



Comune di Mantova

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

Relazione

Documento a cura di:



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

Giuseppe Maffeis, Walter Tiano (*Tecnico acustico competente*), Andrea Cherubini, Salvatore Greco, Bruno Gagliardi (*Tecnico acustico competente*), Antonio Riccio

Gruppo tecnico Comune
Gabriella Montanarini, Fabio Arvati

_Luglio 2013

1.	PREMESSA.....	3
2.	QUADRO CONOSCITIVO	4
	2.1 Descrizione delle sorgenti di rumore da prendere in considerazione ..	4
	2.2 Contesto normativo.....	6
	2.3 Limiti in vigore	7
	2.4 Valutazione del numero stimato di persone esposte al rumore	11
	2.5 Sintesi dei risultati della mappatura acustica	13
	2.6 Resoconto delle consultazioni pubbliche	14
	2.7 Indicazioni del Piano di Risanamento Acustico.....	14
3.	QUADRO PROGRAMMATICO	20
	3.1 Gli interventi effettuati negli ultimi 5 anni.....	20
	3.2 Gli interventi previsti	23
4.	L'APPROCCIO METODOLOGICO DEL PIANO DI AZIONE.....	24
	4.1 L'approccio strategico	24
	4.2 Tipicizzazione del contesto.....	25
	4.3 Definizione delle tipologie di interventi	28
5.	GLI INTENTI DEL PIANO DI AZIONE.....	34
	5.1 La prioritizzazione dei tratti stradali critici.....	34
	5.2 Analisi costi benefici	35
	5.3 Definizione delle azioni di piano.....	40
	5.4 Simulazione dei miglioramenti sugli esposti delle azioni di piano con il software SoundPlan	41
6.	DISPOSIZIONI PER LA VALUTAZIONE DELL'ATTUAZIONE E DEI RISULTATI DEL PIANO DI AZIONE: IL SISTEMA DI MONITORAGGIO	43

1. PREMESSA

Il presente documento da 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, che richiede entro il 18 luglio 2013 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 Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), 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 contempra i requisiti minimi previsti all'allegato 5.

Il presente documento segue le "Linea guida per la redazione delle relazioni descrittive allegare ai piani di azione, destinati a gestire problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti" redatte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in data 30/11/2012.

Il presente Piano di Azione costituisce il passaggio programmatico che discende dal quadro conoscitivo elaborato nel corso dell'anno 2012 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.

2. QUADRO CONOSCITIVO

2.1 Descrizione delle sorgenti di rumore da prendere in considerazione

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. N.194/2005. L'Autorità competente delle suddette infrastrutture è il Comune di Mantova.

Nello specifico, le strade sottoposte a mappatura acustica sono, nel Comune di Mantova, costituite da:

- Via Pitentino, per un tratto di lunghezza pari a 1,08 km
- Via Verona/Via Mulini, per un tratto di lunghezza pari a 1,18 km
- Via Legnago, per un tratto di lunghezza pari a 1,89 km
- Viale Piave, per un tratto di lunghezza pari a 0,38 km
- Piazzale di Porta Cerese, per un tratto di lunghezza pari a 0,17 km

con traffico superiore a 6 milioni di veicoli/anno mentre le strade con traffico inferiore sono:

- Via Cremona, per un tratto di lunghezza pari a 0,58 km
- Viale Mincio, per un tratto di lunghezza pari a 1,16 km
- Viale Repubblica/Viale Risorgimento, per un tratto di lunghezza pari a 1,09 km
- Viale Monte grappa/Viale Isonzo, per un tratto di lunghezza pari a 1,06 km

per un'estensione complessiva pari a 8,6 Km (vedi Figura 2-1).



Figura 2-1: Rappresentazione grafica delle strada analizzate nella mappatura acustica e quindi nel presente Piano di azione (in rosso le strade con traffico annuo maggiore di 6 milioni di veicoli anno, in blu quelle con traffico minore).

L'ambito territoriale coinvolto dalle analisi è costituito da un buffer stradale di 400 metri, ovvero una sezione dell'asse stradale di larghezza 200 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 seguenti recettori sensibili (Tabella 2-1).

Tabella 2-1 Recettori sensibili (in grassetto i recettori che superano i limiti di legge italiani)

Strada	Tipologia	Nome recettore sensibile	Classe rumore notte dB(A)	Classe rumore giorno dB(A)
Via Cremona	Sanità	Isabella D'Eeste -A. Bertolini I. D'Este ASPEF	<40	40-45
Via Cremona	Istruzione	Montessori	<40	40-45
Viale Mincio	Istruzione	E. Kelder	<40	45-50
Viale Mincio	Istruzione	Mon. Martini	<40	40-45
Viale Mincio	Sanità	Casa Pace	<40	40-45
Viale Mincio	Sanità	Centro Educativo Disabili	<40	45-50
Viale Mincio	Sanità	ASL Sportello unico	<40	50-55
Viale Mincio	Sanità	Istituto Mons. A. Mazzali	<40	45-50
Viale Mincio	Sanità	Palazzo del Mago e Arci Virgilio	<40	<40
Via Pitentino	Istruzione	Politecnico di Milano	<40	<40
Via Pitentino	Istruzione	Politecnico di MI e Univ. di Pavia	<40	50-55
Via Pitentino	Istruzione	Pomponazzo	40-45	50-55
Via Pitentino	Sanità	Centro Educativo Disabili	<40	45-50
Via Pitentino	Sanità	ASL Sportello unico	<40	50-55
Via Pitentino	Sanità	Istituto Mons. A. Mazzali	<40	45-50
Viale Risorgimento/Viale Repubblica	Istruzione	Liceo Scientifico Belfiore	50-55	65-70
Viale Risorgimento/Viale Repubblica	Sanità	Dipartimento di salute mentale	50-55	65-70
Viale Risorgimento/Viale Repubblica	Istruzione	Pitentino ist tec commerciale	<40	40-45
Viale Risorgimento/Viale Repubblica	Istruzione	C. D'Arco ist. tec geometri	<40	<40
Viale Risorgimento/Viale Repubblica	Istruzione	Pitentino Belfiore succursale	<40	40-45
Viale Risorgimento/Viale Repubblica	Istruzione	Charlie Chaplin	<40	40-45
Viale Risorgimento/Viale Repubblica	Istruzione	Bertazzolo	<40	45-50
Viale Risorgimento/Viale Repubblica	Istruzione	Ferrari	<40	40-45
Viale Piave	Istruzione	Bertazzolo	<40	45-50
Viale Piave	Sanità	Casa sereno soggiorno	<40	45-50
Viale Piave	Sanità	ASL - Psichiatria Infantile	45-50	60-65
Viale Piave	Istruzione	Conservatorio Campiani	<40	<40

Viale Isonzo/Viale Monte Grappa	Istruzione	Liceo Scientifico Belfiore	50-55	65-70
Viale Isonzo/Viale Monte Grappa	Sanità	Dipartimento di salute mentale	50-55	65-70
Via Verona/Via Mulini	Sanità	ASL Sportello unico	<40	50-55
Via Verona/Via Mulini	Sanità	Residenza sperimentale Cittadella	<40	40-45
Via Verona/Via Mulini	Istruzione	Tazzoli	50-55	60-65
Piazzale di Porta Cerese	Istruzione	A.Frank	<40	40-45
Piazzale di Porta Cerese	Istruzione	Don Mazzolari	<40	40-45

2.2 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** - "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** 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.

