corrente le mappe di rumore non sono state utilizzate al fine di calcolare l'esposizione della popolazione.

### **6.2.1. Dataset a disposizione**

Nel seguito sono brevemente descritte le basi cartografiche utilizzate per la definizione del dominio di calcolo e le specifiche a livello modellistico. Il software SoundPLAN utilizzato per effettuare la presente mappatura contiene un modulo denominato "Database Geografico", all'interno del quale possono essere importate le geometrie di tutti gli oggetti rilevanti per l'analisi e vi si potranno inoltre definire ulteriori attributi. Il "Database Geografico" è organizzato in blocchi logici; i vari oggetti importati nel software vengono associati a dei "Geo-files" che vengono a loro volta organizzati in "Situazioni", che altro non sono se non i vari scenari da simulare. Il "Geo-file" risulta dunque essere il modulo elementare dell'architettura del programma e può essere contemporaneamente associato a più "Situazioni". Le voci di seguito riportate sono appunto trattate all'interno del software SoundPLAN come "Geo-Files".

#### **Descrizione topografica del territorio**

Per ogni strada è stato importato all'interno del software un set di punti quotati misurati al suolo. Tali punti di elevazione sono stati reperiti dal database topografico (DBT) messo a disposizione sul geoportale di Regione Lombardia. I punti in questione sono compresi entro un buffer di 600 m dalle strade oggetto di indagine. A partire da questi punti all'interno di SoundPLAN si è ricostruito un "modello digitale del terreno" (DGM). Si noti che il buffer all'interno del quale sono stati considerati i punti quotati è più esteso dell'area di interesse descritta nei paragrafi precedenti, all'interno della quale saranno importati gli edifici e verranno posti i ricettori. Ciò è stato fatto per esser certi che la morfologia del terreno fosse ben rappresentata anche in prossimità dei margini dell'area di calcolo dove la ricostruzione di un "modello digitale del terreno" sarebbe stata impossibile importando solo punti quotati interni alla stessa area di calcolo.

#### **Edifici**

I dati di posizione, geometria e altezza degli edificati sono stati anch'essi reperiti dal database topografico (DBT) regionale e sono stati importati nel programma attraverso uno shapefile contenente tutte le informazioni riguardanti la geometria degli stessi. Gli edifici considerati sono quelli situati all'interno della zona di buffer di 300 m dalle strade selezionate. Per ogni strada questi edifici sono stati suddivisi in tre differenti "Geo-Files" a seconda che si tratti di edifici

residenziali, edifici non residenziali o edifici sensibili. Rientrano nella categoria degli edifici sensibili i presidi ospedalieri, le RSA, gli asili e le scuole di ogni grado.

A ciascun edificio residenziale prima dell'importazione in SoundPLAN è stata associata una data quota di abitanti ed abitazioni. Questa assegnazione è stata effettuata mediante un procedimento descritto all'interno nell'appendice A della relazione ARPA "4a fase di applicazione della direttiva 2002/49/CE (2022-2023): problemi aperti e novità rispetto alle precedenti tre fasi di applicazione". Per ogni sezione di censimento, la popolazione residente è distribuita sugli edifici residenziali appartenenti alla sezione una volta nota la densità volumetrica di popolazione. La popolazione residente in ogni edificio è calcolata come:

$$Pop_{edificio} = D_{V,sez} \cdot V_{edificio}$$

dove:

$Pop_{edificio}$ : popolazione ripartita nel singolo edificio

$D_{V,sez}$ : densità volumetrica di popolazione

$V_{edificio}$ : volume dell'edificio

Il termine  $D_{V,sez}$  viene ricavato mediante la procedura GIS a step, ripotata di seguito, ripresa ed integrata a partire dalla relazione ARPA sopra indicata:

1. Per la definizione della popolazione, sono stati utilizzati i dati del Censimento della Popolazione ISTAT del 2011 a livello di sezione censuaria e quelli a livello comunale del 2011 e 2021, per compiere una proporzione e ricavarne i valori di popolazione della sezione censuaria al 2021; la proporzione è la seguente:  
 $Pop_{sez\ ij,2011} \cdot Pop_{sez\ ij,2021} = Pop_{comune\ j,2011} \cdot Pop_{comune\ j,2021}$
2. Lo shapefile degli edifici è unito con lo shapefile delle sezioni ISTAT; questa operazione consente di attribuire a ciascun edificio la sezione censuaria di appartenenza;
3. Calcolo del volume ( $V_{edificio}$ ) di ogni edificio;
4. Raggruppamento degli edifici in base alla sezione di censimento di appartenenza; per ogni sezione di censimento: calcolo – tramite una somma – del volume complessivo di edificato in essa presente ( $V_{tot,sez}$ ) considerando i soli edifici residenziali.
5. Per ogni sezione di censimento è stata calcolata la densità volumetrica di popolazione  $D_{V,sez} = Pop_{sez}/V_{tot,sez}$
6. Calcolo della popolazione residente in ogni edificio  $Pop_{edificio}$  (si veda la formula in alto).

A partire dagli stessi dati censuari ed impiegando il medesimo procedimento è stata effettuata anche l'assegnazione ad ogni edificio residenziale di una quota di abitazioni. Per quanto riguarda gli edifici sensibili nell'ambito del presente lavoro, data l'arbitrarietà dell'operazione, non si è provveduto ad associarvi alcuna quota di abitanti ed abitazioni; ci si è tuttavia premurati di definire in maniera puntuale per ogni edificio quali fossero i livelli massimi di rumorosità assunti dai descrittori  $L_{den}$  ed  $L_{night}$ .

### Uso del suolo

Sono stati inoltre importati all'interno di SoundPLAN degli shapefile poligonali rappresentanti l'utilizzo del suolo all'interno della zona di buffer utilizzata come area di calcolo. A livello di uso

del suolo i dati sono stati reperiti dal DUSAF regionale e sono stati elaborati separando l'urbanizzato (tutti i valori con codice che iniziano per 1 tranne quelli della categoria 1.4) dal non urbanizzato (valori con codice 1.4, 2, 3, 4 e 5).

### **6.2.2. Specifiche sul modello numerico di propagazione del suono adottato**

All'interno del software SoundPLAN sono implementati 12 differenti standard europei per il calcolo del rumore dovuto al traffico autoveicolare. In Italia non esiste ancora un metodo di calcolo standardizzato nazionale e conseguentemente il metodo scelto è stato quello indicato nell'Allegato II della direttiva 2002/49/CE sostituito dalla direttiva (UE) 2015/996, recepita in Italia con il D. Lgs. 42/2017.

Il citato allegato introduce i nuovi metodi di determinazione del rumore CNOSSOS-EU (Common NOise aSSessment methOdS for road traffic, railway traffic, aircraft and industrial noise) sviluppato nel periodo 2009-2012 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. Tale metodo di calcolo è consigliato per la determinazione dei descrittori acustici  $L_{den}$  ed  $L_{night}$  relativi al traffico veicolare e rivolto agli Stati membri che non dispongono di un metodo nazionale di calcolo o per quelli che desiderano cambiare il metodo di calcolo.

Di seguito una breve descrizione delle caratteristiche delle modalità di calcolo degli input del modello.

#### **Modalità di calcolo di assorbimento e riflessione da parte degli edifici**

Per quanto riguarda il coefficiente di assorbimento  $a_r$  sulle facciate degli edifici, questo è definito in SoundPLAN in maniera indiretta, per mezzo del termine "perdite per riflessione".

Le perdite per riflessione descrivono la perdita in energia che avviene ad ogni riflessione dell'onda sonora sulle pareti dell'edificio. L'intensità di questa riflessione dipende dal materiale costituente la parete, dall'angolo d'impatto, dalla frequenza e dalle dimensioni della parete stessa. A pareti standard viene assegnato un valore di "perdite per riflessione" pari ad 1 dB. Per compensare la dipendenza in frequenza del fenomeno di riflessione, il codice di calcolo riduce del 10% le perdite ai successivi ordini di riflessione.

La scelta modellistica è stata di inserire, per tutti gli edifici, il valore di perdita per riflessione uguale a 1 dB che corrisponde a un coefficiente di assorbimento  $a_r$  pari a 0,2 in accordo con quanto riportato nelle "Good Practice Guide for Strategic noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise exposure Version 2".

#### **Modalità di calcolo delle immissioni rumorose dovute alle infrastrutture stradali**

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 6-1 e Figura 6-2 sono riportati rispettivamente la relazione tra rumore di rotolamento e velocità e rumore di propulsione e velocità.

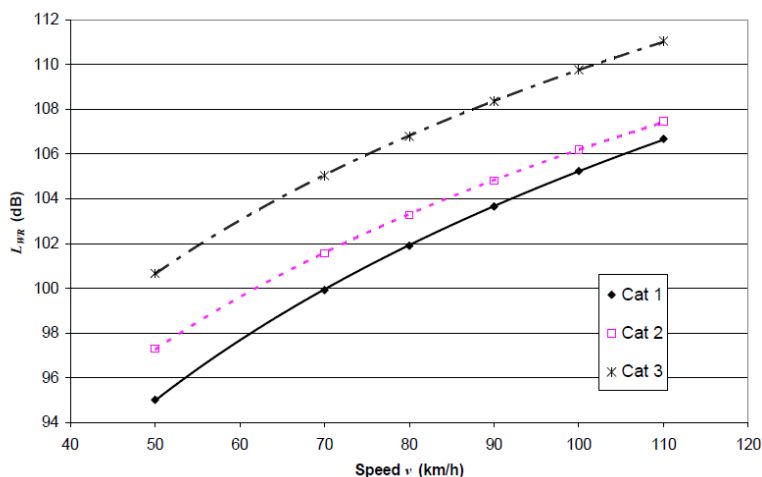


Figura 6-1 Relazione tra il rumore di rotolamento (dB) e la velocità media (km/h) per categoria di veicolo.