2.3 Limiti in vigore

Il DPCM del 14/11/1997 fissa i valori obiettivo di qualità da conseguire e i limiti massimi relativi al clima acustico in funzione del punto di misura ovvero:

- in prossimità della sorgente;
- in prossimità del recettore.

Si riportano di seguito le tabelle con i valori di riferimento:

Tabella B del DPCM del 14/11/1997: valori limite di emissione - Leq 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 - Leq 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 - Leq 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.

Dal punto di vista delle infrastrutture, nella Tabella 2-2 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 2-2: 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 nome CNR 1980 e direttive PUT)</small>	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole ¹ , ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
A - autostrada		100			70	60
	(fascia A)		50	40		
		150			65	55
	(fascia B)					
B - extraurbana principale		100			70	60
	(fascia A)		50	40		
		150			65	55
	(fascia B)					
C - extraurbana secondaria	Ca	100			70	60
	(strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	(fascia A)	50	40		
		150			85	55
		(fascia B)				
	Cb	100			70	60
	(tutte le altre strade extraurbane secondarie)	(fascia A)	50	40		
		50			65	55
		(fascia B)				
D - urbana di scorrimento	Da	100	50	40	70	80
	(strade a carreggiate separate e interquartiere)					
	Db	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				

¹ per le scuole vale il solo periodo diurno.

2.4 Valutazione del numero stimato di persone esposte al rumore

La valutazione del clima acustico, condotta attraverso una simulazione modellistica con il modello SoundPlan ver.6.5 che presenta al suo interno 12 standard europei di calcolo del rumore dovuto al traffico veicolare, ha permesso la stima dei seguenti descrittori del clima acustico:

L_{den}^2 è il descrittore acustico giorno-sera-notte usato per qualificare il disturbo legato all'esposizione al rumore - Direttiva 2002/49/CE;

L_{night}^3 è il descrittore acustico notturno relativo ai disturbi del sonno e relativo al periodo dalle ore 22 alle ore 6 - Direttiva 2002/49/CE;

Leq_{day} Livello equivalente diurno: valore medio energetico ottenuto sull'intero periodo diurno (dalle 06 alle 22), si misura all'esterno degli edifici;

Leq_{night} Livello equivalente notturno: valore medio energetico ottenuto sull'intero periodo notturno (dalle 22 alle 06), si misura all'esterno degli edifici.

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

- Fasce di pertinenza stradale per strade di tipo "Da" (strada urbana di scorrimento a carreggiate separate e interquartiere) di 100 m dal bordo della strada (Fascia 1)
- Mappe di zonizzazione acustica del Comune di Mantova.

Per i descrittori L_{den} e L_{night} è stata riportata la popolazione esposta alle diverse classi di rumore all'interno di un buffer di 200 metri dal centro della strada.

I descrittori Leq_{day} e Leq_{night} (capitolo 4) sono stati introdotti nel presente Piano di Azione e presentano valori di pressione acustica stimati dal modello che sono stati confrontati con i valori limite imposti dalla normativa vigente. Leq_{day} e Leq_{night} , infatti, permettono, a differenza dei descrittori L_{den} e L_{night} , la valutazione dei miglioramenti (espressi come numero di esposti ai superamenti) a seguito delle azioni intraprese. In questo modo è stato quindi possibile stimare, per ciascuna infrastruttura viaria, la popolazione che è soggetta ad un rumore superiore rispetto ai livelli normativi previsti dal piano di zonizzazione comunale.

² è il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato «A», determinato sull'insieme dei periodi giornalieri di un anno solare.

³ è il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato «A», definito alla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi notturni di un anno solare.

Da Tabella 2-3 a Tabella 2-11 sono riportati in maniera sintetica i risultati delle simulazioni modellistiche per ciascuno dei nove tratti stradali analizzati.

Tabella 2-3: Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore; Via Cremona.

Classe L _{den}	Popolazione	N. edifici	Classe L _{night}	Popolazione	N. edifici
55-60	215	17	50-55	168	13
61-65	71	7			
66-70	120	10			

Tabella 2-4: Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore; Viale Mincio.

Classe L _{den}	Popolazione	N. edifici	Classe L _{night}	Popolazione	N. edifici
55-60	187	18	50-55	463	10
61-65	358	6	56-60	188	17
66-70	310	22	61-65	45	3
71-75	15	5			
>75	41	1			

Tabella 2-5: Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore; Viale Pitentino.

Classe L _{den}	Popolazione	N. edifici	Classe L _{night}	Popolazione	N. edifici
55-60	275	32	50-55	147	14
61-65	118	15	56-60	80	15
66-70	199	21	61-65	260	30
71-75	68	15	66-70	28	6
>75	241	26			

Tabella 2-6: Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore; Viale Repubblica/Viale Risorgimento.

Classe L _{den}	Popolazione	N. edifici	Classe L _{night}	Popolazione	N. edifici
55-60	95	7	50-55	222	18
61-65	187	12	56-60	516	27
66-70	292	24			
71-75	446	21			

Tabella 2-7: Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore; Viale Piave.

Classe L _{den}	Popolazione	N. edifici	Classe L _{night}	Popolazione	N. edifici
55-60	276	33	50-55	103	8
61-65	97	12	56-60	152	19
66-70	108	9			
71-75	147	18			

Tabella 2-8: Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore; Viale Monte Grappa/Viale Isonzo.

Classe L _{den}	Popolazione	N. edifici	Classe L _{night}	Popolazione	N. edifici
55-60	274	12	50-55	25	4
61-65	36	5	56-60	13	2
66-70	31	5			

Tabella 2-9: Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore; Via Legnago.

Classe L _{den}	Popolazione	N. edifici	Classe L _{night}	Popolazione	N. edifici
55-60	111	7	50-55	453	14
61-65	453	14	56-60	104	15
66-70	104	15	61-65	24	6
71-75	24	6			

Tabella 2-10: Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore; Via Verona/Via Mulini.