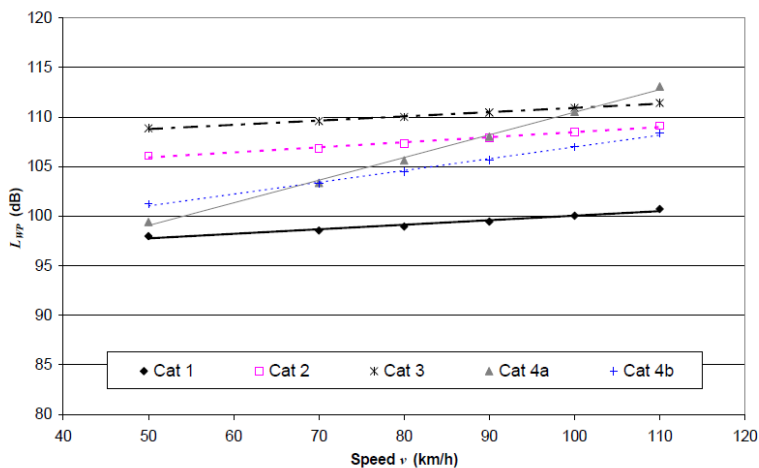


Figura 6-2 Relazione tra il rumore di propulsione (dB) e la velocità media (km/h) per categoria di veicolo.

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)

### Effetti del terreno

Le proprietà di assorbimento acustico del suolo sono legate soprattutto alla sua porosità. Un suolo compatto è generalmente riflettente, mentre un suolo poroso è assorbente. L'assorbimento acustico del suolo viene modellato a partire da un singolo coefficiente adimensionale  $G$  noto come "fattore di assorbimento del terreno" (termine indipendente dalla frequenza). Il fattore di assorbimento del terreno  $G$  è definito come segue:

- $G = 0$  per terreni duri e riflettenti come asfalto e acqua;
- $G = 1$  per terreni soffici come terreni agricoli e prati;
- $0 < G < 1$  per le situazioni intermedie.

Per quanto riguarda il presente lavoro il fattore di assorbimento del terreno è stato definito su tutta l'area di calcolo (sulla base dell'uso del suolo estratto dalla cartografia DUSAF) per mezzo di un approccio piuttosto semplificato; si è adottando cioè un fattore di assorbimento  $G = 0$  per il suolo urbano e per gli specchi d'acqua, mentre per tutte le rimanenti superfici agroforestali è stato adottato un fattore di assorbimento  $G = 1$ .

### Ricevitori in facciata

La valutazione del rumore incidente sulle facciate degli edifici residenziali e degli edifici sensibili è stata condotta in accordo alla direttiva europea che suggerisce per la disposizione dei ricettori in facciata di fare riferimento allo standard tedesco VBEB. Considerata la pianta poligonale di un edificio i ricettori saranno distribuiti lungo il suo perimetro secondo le seguenti regole:

- I segmenti di lunghezza superiori a 5 m sono suddivisi in intervalli regolari della massima lunghezza possibile (ma comunque non superiore ai 5 m). I punti ricettori sono posti nel mezzo di ciascun intervallo regolare
- I segmenti rimanenti di lunghezza superiore a 2,5 m sono rappresentati da un punto ricettore posto al centro di ogni segmento.
- I segmenti rimanenti, se sono adiacenti e di lunghezza totale superiore a 5 m sono trattati come oggetti polilinea con modalità simili a quelle del primo punto.

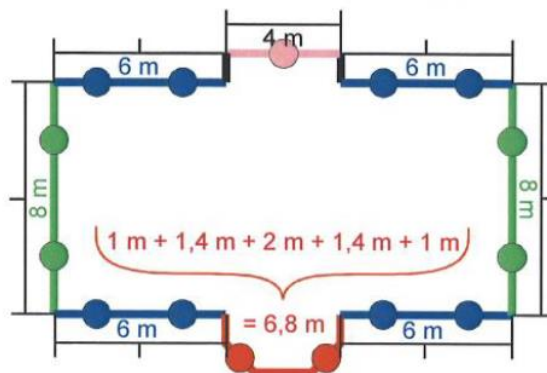


Figura 6-3 Esempio di applicazione dello standard VBEB ad un edificio

I ricevitori una volta spazati secondo lo standard ora indicato su ogni piano sono stati posti ad un metro dalla facciata secondo quanto riportato nella relazione ARPA "4a fase di applicazione della direttiva 2002/49/CE (2022-2023): problemi aperti e novità rispetto alle precedenti tre fasi di applicazione". Il software SoundPLAN consente per tali ricettori il calcolo dei descrittori  $L_{den}$

ed  $L_{night}$  escludendo la riflessione della facciata a cui il ricettore è associato come richiesto come richiesto dal D. Lgs. n. 194 del 19.08.2005.

### Griglia di calcolo

La griglia di calcolo, utilizzata per l'ottenimento delle mappe di rumore, è stata definita come una maglia quadrata di lato 5 metri posta ad un'altezza dal suolo pari a 4 metri; all'interno di ciascun centroide della maglia è posto un ricevitore a meno che questo non cada all'interno del volume di un edificio. La dimensione della maglia è stata ritenuta un buon compromesso tra i tempi di calcolo e l'accuratezza dei risultati; inoltre si riesce così a descrivere con una certa accuratezza il clima acustico all'interno dei contesti urbani dove le dimensioni caratteristiche degli elementi architettonici hanno un ordine di grandezza confrontabile con la dimensione della maglia. All'interno di SoundPlan il calcolo dei descrittori  $L_{den}$  ed  $L_{night}$  è stato in prima battuta effettuato in riferimento ad una sotto-griglia di  $9 \times 9$  ricevitori. Per ogni blocco di questa sotto-griglia i valori dei descrittori sono stati calcolati ai vertici ed al centro, se le quattro condizioni di seguito elencate sono verificate:

- i quattro vertici del blocco devono essere contenuti all'interno dell'area di calcolo.
- il livello che caratterizza il ricevitore centrale deve essere compreso tra il minimo ed il massimo livello trovato sui vertici.
- tra i livelli dei vertici e del centro non vi deve essere una differenza superiore ai 10  $dB$ .
- interpolando i livelli ricavati nelle due coppie di vertici opposti i risultati non possono differire dal valore calcolato al centro per più di 0,15  $dB$ .

Per le mappature delle infrastrutture stradali la procedura ora descritta consente di snellire i tempi di calcolo senza inficiare l'accuratezza della soluzione.

SoundPLAN è in grado mediante ulteriori interpolazioni geometriche di estrarre le curve isolivello richieste dalla Direttiva. In particolare, si prevede che le curve isolivello da considerare siano per il parametro  $L_{den}$  quelle relative ai valori di 55, 60, 65, 70, 75  $dB$ , mentre siano per il parametro  $L_{night}$  quelle relative ai valori di 50, 55, 60, 65, 70  $dB$ .



## 7. STIMA DEI RESIDENTI, DEGLI EDIFICI ESPOSTI A LIVELLI SONORI IN FASCE STABILITE E RICETTORI SENSIBILI

Il modello utilizzato (SoundPlan 8.0) ha consentito di calcolare gli isolivelli sonori relativi ai diversi indicatori ambientali  $L_{den}$ ,  $L_{night}$ , in conformità sia a quanto richiesto dal D.Lgs n. 194 del 19.08.2005, sia a quanto suggerito dalle relative specifiche disposte dalla Regione Lombardia. Il calcolo si è esteso ad una fascia di territorio di 300 metri dalla mezzeria della strada. I risultati del calcolo sono riportati in *shapefile* e predisposti per l'ulteriore elaborazione in ambiente GIS. Al fine di valutare l'entità dell'esposizione al rumore da parte della popolazione, è stato simulato un recettore sulla facciata di ciascun edificio presente all'interno della fascia di valutazione delle infrastrutture stradali e all'edificio è stato associato il valore di rumorosità della facciata più esposta.

Sulla base dei risultati ottenuti con il calcolo previsionale è stato possibile svolgere le seguenti ulteriori elaborazioni:

- Calcolo della popolazione esposta alle diverse classi acustiche con ampiezza di 5 dB(A) rispetto agli indicatori ambientali  $L_{den}$  ed  $L_{night}$ ;
- Valutazione del numero di ricettori sensibili presenti all'interno delle diverse fasce acustiche;

Al fine di evidenziare in modo sintetico i diversi risultati ottenuti dal calcolo e successive elaborazioni si riportano, i seguenti dati:

- Entità della popolazione esposta all'interno delle diverse fasce acustiche;
- Numero delle abitazioni esposte alle diverse fasce acustiche.

**Tabella 7-1 Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore; CRSP4.**

	Intervalli	Popolazione esposta	Edifici abitativi	Scuole	Ospedali	Asili	Case di riposo
$L_{den}$	55 - 60	189	73	0	0	0	0
	60 - 65	79	30	0	0	0	0
	65 - 70	57	24	0	0	0	0
	70 - 75	27	11	0	0	0	0
	> 75	7	3	0	0	0	0
$L_{night}$	50 - 55	115	43	0	0	0	0
	55 - 60	67	27	0	0	0	0
	60 - 65	24	10	0	0	0	0
	65 - 70	14	6	0	0	0	0
	> 70	0	0	0	0	0	0

**Tabella 7-2 Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore: CRSP2.**

Intervalli		Popolazione esposta	Edifici abitativi	Scuole	Ospedali	Asili	Case di riposo
L <sub>den</sub>	55 - 60	128	51	0	0	0	0
	60 - 65	111	44	0	0	0	0
	65 - 70	181	72	0	0	0	0
	70 - 75	60	24	0	0	0	0
	> 75	77	31	0	0	0	0
L <sub>night</sub>	50 - 55	97	39	0	0	0	0
	55 - 60	191	76	0	0	0	0
	60 - 65	81	33	0	0	0	0
	65 - 70	67	27	0	0	0	0
	> 70	16	7	0	0	0	0

**Tabella 7-3 Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore: CRSP35.**

Intervalli		Popolazione esposta	Edifici abitativi	Scuole	Ospedali	Asili	Case di riposo
L <sub>den</sub>	55 - 60	238	96	0	0	0	0
	60 - 65	215	85	0	0	0	0
	65 - 70	239	95	0	0	0	0
	70 - 75	70	29	0	0	0	0
	> 75	0	0	0	0	0	0
L <sub>night</sub>	50 - 55	218	87	0	0	0	0
	55 - 60	224	88	0	0	0	0
	60 - 65	144	59	0	0	0	0
	65 - 70	0	0	0	0	0	0
	> 70	0	0	0	0	0	0