Classe L _{den}	Popolazione	N. edifici	Classe L _{night}	Popolazione	N. edifici
55-60	296	24	50-55	153	14
61-65	83	11	56-60	50	15
66-70	142	18	61-65	218	27
71-75	128	27			
>75	127	8			

Tabella 2-11: Popolazione ed edifici esposti ai diversi livelli di rumore; Piazzale di Porta Cerese

Classe L _{den}	Popolazione	N. edifici	Classe L _{night}	Popolazione	N. edifici
55-60	131	4	50-55	51	7
61-65	69	7	56-60	113	11
66-70	72	11			
71-75	92	7			

2.5 Sintesi dei risultati della mappatura acustica

La rappresentazione dei diversi scenari acustici e il confronto con i limiti previsti dal quadro normativo in essere, elaborati all'interno della mappatura acustica per le infrastrutture stradali descritte in precedenza, ha consentito di evidenziare le situazioni di maggiore criticità in relazione all'impatto acustico da traffico.

Dall'analisi dei dati è significativo rilevare che, per tutte le strade oggetto di mappatura, le fasce di territorio interessate da condizioni di criticità acustica si estendono per una distanza massima di circa 30 metri a partire dal bordo strada; in tali aree critiche sono generalmente coinvolti soltanto i primi edifici prospettanti la 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:

- Politecnico di Milano e Università di Pavia;
- Pomponazzo;
- ASL Sportello unico;
- Liceo Scientifico Belfiore;
- Dipartimento di salute mentale;
- ASL - Psichiatria Infantile;
- Tazzoli.

2.6 Resoconto delle consultazioni pubbliche

In data 18 luglio 2013 il presente Piano d'azione viene trasmesso al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e pubblicato sul sito istituzionale del Comune di Mantova per essere consultato dal pubblico che disporrà, come previsto dalla normativa vigente, di 45 giorni per effettuare le osservazioni.

Eventuali commenti ed osservazioni (da parte del pubblico e del Ministero competente) verranno integrate e recepite prima della trasmissione finale del Piano d'azione alla Commissione europea.

2.7 Indicazioni del Piano di Risanamento Acustico

Nel maggio 2013 è stato approvato dal Consiglio Comunale del Comune di Mantova il Piano di Risanamento Acustico che contiene alcune indicazioni sulle criticità, dal punto di vista dell'inquinamento sonoro, e sugli interventi prioritari;

I punti di misura del livello sonoro sono indicati in Figura 2-2:

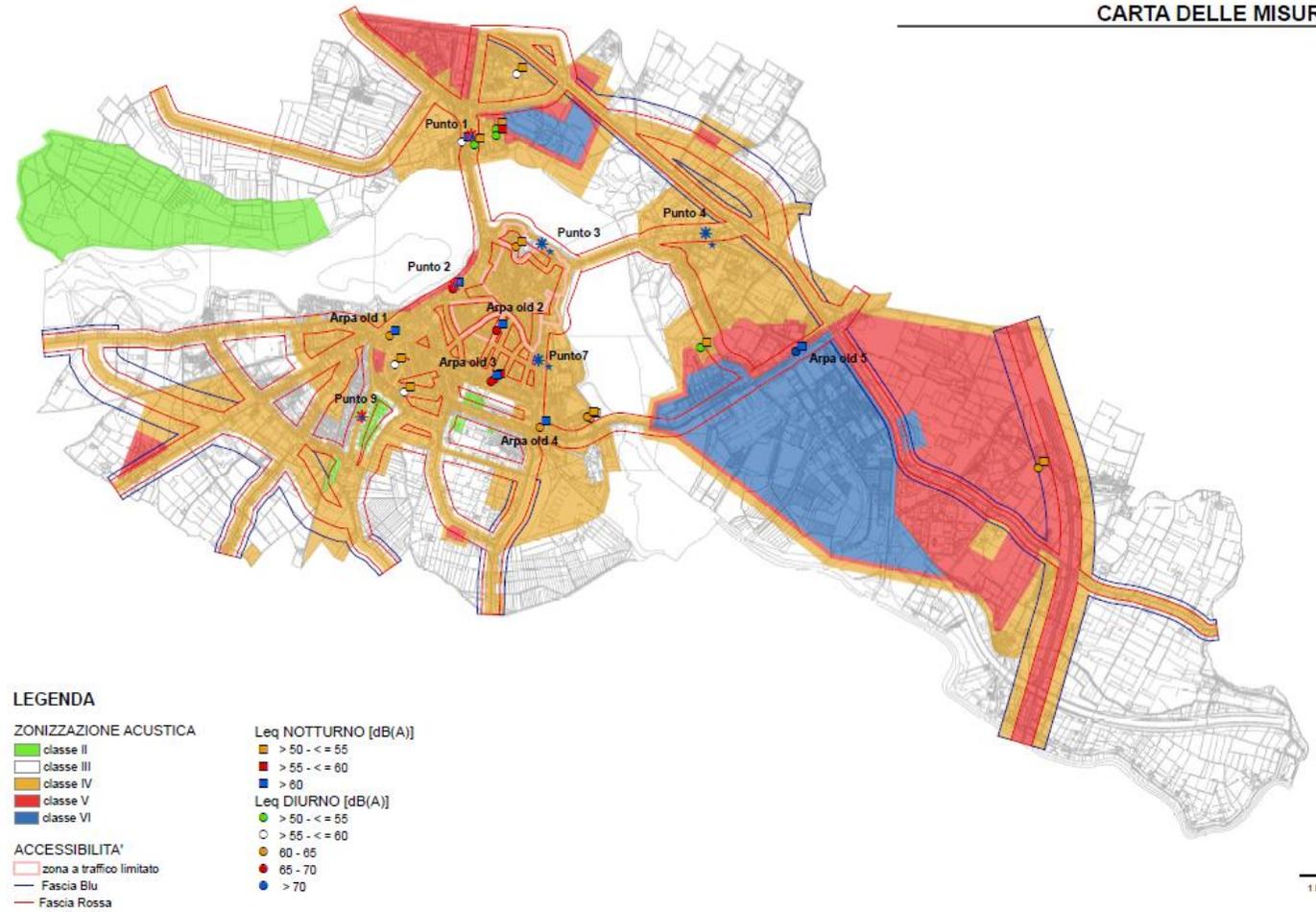


Figura 2-2 Carta dei punti di misura

Tutti i punti sopra riportati sono stati classificati in base ad un indice di priorità dal verde al rosso (passando attraverso il giallo) e necessitano l'individuazione di un possibile intervento di risanamento con l'esclusione dei due punti non critici - in bianco (ARPA OLD 1 ed ARPA OLD 4).

Tabella 2-12 Indice di priorità diurno e notturno con evidenza attraverso il colore dell'indice di priorità (dal valore massimo al valore minimo): rosso, arancione, giallo, verde. In corsivo i due punti con sfondo bianco con priorità nulla.