**Tabella 7-4 Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore: CRSP64.**

Intervalli		Popolazione esposta	Edifici abitativi	Scuole	Ospedali	Asili	Case di riposo
L <sub>den</sub>	55 - 60	78	27	0	0	0	0
	60 - 65	52	18	0	0	0	0
	65 - 70	34	12	0	0	0	0
	70 - 75	5	2	0	0	0	0
	> 75	0	0	0	0	0	0
L <sub>night</sub>	50 - 55	63	22	0	0	0	0
	55 - 60	26	10	0	0	0	0
	60 - 65	17	6	0	0	0	0
	65 - 70	0	0	0	0	0	0
	> 70	0	0	0	0	0	0

**Tabella 7-5 Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore: CRSP80.**

Intervalli		Popolazione esposta	Edifici abitativi	Scuole	Ospedali	Asili	Case di riposo
L <sub>den</sub>	55 - 60	72	29	0	0	0	0
	60 - 65	18	7	0	0	0	0
	65 - 70	7	3	0	0	0	0
	70 - 75	0	0	0	0	0	0
	> 75	0	0	0	0	0	0
L <sub>night</sub>	50 - 55	23	9	0	0	0	0
	55 - 60	8	3	0	0	0	0
	60 - 65	6	2	0	0	0	0
	65 - 70	0	0	0	0	0	0
	> 70	0	0	0	0	0	0

**Tabella 7-6 Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore: CRSP83.**

Intervalli		Popolazione esposta	Edifici abitativi	Scuole	Ospedali	Asili	Case di riposo
L <sub>den</sub>	55 - 60	402	168	0	0	0	0
	60 - 65	303	124	0	0	0	0
	65 - 70	295	122	1	0	0	0
	70 - 75	275	114	0	0	1	0
	> 75	65	27	0	0	0	0
L <sub>night</sub>	50 - 55	316	128	0	0	0	0
	55 - 60	255	106	0	0	0	0
	60 - 65	326	134	1	0	1	0
	65 - 70	102	42	0	0	0	0
	> 70	0	0	0	0	0	0

**Tabella 7-7 Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore: CRSP84.**

Intervalli		Popolazione esposta	Edifici abitativi	Scuole	Ospedali	Asili	Case di riposo
L <sub>den</sub>	55 - 60	245	102	0	0	0	0
	60 - 65	235	98	0	0	0	0
	65 - 70	252	105	0	0	0	0
	70 - 75	77	33	0	0	0	0
	> 75	48	20	0	0	0	0
L <sub>night</sub>	50 - 55	221	92	0	0	0	0
	55 - 60	259	107	0	0	0	0
	60 - 65	112	47	0	0	0	0
	65 - 70	66	28	0	0	0	0
	> 70	0	0	0	0	0	0

**Tabella 7-8 Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore: CRSP87.**

Intervalli		Popolazione esposta	Edifici abitativi	Scuole	Ospedali	Asili	Case di riposo
L <sub>den</sub>	55 - 60	126	55	0	0	0	0
	60 - 65	101	44	0	0	0	0
	65 - 70	113	50	0	0	0	0
	70 - 75	163	71	0	0	0	0
	> 75	10	5	0	0	0	0
L <sub>night</sub>	50 - 55	91	40	0	0	0	0
	55 - 60	111	48	0	0	0	0
	60 - 65	180	79	0	0	0	0
	65 - 70	25	11	0	0	0	0
	> 70	0	0	0	0	0	0

**Tabella 7-9 Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore: CRSP89.**

Intervalli		Popolazione esposta	Edifici abitativi	Scuole	Ospedali	Asili	Case di riposo
L <sub>den</sub>	55 - 60	304	131	0	0	0	0
	60 - 65	291	127	0	0	0	0
	65 - 70	337	144	0	0	0	0
	70 - 75	233	101	0	0	0	0
	> 75	0	0	0	0	0	0
L <sub>night</sub>	50 - 55	291	126	0	0	0	0
	55 - 60	279	119	0	0	0	0
	60 - 65	336	146	0	0	0	0
	65 - 70	1	1	0	0	0	0
	> 70	0	0	0	0	0	0

**Tabella 7-10 Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore: CRSP90.**

Intervalli		Popolazione esposta	Edifici abitativi	Scuole	Ospedali	Asili	Case di riposo
L <sub>den</sub>	55 - 60	174	66	0	0	0	1
	60 - 65	79	29	0	0	0	0
	65 - 70	58	19	0	0	0	0
	70 - 75	0	0	0	0	0	0
	> 75	0	0	0	0	0	0
L <sub>night</sub>	50 - 55	106	38	0	0	0	0
	55 - 60	64	22	0	0	0	0
	60 - 65	0	0	0	0	0	0
	65 - 70	0	0	0	0	0	0
	> 70	0	0	0	0	0	0

**Tabella 7-11 Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore: CRSP91.**

Intervalli		Popolazione esposta	Edifici abitativi	Scuole	Ospedali	Asili	Case di riposo
L <sub>den</sub>	55 - 60	365	147	0	0	0	0
	60 - 65	237	96	0	0	0	0
	65 - 70	159	64	0	0	0	0
	70 - 75	130	52	0	0	0	0
	> 75	67	27	0	0	0	0
L <sub>night</sub>	50 - 55	249	100	0	0	0	0
	55 - 60	196	79	0	0	0	0
	60 - 65	123	50	0	0	0	0
	65 - 70	81	33	0	0	0	0
	> 70	15	6	0	0	0	0