PUNTO DI MISURA	RECETTORI SENSIBILI	CLASSE DI DENSITA' DI POPOLAZIONE	Δ day [dB(A)]	Δ night [dB(A)]	INDICE DI PRIORITA' diurno	INDICE DI PRIORITA' notturno
PUNTO 1, via Verona	1 (Elementare)	1'500 – 4'000	0	4.3	BB	M
PUNTO, via Pitentino 2	2 (Università-Elementare)	1'500 – 4'000	0	4.8	B	M
PUNTO 3, viale Mincio	1 (Istituto geriatrico)	1'500 – 4'000	0	5.0	BB	A
PUNTO 4, via Legnago	-	0 – 1'500	1.4	7.2	B	B
PUNTO 7, corso Garibaldi	2 (Materna-Superiore)	6'500 – 9'000	1.5	6.1	A	AA
PUNTO 9, viale Pompilio	2 (Ospedale-Casa di cura)	4'000 – 6'500	0	2.4	B	A
ARPA OLD 1, piazzale Michelangelo	-	> 9'000	0	0	B	B
ARPA OLD 2, via Principe Amedeo	-	6'500 – 9'000	0	3.7	B	A
ARPA OLD 3, viale Risorgimento	1 (Arpa - non viene conteggiato come sensibile, sono uffici)	6'500 – 9'000	0	3.5	B	A
ARPA OLD 4, via Brennero	-	4'000 – 6'500	0	0	BB	BB
ARPA OLD 5, via Brennero	-	0 – 1'500	3.7	9.8	B	B

Il punto con i più alti indici di priorità, Altissimo nel periodo notturno e Alto in quello diurno, è il punto 7 (in rosso in Tabella 2-12), che è caratterizzato da superamenti in entrambi i periodi, diurno e notturno, dalla presenza di edifici scolastici e da una alta densità di popolazione. Siamo infatti in Corso Garibaldi, una delle arterie che si sviluppa a corona del centro storico, con caratteristiche di intenso traffico veicolare e presenza di filari ininterrotti di edifici. Il Corso è a doppio senso di marcia con delle limitazioni di percorrenza orarie per i non residenti. Ci sono altri quattro punti (in arancione in Tabella 2-12) che mostrano un indice Alto per il periodo notturno, il punto 3, il punto 9, il punto ARPA OLD 2 e il punto ARPA OLD 3.

- Il punto 3 è lungo Viale Mincio, un'altra strada afferente al sistema radiale al centro storico di Mantova. La strada è a doppio senso di circolazione con una corsia per senso di marcia. Per le caratteristiche del tratto di strada le criticità sono dipendenti dalla potenzialmente elevata velocità di percorrenza, dalla presenza di un istituto

geriatrico nelle vicinanze del viale e dalla presenza di alcuni attraversamenti ciclopedonali.

- Il punto 9 è lungo Via Pompilio, una strada a doppio senso di circolazione con una corsia per senso di marcia che costeggia l'ospedale di Mantova e la Casa di Cura San Clemente. La strada non ha particolare intersezioni infrastrutturali e infatti è priva di incroci regolamentati da semafori. Si evidenzia che nel caso dell'Ospedale il posizionamento dei padiglioni fa sì che quelli più esposti siano i meno sensibili
- Il punto ARPA OLD 2 è in Via Principe Amedeo, una strada a senso unico di marcia all'interno del centro storico di Mantova, caratterizzata da alta densità abitativa e dalla presenza di pavé. I superamenti misurati nel 2004 sono stati confermati nella misura del novembre 2012.
- Il punto ARPA OLD 3 è in Viale Risorgimento, un ampio viale caratterizzato da diversi incroci semaforici; il Viale è composto da nord verso sud da una pista ciclabile, un filare di alberi, una strada a doppia corsia con unico senso di marcia, un'ampia zona di posteggi con le relative corsie d'accesso e da un altro marciapiede più piccolo che corre lungo gli edifici ad esso affacciati. Le criticità sono date dalla velocità "incentivata" dalla doppia corsia con un unico senso di marcia e dalla presenza di diversi incroci semaforici, il tutto in una zona caratterizzata da alta densità abitativa.

Ci sono poi due altri punti (in giallo in Tabella 2-12) che mostrano delle criticità limitate:

- Il punto 1 è in Via Verona, nel quartiere di Cittadella, una strada che convoglia il traffico proveniente e diretto a nord dal centro di Mantova. La strada è a doppio senso di circolazione con una corsia per senso di marcia. Le criticità sono date dal passaggio di veicoli nel contesto urbanizzato di Cittadella e dalla presenza di una scuola elementare affacciata su Via Verona.
- Il punto 2 è lungo Via Pitentino, un'altra strada afferente al sistema radiale al centro storico di Mantova. La strada è a doppio senso di circolazione con una corsia per senso di marcia. Per le caratteristiche del tratto di strada le criticità sono dipendenti dalla velocità di percorrenza potenzialmente elevata del tratto tra Via Verona e piazza Don Leoni e dalla contemporanea presenza della linea ferroviaria e della stazione.

I restanti punti della tabella a minor criticità - in verde (punto 4 e punto Arpa old 5) presentano delle caratteristiche simili, entrambi sono su strade extraurbane, densamente trafficate ma in porzioni di territorio in cui vi sono pochi ricettori e non di tipo sensibile. I superamenti, seppur significativi, non impattano direttamente sulla popolazione e quindi la loro priorità di intervento è più bassa.

Partendo dall'analisi degli interventi sopra riportati si riassumono in Tabella 2-13 le tipologie di intervento ipotizzate nel Piano di Risanamento.

Tabella 2-13: Riepilogo delle tipologie d'intervento

PUNTO DI MISURA	AMBITO	TIPOLOGIA D'INTERVENTO
PUNTO 1, via Verona	Urbano denso	Restringimento carreggiata con aiuole centrali
PUNTO 2, via Pitentino	Urbano denso	Interventi mitigativi delle ferrovie fonoassorbenti anche sul lato di via Pitentino Dissuasore per rispetto limite 50 km/h
PUNTO 3, viale Mincio	Urbano denso	Piattaforma sormontabile
PUNTO 4, via Legnago	Urbano rado	Asfalto fonoassorbente Rispetto limite velocità
PUNTO 7, corso Garibaldi	Urbano denso	Piattaforma sormontabile
PUNTO 9, viale Pompilio	Urbano denso	Restringimento carreggiata con parcheggi disassati per formazione di chicane o aiuole centrali
ARPA OLD 1, piazzale Michelangelo	<i>Urbano denso</i>	
ARPA OLD 2, via Principe Amedeo	Urbano denso	Piattaforma sormontabile
ARPA OLD 3, viale Risorgimento	Urbano denso	Restringimento carreggiata con aiuole centrali
ARPA OLD 4, via Brennero	<i>Urbano denso</i>	
ARPA OLD 5, via Brennero	Urbano rado	TRATTO PROVINCIALE Limitazione mezzi pesanti già previsto Asfalto fonoassorbente e riduzione della velocità - possibili interventi futuri

Si riporta di seguito un estratto degli interventi previsti (Tabella 2-14) nel piano di Risanamento Acustico del Comune di Mantova comprendente solo gli interventi su strade che sono state interessate dalle analisi della mappatura acustica e che verranno quindi trattate all'interno del Piano d'Azione, è stata associata anche una riduzione in dB(A) prevedibile ricavata dall'abaco degli interventi del capitolo 4.3:

Tabella 2-14: Riepilogo degli interventi del Piano di Risanamento Acustico che interessano strade oggetto del Piano d'Azione

PUNTO DI MISURA	AMBITO	TIPOLOGIA D'INTERVENTO	Riduzione in dB(A)
PUNTO 1, via Verona	Urbano denso	Restringimento carreggiata con aiuole centrali	3
PUNTO 2, via Pitentino	Urbano denso	Interventi mitigativi delle ferrovie fonoassorbenti anche sul lato di via Pitentino Dissuasore per rispetto limite 50 km/h	2
PUNTO 3, viale Mincio	Urbano denso	Piattaforma sormontabile	3
PUNTO 4, via Legnago	Urbano rado	Asfalto fonoassorbente Rispetto limite velocità	5
ARPA OLD 3, viale Risorgimento	Urbano denso	Restringimento carreggiata con aiuole centrali	3

3. QUADRO PROGRAMMATICO

3.1 Gli interventi effettuati negli ultimi 5 anni

Si riportano di seguito gli interventi effettuati nel Comune di Mantova per ridurre il rumore da traffico veicolare:

- 1) Anno 2008: manutenzione straordinaria manti bitumati - posato conglomerato bituminoso additivato con polverino di gomma con caratteristiche di fonoassorbimento sulle seguenti strade: via Tassoni - via Arrivabene (tratto da via Tassoni a via F.lli Bandiera) - corso Garibaldi (tratto da via Salnitro a via Trieste) - via Trieste;
- 2) Gennaio 2008: riqualificazione di strada Castelletto Borgo con realizzazione di piattaforma pedonale rialzata all'altezza dei giardini Caduti di Nassiriya;
- 3) Marzo 2008: installazione pilomat all'imbocco di via Verdi
Strade interessate dal provvedimento di limitazione della circolazione:
 - via Verdi
 - via Nievo (tratto compreso tra via Verdi e via Certosini)
 - via Portichetto
 - via Galana
 - via San Longino
 - via Cappello
 - piazza Mantegna
 - piazza Erbe
 - piazza Broletto
 - via Broletto

Il dissuasore rimane abbassato dalle ore 6.00 alle ore 10.00 di tutti i giorni. In tale fascia oraria è concesso libero ingresso a tutti i veicoli, eccetto i ciclomotori non provvisti di pass. Nella rimanente fascia oraria, con il pilomat alzato, il transito è consentito ai residenti, domiciliati e veicoli diretti ai passi carrabili muniti di apposita tessera o radiocomando.

- 4) Marzo 2008: pedonalizzazione di piazza Canossa e vicolo Madonna nella fascia oraria 10.00-6.00.
Strade interessate dal provvedimento di limitazione della circolazione, oltre a piazza Canossa, in quanto raggiungibili solamente transitando per tale piazza:
 - via Pastro
 - vicolo Storta
 - via della Mainolda
 - vicolo Deserto
 - vicolo Nazione
 - piazza L. B. Alberti
 - via Leon D'Oro

Nella fascia oraria 6.00 – 10.00 è concesso il libero transito a tutti i veicoli a qualsiasi titolo autorizzati a transitare nella Z.T.L. "A".

Nella rimanente fascia oraria il transito è consentito ai residenti, domiciliati e veicoli diretti ai passi carrabili della zona interessata dal provvedimento nonché ai veicoli autorizzati ad accedere nell'area controllata dal pilomat di via Verdi.

- 5) Giugno 2008: installazione telecamera di controllo degli accessi alla corsia di corso della Libertà, nella direzione piazza Martiri di Belfiore - piazza Cavallotti, riservata ai veicoli di trasporto pubblico collettivo.
- 6) Luglio 2008: installazione impianto semaforico a chiamata pedonale viale Gorizia intersezione viale Gobio/viale Sabotino e contestuali lavori di restringimento della carreggiata mediante avanzamento dei marciapiedi.
- 7) Settembre 2008: installazione, all'imbocco di via Cavriani, di telecamera di controllo degli accessi alla Z.T.L. "A" del quartiere di S. Leonardo.
- 8) Novembre 2008: installazione impianto semaforico a chiamata in corrispondenza dell'attraversamento pedonale tracciato in strada Chiesanuova all'intersezione con via Miglioretti.
- 9) Dicembre 2008: modifica regolamentazione degli accessi dei veicoli pesanti nel centro abitato.
La nuova regolamentazione ha uniformato ad un unico valore di massa a pieno carico, pari a 7,5 t., il limite consentito per poter accedere senza autorizzazione per tutto l'arco della giornata nel centro abitato, nonché, seppur, nelle sole fasce orarie 6.00-10.00 e 15.00-16.30 per poter accedere nelle ZZ.T.L. "A" e "B".
I veicoli di massa complessiva fino a 3,5 t hanno libero accesso nel centro abitato e, nelle succitate fasce orarie, nelle ZZ.T.L.
I veicoli di massa complessiva compresa tra 3,5 t e 7,5 t hanno libero accesso nel centro abitato e, nelle succitate fasce orarie, nelle ZZ.T.L., esclusivamente per operazioni di carico e scarico merci.
Ai veicoli di massa complessiva superiore a 7,5 t l'accesso è consentito solamente con apposito pass.
- 10) Anno 2009: manutenzione straordinaria manti bitumati- posato conglomerato bituminoso additivato con polverino di gomma con caratteristiche di fonoassorbimento sulle seguenti strade: via G. Romano - via Pitentino.
- 11) Anno 2009: rettifica delle intersezioni stradali con abbattimento barriere architettoniche in viale Gorizia/ viale Carso/viale Vaschi ed in viale Gorizia/piazzale Gramsci – restringimento carreggiata mediante avanzamento marciapiedi.
- 12) Gennaio 2009: messa in sicurezza attraversamento pedonale in via Verona all'altezza di vicolo del Bagno con realizzazione di isola spartitraffico centrale ed isole di attesa laterali.
- 13) Giugno 2009: realizzazione rotatoria all'intersezione tra viale Mincio – via Pitentino – via Verona.
- 14) Giugno 2009: Riqualificazione stradale di via Gian Battista Visi con realizzazione di pista ciclabile e di due piattaforme rialzate: una nel tratto compreso tra via Pesenti e via Fiera, l'altra all'intersezione con via Platina.