**Tabella 7-12 Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore: CRSPexSS45bis.**

Intervalli		Popolazione esposta	Edifici abitativi	Scuole	Ospedali	Asili	Case di riposo
L <sub>den</sub>	55 - 60	171	67	0	0	0	1
	60 - 65	129	49	0	0	1	0
	65 - 70	74	30	0	0	0	0
	70 - 75	122	47	0	0	0	0
	> 75	55	22	0	0	0	0
L <sub>night</sub>	50 - 55	157	59	0	0	1	0
	55 - 60	75	30	0	0	0	0
	60 - 65	130	51	0	0	0	0
	65 - 70	63	25	0	0	0	0
	> 70	3	1	0	0	0	0

**Tabella 7-13 Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore: CRSPexSS234.**

Intervalli		Popolazione esposta	Edifici abitativi	Scuole	Ospedali	Asili	Case di riposo
L <sub>den</sub>	55 - 60	54	24	0	0	0	0
	60 - 65	65	28	0	0	0	0
	65 - 70	16	7	0	0	0	0
	70 - 75	63	27	0	0	0	0
	> 75	18	8	0	0	0	0
L <sub>night</sub>	50 - 55	59	25	0	0	0	0
	55 - 60	28	13	0	0	0	0
	60 - 65	43	18	0	0	0	0
	65 - 70	39	17	0	0	0	0
	> 70	1	1	0	0	0	0

**Tabella 7-14 Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore: CRSPexSS235.**

Intervalli		Popolazione esposta	Edifici abitativi	Scuole	Ospedali	Asili	Case di riposo
L <sub>den</sub>	55 - 60	531	211	0	0	0	0
	60 - 65	306	123	0	0	0	0
	65 - 70	500	195	0	0	0	0
	70 - 75	251	101	0	0	0	0
	> 75	28	11	0	0	0	0
L <sub>night</sub>	50 - 55	332	133	0	0	0	0
	55 - 60	514	202	0	0	0	0
	60 - 65	282	113	0	0	0	0
	65 - 70	37	15	0	0	0	0
	> 70	0	0	0	0	0	0

**Tabella 7-15 Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore: CRSPexSS415.**

Intervalli		Popolazione esposta	Edifici abitativi	Scuole	Ospedali	Asili	Case di riposo
L <sub>den</sub>	55 - 60	958	381	0	0	0	0
	60 - 65	577	230	0	0	0	0
	65 - 70	332	131	0	0	0	0
	70 - 75	222	86	0	0	0	0
	> 75	32	12	0	0	0	0
L <sub>night</sub>	50 - 55	606	243	0	0	0	0
	55 - 60	402	159	0	0	0	0
	60 - 65	231	90	0	0	0	0
	65 - 70	50	19	0	0	0	0
	> 70	0	0	0	0	0	0

**Tabella 7-16 Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore: CRSPexSS420.**

Intervalli		Popolazione esposta	Edifici abitativi	Scuole	Ospedali	Asili	Case di riposo
L <sub>den</sub>	55 - 60	31	12	0	0	0	0
	60 - 65	15	8	0	0	0	0
	65 - 70	4	2	0	0	0	0
	70 - 75	0	0	0	0	0	0
	> 75	0	0	0	0	0	0
L <sub>night</sub>	50 - 55	5	2	0	0	0	0
	55 - 60	12	6	0	0	0	0
	60 - 65	2	1	0	0	0	0
	65 - 70	0	0	0	0	0	0
	> 70	0	0	0	0	0	0

**Tabella 7-17 Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore: CRSPexSS472.**

Intervalli		Popolazione esposta	Edifici abitativi	Scuole	Ospedali	Asili	Case di riposo
L <sub>den</sub>	55 - 60	387	153	1	0	1	0
	60 - 65	307	122	0	0	0	0
	65 - 70	290	113	0	0	0	0
	70 - 75	321	127	1	0	0	0
	> 75	116	47	0	0	0	0
L <sub>night</sub>	50 - 55	320	126	0	0	0	0
	55 - 60	296	116	0	0	0	0
	60 - 65	355	140	1	0	0	0
	65 - 70	132	53	0	0	0	0
	> 70	6	2	0	0	0	0

**Tabella 7-18 Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore: CRSPexSS498.**

Intervalli		Popolazione esposta	Edifici abitativi	Scuole	Ospedali	Asili	Case di riposo
L <sub>den</sub>	55 - 60	187	69	0	0	1	1
	60 - 65	116	40	0	0	1	0
	65 - 70	274	87	0	0	0	0
	70 - 75	71	29	0	0	0	0
	> 75	11	3	0	0	0	0
L <sub>night</sub>	50 - 55	122	42	0	0	1	1
	55 - 60	259	82	0	0	0	0
	60 - 65	100	39	0	0	0	0
	65 - 70	17	5	0	0	0	0
	> 70	0	0	0	0	0	0

Per quanto riguarda i ricettori sensibili, nella tabella seguente sono riportati i ricettori che presentano superamenti rispetto al limite imposto dalla normativa italiana.

**Tabella 7-19 Ricettori sensibili che superano i limiti di legge italiani.**

Nome ricettore	Comune	Strada	Max L <sub>den</sub>	Max L <sub>night</sub>
Scuola dell'Infanzia (Cooperativa Sociale ONLUS)	Castelverde	CRSPexSS498	61.5	52.6
Scuola Primaria – Castelverde	Castelverde	CRSPexSS498	46.5	37.7
Scuola Primaria - A. Spini	Cremosano	CRSP2	45.9	37.1
Scuola Infanzia – Cremosano	Cremosano	CRSP2	48	39.2
Scuola Materna "P. Accinasio"	Dovera	CRSPexSS472	58.6	49.5
Scuola Primaria - A. Barni	Dovera	CRSPexSS472	71.4	62.5
Scuola Secondaria di Primo Grado	Dovera	CRSPexSS472	58.2	49.1
Scuola Primaria - P. R. Giuliani	Madignano	CRSPexSS415	49.6	40.6
Scuola Infanzia – Montessori	Palazzo Pignano	CRSP35	46.8	38.3
Scuola Infanzia – Persichello	Persico Dosimo	CRSP83	71.2	62.2
Scuola Primaria – Dosimo	Persico Dosimo	CRSP83	69.6	60.5

<b>Nome ricettore</b>	<b>Comune</b>	<b>Strada</b>	<b>Max L<sub>den</sub></b>	<b>Max L<sub>night</sub></b>
Scuola Primaria - Leonardo da Vinci	Ricengo	CRSP64	43.8	35.4
Scuola Materna Fondazione Asilo Infantile	Rivolta D'Adda	CRSP4	45.5	39.4
Scuola Secondaria Primo Grado - Robecco d'Oglio	Robecco D'Oglio	CRSPexSS45bis	52.8	43.8
Scuola Infanzia - Robecco d'Oglio	Robecco D'Oglio	CRSPexSS45bis	60.4	51.4
Scuola Secondaria Primo Grado - Galileo Galilei	Romanengo	CRSPexSS235	44.6	36.1
Scuola Primaria - Fratelli De Brazzi	Romanengo	CRSPexSS235	45.5	36.8
Scuola Materna Iqbal Masih	Romanengo	CRSPexSS235	48.2	39.5
Scuola Materna e Elementare "Maria Immacolata"	Soresina	CRSP84	40.5	31.9
Secondaria Primo Grado - G. Bertesi	Soresina	CRSP89	41.2	32.2
Scuola Primaria - L. da Vinci	Soresina	CRSP89	45.3	36.5
Scuola Infanzia – Vertua	Soresina	CRSP84, CRSP89	43.9	35.1
Scuola Secondaria Primo Grado - A. Manzoni	Trescore Cremasco	CRSP35	48	39.5
Istituto comprensivo di Sospiro	Sospiro	CRSP87	46.3	37.2
Casa di riposo Istituto Suore Adoratrici Casa Famiglia Spinelli	Rivolta D'Adda	CRSP90	58	49.2
Casa di riposo Vezzoli	Romanengo	CRSPexSS235	49.8	41
O.P.SS Redentore	Castelverde	CRSPexSS498	59.6	50.7
Casa di riposo – Robecco d'Oglio	Robecco D'Oglio	CRSPexSS45bis	40.8	32
Istituto Cremonesini Onlus	Pontevico	CRSPexSS45bis	56.9	47.9



## 8. SINTESI DEI RISULTATI

La rappresentazione dei diversi scenari acustici e il confronto con i limiti previsti dalla vigente normativa ha consentito di evidenziare le situazioni di maggiore criticità in relazione all'impatto acustico da traffico, relativamente alle infrastrutture stradali provinciali sulle quali insiste un traffico veicolare superiore a 3 milioni di veicoli/anno, che sono stato l'oggetto di questa mappatura acustica.

Rimandando alle rappresentazioni cartografiche e alla banca dati prodotta per un quadro più puntuale degli esiti del lavoro, come considerazione di carattere generale è significativo rilevare che, per tutte le strade oggetto di mappatura, le fasce di territorio interessate da condizioni di criticità acustica si estendono per circa 50 metri a partire dal bordo strada; in tali aree critiche sono generalmente coinvolti soltanto i primi edifici prospettanti sulla strada.

Relativamente ai bersagli sensibili, si manifestano alcune situazioni in cui i livelli sonori risultano molto elevati (si veda la Tabella 7-19).

Le brevi considerazioni espresse su alcuni elementi di criticità evidenziano la necessità di predisporre dedicati piani d'azione, modulati sulle specifiche esigenze locali ed in continuità alle attività già in essere sul territorio in coerenza a quanto previsto dal D.Lgs 194/2005. Viene di seguito riportato un elenco non esaustivo dei possibili interventi mitigativi sulle diverse aree del territorio comunale:

- Interventi gestionali sulla viabilità in ambito comunale;
- Adeguata manutenzione del fondo stradale al fine di evitare immissioni sonore aggiuntive determinate dalla presenza di buche e pavimentazioni sconnesse;
- Progettazione di nuove rotatorie per una maggiore fluidificazione del traffico e costruzione di dedicati dissuasori di velocità al fine di minimizzare le immissioni rumorose alla sorgente;
- Valutare l'utilizzo di pavimentazioni fonoassorbenti per i tratti di strada a scorrimento veloce all'esterno delle aree urbane.
- Programmi di intervento su strutture scolastiche per il miglioramento dei requisiti acustici passivi degli edifici più esposti al rumore da traffico.