- 15) Maggio 2010: realizzazione pista ciclabile di via Cremona, tratto compreso tra viale Mons. Martini e Castelnuovo Angeli in uscita da Mantova.
- 16) Anno 2010: Manutenzione straordinaria manti bitumati - posato conglomerato bituminoso additivato con polverino di gomma con caratteristiche di fonoassorbenza sulle seguenti strade: via Bonomi - via San Giorgio - viale Montello - via Verona - via Verona.
- 17) Luglio 2010: riqualificazione strada Formigosa con realizzazione di pista ciclabile e di piattaforme rialzate in corrispondenza dell'intersezione con via Gatti ed in prossimità di strada S. Martino.
- 18) Agosto 2010: apertura al traffico, nelle fasce orarie 7,00 – 12,00 e 18,00 – 21,00 della corsia Z.T.L. di corso della Libertà nella direzione piazza Martiri di Belfiore – piazza Cavallotti e della corsia Z.T.L. di via Trieste/corso Garibaldi. Nelle rimanenti fasce orarie il transito è consentito ai veicoli provvisti di qualsiasi pass di accesso alle Z.T.L. cittadine.
- 19) Settembre 2010: ridefinizione complessiva di tutte le linee del TPL urbano e di area urbana (comuni contermini Curtatone, Porto Mantovano, Virgilio e S. Giorgio) con potenziamento dei collegamenti con i poli attrattori del capoluogo Ospedale, parcheggio Campo Canoa, centro commerciale e direzionale Boma, quartiere Lunetta, quartiere Valletta Valsecchi ed istituzione di una linea urbana.
- 20) Novembre 2010: installazione di impianto semaforico pedonale a chiamata in strada Circonvallazione Sud all'altezza del supermercato Famila.
- 21) Autunno 2010: riqualificazione di via Volta e di via Grossi con restringimenti della carreggiata in corrispondenza delle intersezioni mediante avanzamento dei marciapiedi e realizzazione di piattaforma rialzata all'intersezione tra via Volta e via Grossi.
- 22) Anno 2011: realizzazione di rotatoria tra via Cremona e via Gelso.
- 23) Aprile 2011: installazione di impianto semaforico pedonale a chiamata in via Cremona in corrispondenza dell'attraversamento pedonale antistante il cimitero monumentale.
- 24) Agosto 2010: realizzazione di piattaforma rialzata in corrispondenza dell'attraversamento pedonale di corso della Libertà
- 25) Novembre 2011: realizzazione di rotatoria in piazza Martiri di Belfiore.
- 26) Gennaio 2013: realizzazione di isola spartitraffico centrale in via Bellonci in corrispondenza dell'attraversamento pedonale antistante un istituto scolastico.
- 27) Maggio 2013: realizzazione di attraversamento pedonale protetto da isola spartitraffico centrale "Pellicano" in via Rea all'altezza dei giardini Tazio Nuvolari.

- 28) Aprile 2013: inizio lavori di realizzazione pista ciclabile di collegamento tra Castelnuovo Angeli e l'abitato di Grazie di Curtatone (prosecuzione di quella realizzata in via Cremona nel maggio 2010) – Termine previsto lavori agosto 2013.

Gli interventi gestionali in atto sono prevalentemente di divieto al traffico dei mezzi pesanti totali o nelle sole ore notturne e la Zona a Traffico Limitato riguardante il nucleo antico dell'abitato di Mantova.

L'approccio seguito dal Comune in una logica di integrazione dell'aumento della sicurezza stradale ed una riduzione dell'inquinamento acustico ed atmosferico è quello dell'introduzione di diversi sistemi per ridurre la velocità dei veicoli in transito, specialmente in aree fortemente urbanizzate, attraverso restringimenti delle carreggiate, piattaforme sormontabili e pedonalizzazione di alcuni tratti; sulle strade più trafficate invece sono state previste anche alcune rotonde e si è provveduto in certi casi alla sostituzione del manto stradale con asfalti fonoassorbenti e drenanti.

3.2 Gli interventi previsti

Si riportano di seguito gli interventi previsti nel Comune di Mantova per ridurre il rumore da traffico veicolare:

1. Regione Lombardia ha cofinanziato un progetto, in corso di elaborazione presso il settore Lavori Pubblici, riguardante la sicurezza stradale ed in particolare l'utenza debole, con interventi, infrastrutturali e non, di moderazione della velocità del traffico veicolare:
 - a. via Verona: realizzazione del tratto ciclopedonale di collegamento Mantova – Porto Mantovano e la messa in sicurezza di tre attraversamenti pedonali (all'altezza di via S. Giovanni Bono, della chiesa di Cittadella e del supermercato LIDL di strada Gambarara) mediante il restringimento della carreggiata con isole di traffico centrali e/o laterali;
 - b. l'asse stradale viale Risorgimento – viale della Repubblica – viale Montegrappa – viale Isonzo: realizzazione di isole di traffico centrali in corrispondenza degli attraversamenti pedonali non semaforizzati di viale Risorgimento, adeguamento e sincronizzazione degli impianti semaforici di tutto l'asse stradale con istituzione dell'onda verde a 30 km/h, l'installazione di un impianto semaforico a chiamata pedonale in corrispondenza dell'attraversamento pedonale antistante la piscina comunale;
2. E' in fase di studio l'ampliamento delle aree pedonali del centro storico: piazza Mantegna – piazza Erbe – via Broletto – piazza Broletto;
3. Utilizzo di un autobus ibrido/elettrico in sostituzione di quello a gasolio attualmente utilizzato sulla linea urbana Circolare in Città da fine giugno 2013 (km/anno 103.270 – il percorso è tutto cittadino e nel centro storico)

4. L'APPROCCIO METODOLOGICO DEL PIANO DI AZIONE

4.1 L'approccio strategico

Il processo di definizione delle azioni di piano, dell'individuazione delle relative priorità e quindi delle modalità di gestione della problematiche ha tenuto in considerazione due fattori:

- l'impatto emissivo acustico (pressione), in termini di Leq_{diurno} (Leq_{day}) e $Leq_{notturno}$ (Leq_{night}), valori soggetti a limiti normativi;
- i caratteri del contesto insediativo, in termini di densità di popolazione (sensibilità).

L'incrocio dei diversi livelli di pressione e sensibilità condotto all'interno di un piano cartesiano ha permesso di definire i diversi ambiti di azione strategici, da declinarsi successivamente in funzione dello specifico contesto insediativo di ciascuna infrastruttura (Figura 4-1).

Le differenti porzioni del grafico mostrano differenti strategie di intervento:

- alti livelli di rumore in presenza di un'alta densità di popolazione indicano aree da risanare; **in queste aree si prevede quindi un piano di azione che incida sia sulle emissioni che sulle immissioni;**
- alti livelli di rumore in presenza di bassa densità di popolazione indicano aree dove sarebbe opportuno non incrementare la densità abitativa, anche per permettere eventuali potenziamenti delle infrastrutture stradali; **in queste aree si prevede una forte attenzione alla pianificazione comunale per limitare i nuovi insediamenti;**
- bassi livelli di rumore in presenza di alti livelli di popolazione indicano zone dove è importante non incrementare i livelli di rumore e quindi aree da tenere monitorate;
- bassi livelli di rumore con bassi livelli di popolazione indicano aree da mantenere e tutelare.

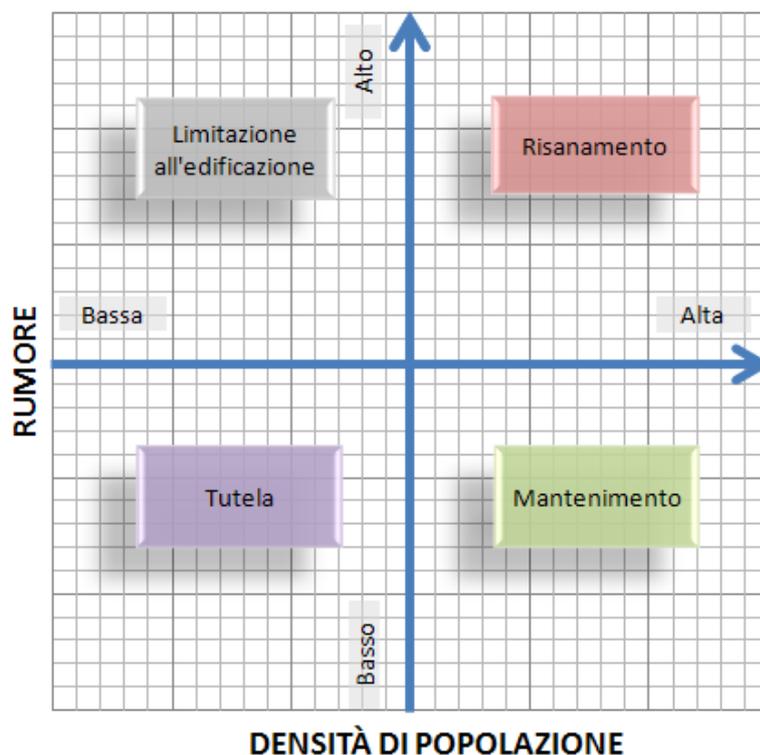


Figura 4-1: Analisi del quadro strategico delle azioni di piano.

4.2 Tipicizzazione del contesto

Per definire un quadro sinottico del contesto insediativo delle infrastrutture viarie, finalizzato alla definizione di un numero limitato di tipologie di contesti, è stata condotta un'analisi degli ambiti territoriali in cui si inseriscono le infrastrutture indagate, attraverso l'ispezione visiva della CTR al 10'000 e dell'ortofoto.

L'analisi è finalizzata alla discretizzazione degli assi viari in funzione del set di tipologie insediative identificate e alla definizione delle politiche di intervento specifiche per ciascun tipo di contesto.

L'analisi ha permesso di definire due tipologie di contesti (Tabella 4-1), in funzione principalmente della tipologia del tessuto insediativo, della destinazione d'uso e della densità insediativa.

Sulla base delle tipologie individuate i sei tratti di strada oggetto del presente Piano di Azione e che presentano persone esposte a livelli sonori superiori ai limiti vigenti, sono stati scomposti come segue:

- 5 ambiti in tessuto urbano denso;
- 1 ambito in tessuto urbano rado.

Sono stati valutati i sei ambiti che presentano dei superamenti dei limiti vigenti (come emerge da Tabella 4-2) dei descrittori Leq_{day} e Leq_{night} .

Tabella 4-1: elenco e descrizione delle tipologie di contesti individuati.

URBANO	Tessuto urbano denso	Si intendono i contesti consolidati e densamente edificati. Si caratterizzano per la presenza di edilizia prevalentemente residenziale e assimilabile	
	Tessuto urbano rado	Sono i contesti in cui si registra una presenza significativa di materiali edilizi e di tessuti edificati all'interno di una prevalenza di spazi non edificati. Si caratterizzano per la presenza di prevalentemente edilizia residenziale e assimilabile	
	Tessuto Commerciale produttivo	Si intendono i brani territoriali monofunzionali, prevalentemente extraurbani e a destinazione prevalente commerciale e produttiva	
EXTRAURBANO	Agricolo	È il contesto degli spazi aperti prevalentemente non edificati, caratterizzati dalla conduzione agricola dei suoli caratterizzata dalla presenza di edilizia rurale	
	Sistema ambientale di rilevanza	Sono gli spazi aperti che presentano una diffusa presenza di elementi di naturalità anche rilevante	

Tabella 4-2: elenco dei tratti individuati a seguito dell'analisi del contesto insediativo. Per ciascun tratto individuato si riporta anche la strada di appartenenza e la popolazione esposta a superamenti dei livelli sonori per i due descrittori acustici Leq_{day} e Leq_{night} .

ID tratto	Strada	Tipo di contesto	Lunghezza [m]	Popolazione esposta a superamenti Leq_{day} dB(A)	Popolazione esposta a superamenti Leq_{night} dB(A)
4	via Pitentino	urbano denso	1080	308	521
7	viale Piave	urbano denso	380	85	0
8-6	viale Risorgimento, viale Isonzo	urbano denso	1090	562	0
9	via Legnago	urbano rado	1890	14	20
10	via Verona	urbano denso	1180	237	344
12	p.zza di Porta Ceresè	urbano denso	170	125	0

Tutti e sei i tratti di strada presentano popolazione esposta a superamenti dei limiti diurni mentre solo via Pitentino, via Legnago e via Verona sono caratterizzate da popolazione esposta a superamenti dei limiti notturni.

4.3 Definizione delle tipologie di interventi

Contestualmente alla definizione dei contesti insediativi individuati, ovvero alla caratterizzazione delle sensibilità, è stato individuato il set delle potenziali misure di contenimento degli impatti acustici.

La definizione delle misure possibili è stata condotta sulla base di due obiettivi funzionali:

- misure finalizzate alla riduzione delle immissioni, ovvero del rumore misurato nei pressi del recettore;
- misure finalizzate alla riduzione delle emissioni, ovvero del rumore emesso dalla sorgente, queste tipologie di misure possono agire:
 - sull'infrastruttura;
 - sui flussi di traffico.

Le misure individuate (si veda l'abaco in Tabella 4-3) restituiscono l'opportunità, al fine della qualificazione acustica, di lavorare su più fronti, da quelli relativi ai "manufatti" (barriere, requisiti degli edifici, giaciture altimetriche della strada ...) a quelli afferenti la regolamentazione e la programmazione degli interventi (regolamento edilizio, previsioni insediative comunali, ecc..).

Le misure individuate sono state incrociate con ciascuna delle cinque tipologie di contesti insediativi assegnando quindi un set di misure di riduzione/mitigazione del rumore in funzione della fattibilità tecnica rispetto al contesto insediativo specifico.