Con il presente lavoro ci si è posti l'obiettivo di rispondere, il più esaurientemente possibile in relazione alla scala di indagine e ai dati a disposizione, alle richieste pervenute dalla Regione in ottemperanza a quanto previsto dal D.Lgs n. 194 del 19 agosto 2005; in attesa di un riscontro tecnico da parte degli organi regionali competenti, si segnala la disponibilità ad eventuali incontri esplicativi e di approfondimento dell'intero lavoro svolto, anche in relazione alla necessità di definire in modo puntuale i piani di azione attraverso le opportune condivisioni tra i soggetti cointeressati, alle diverse scale istituzionali e progettuali, ad introdurre elementi di qualificazione del rapporto tra mobilità e territorio.

## 9. MATERIALE TRASMESSO

In accordo con gli standard ministeriali di restituzione, i dati calcolati sono stati elaborati per la produzione di dati statistici relativi alla compilazione dei Data Flows e dei Reporting Mechanism previsti dalla Direttiva 2002/49/CE. I dati relativi ad ogni infrastruttura viaria (identificata secondo lo schema ministeriale) sono restituiti secondo i criteri di nomenclatura che prevedono che ogni asse abbia una sua codifica specifica che nel caso delle infrastrutture stradali deve comprendere:

- RD: infrastruttura stradale (road);
- IT: codifica dello stato membro;
- codice identificativo numerico sequenziale univoco assegnato dal MITE al gestore dell'infrastruttura stradale;
- codice identificativo dell'infrastruttura stradale (numero progressivo che individua ciascun asse stradale);

Il codice gestore (CG) assegnato alla Provincia di Cremona come gestore dell'infrastruttura stradale è il seguente: 0054.

Codice Identificativo	Gestore
0054	Provincia di Cremona

Gestore	ID tratta stradale	ID Autorità competente mappatura	ID Autorità competente piani d'azione
Provincia di Cremona	RD_IT_0054_YYY	CA_IT_RD_0054	CA_IT_RD_0054

Di seguito il dettaglio degli strati informativi allegati che saranno trasmessi al Ministero nei formati richiesti nel Reporting Mechanism e messi a disposizione dalla Commissione europea tramite il portale Reportnet 3.0:

- La notifica degli assi principali su cui transitano più di 3'000'000 di veicoli all'anno secondo il modello DF1\_5 in formato GeoPackage;
- Le informazioni relative all'autorità competenti per le mappature, i piani d'azione e la raccolta dati secondo il modello DF2;
- I risultati della mappatura acustica, secondo quanto indicato nell'Allegato 6 del D. Lgs. 194/05, utilizzando i modelli del DF4\_8 in formato GeoPackage (Figura 9-1);
- I metadati per ciascuno strato vettoriale presente nei GeoPackage, compilati tramite l'utilizzo della piattaforma messa a disposizione dal MITE e ISPRA.

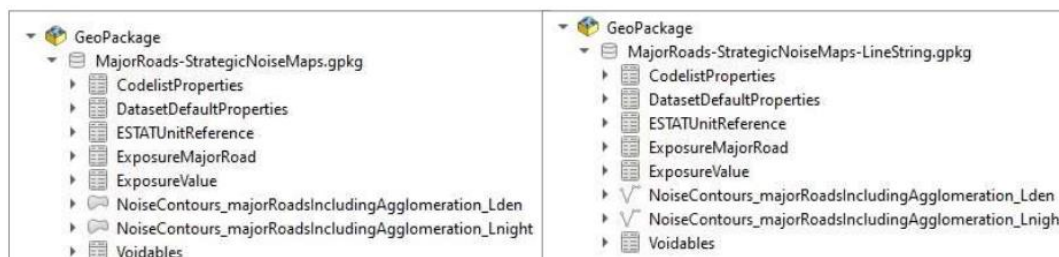


Figura 9-1 schemi dei modelli di dataset in formato Geopackage predisposti.

## 10. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

La sezione riporta i riferimenti bibliografici utilizzati per lo studio.

- MITE, Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore. Linee guida. 03-2022.
- MITE, 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). 03-2022
- Arpa Lombardia “4° fase di applicazione della direttiva 2002/49/CE (2022-2023): problemi aperti e novità rispetto alle precedenti tre fasi di applicazione”
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 (DPCM 14/11/1997) Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore.
- Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194 (D.Lgs. 194/2005) Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- Decreto Legislativo 17 febbraio 2017, n. 42 (D.Lgs. 42/2017) 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 Presidente della Repubblica 30 marzo 2004, n. 142 (D.P.R. 142/2004) Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447.
- Legge 26 ottobre 1995, n. 447. Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- AAVV, *Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and Production of Associated Data on Noise Exposure - Version 2 – 13.10.2007* European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise – WG-AEN, 2007
- Provincia di Cremona Settore Infrastrutture Stradali, *Piano d' azione delle strade provinciali su cui transitano più di 3.000.000 veicoli/anno. Aggiornamento 2018.*
- Stylianos Kephelopoulos, Marco Paviotti, Fabienne Anfosso-Lédée, *Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU)*, JRC REFERENCE REPORTS, 2012.