L'esito dell'incrocio è riportato nella Tabella 4-4.

La tabella riporta anche una stima quantitativa circa il livello di riduzione del rumore espresso in decibel in seguito alla realizzazione dell'intervento. Questa informazione è funzionale, come si vedrà in seguito, alla definizione dei benefici attesi dall'intervento.

Per ciascun tipo di intervento è stata riportata anche una stima dei costi lineari delle diverse opere in modo da poter definire per ciascun tratto di strada il costo associato a ciascuna specifica tipologia di intervento.

I costi e l'efficacia sono stati stimati considerando alcuni valori di riferimento definiti dal DM 29/11/2000 "Criteri per la predisposizione dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore" e dall'esperienza di piani di risanamento acustici. È chiaro che si tratta di valori puramente indicativi che necessitano di una valutazione di maggior dettaglio in funzione dello specifico contesto di applicazione. Per azioni caratterizzate da costi contenuti o nulli, come gli interventi di pianificazione urbanistica, di blocco del traffico ai mezzi pesanti, ecc.. sono stati utilizzati valori minimi variabili tra 5 e 10 €/metro lineare di strada, per non far perdere di significato il rapporto costi/benefici.

Nel capitolo 5 verrà analizzata tratto per tratto e per le azioni compatibili con il tipo di contesto territoriale, il rapporto tra il costo e l'efficacia dell'intervento (espresso in termini di riduzione di popolazione esposta a valori superiori ai limiti). Come discusso di seguito la minimizzazione del rapporto costi/benefici rappresenta l'indicatore di ottimizzazione nella definizione delle priorità di azione.

Tabella 4-3: Abaco delle tipologie di interventi e significatività dell'intervento in termini di riduzione potenziale dei livelli sonori.

Tipologia di intervento	Descrizione	Significatività dell'intervento	Foto	
Interventi Passivi	Barriere fonoisolanti e fonoassorbenti artificiali	Impiego tipico in presenza di ricettori di altezza media posti in prossimità dell'infrastruttura. Trovano largo impiego in contesti extraurbani (strade extraurbane, tangenziali ed autostrade) mentre trovano difficile applicabilità in contesti urbani per ragioni geometriche, estetiche e funzionali.	Alta	
	Barriere fonoisolanti e fonoassorbenti naturali	Impiego tipico per situazioni non particolarmente critiche e in ambiti in cui esiste un sufficiente franco fra strada e bersagli. Hanno un buon impatto paesaggistico ma la loro efficacia dipende dal tipo di vegetazione utilizzata e presenta problemi di manutenzione per conservare nel tempo le caratteristiche acustiche di fonoisolamento e fonoassorbimento. Sono consigliabili quando assolvono anche a funzioni di ambientazione della strada e di qualificazione del contesto insediativo.	Alta	
	Rilevato antirumore (terrapieni / modellizzazione del terreno)	Richiede una fascia di territorio non edificato tra i ricettori e l'infrastruttura pari a 2,1 volte l'altezza del rilevato. Può essere integrato con altri sistemi di abbattimento del rumore come il posizionamento di barriere vegetali sulla sommità.	Alta	
	Rafforzamento dei requisiti acustici passivi degli edifici	In casi di elevata criticità e in mancanza di altre soluzioni possibili, per esempio bersagli sensibili o filare di edifici a bordo strada, l'unica soluzione preventivabile è quella di migliorare le caratteristiche passive di isolamento degli edifici stessi. Si può quindi procedere alla sostituzione dei serramenti con installazione di finestre ad elevate prestazioni acustiche; per mantenere l'efficacia dell'intervento anche nei periodi estivi è consigliabile procedere alla climatizzazione degli ambienti abitativi, possibilmente con tecniche bioclimatiche in modo da contenere il consumo energetico.	Alta	
	Regolamentazione edilizia: organizzazione funzionale dei locali esposti al rumore	È possibile inserire nel piano delle regole del nuovo PGT e/o nel regolamento edilizio indicazioni tecniche in merito alla disposizione dei locali rispetto alla presenza di importanti sorgenti di rumore, con l'obiettivo di disporre i locali più sensibili nelle aree meno esposte alla sorgente di rumore	Bassa	
	Pianificazione urbanistica: idoneità localizzative delle espansioni urbane	Le previsioni insediative comunali devono essere verificate anche in relazione alla idoneità del clima acustico (in essere e previsto); tipicamente, non devono essere previsti insediamenti residenziali in aree prossime ad infrastrutture viarie di carattere sovra locale. Inserimento di edifici a minore sensibilità acustica come negozi, uffici o garage, a protezione degli edifici a	Media	

Tipologia di intervento	Descrizione	Significatività dell'intervento	Foto	
	<p>maggiore sensibilità come le aree residenziali e i bersagli sensibili.</p>			
Asfalto fonoassorbente	<p>Riduce il rumore emesso attraverso la caratteristica porosità del manto stradale, è efficiente a velocità superiori ai 50 km/h, quando diventa importante il contributo del rumore da rotolamento dei pneumatici, a velocità inferiori è predominante il rumore prodotto dal motore e quindi viene ridotta l'efficacia dell'asfalto fonoassorbente.</p> <p>Nel tempo perde buona parte della sua efficacia a causa delle polveri che vanno ad ostruire i pori del manto stradale.</p>	Alta (solo in presenza di strade ad elevata velocità di percorrenza)		
Interventi di moderazione del traffico con tecniche di traffic calming	<p>Da impiegarsi in contesti di tipo urbano denso e in corrispondenza degli ingressi urbani, aumenta la percezione del cambio di contesto e la necessità di ridurre la velocità. Tali interventi, oltre ad indurre una diminuzione delle emissioni acustiche, svolgono anche la funzione di aumentare i livelli di sicurezza stradale per pedoni e ciclisti e in genere migliorano la qualità urbana e paesistica.</p>	Media		
Interventi Attivi	Nuove infrastruttura viarie	<p>Permettono di diminuire il traffico su strade che insistono in aree a maggiore densità abitativa e di garantire il rispetto dei limiti di legge attraverso una preventiva e specifica valutazione di impatto acustico.</p>	Alta	
	Fluidificazione del traffico (rotatoria, sincronizzazione semaforica)	<p>Permette di ridurre il rumore prodotto dallo stazionamento di veicoli e da accelerazione e decelerazione ai semafori. Particolarmente efficace in presenza di mezzi pesanti.</p>	Media	
	Manutenzione secondo necessità del manto stradale	<p>Un manto stradale con presenza di buche e asperità aumenta in modo significativo il rumore emesso dall'infrastruttura. Un manutenzione programmata e continua permette il contenimento dei livelli di rumore.</p>	Bassa	
PUT con minimizzazione dell'impatto acustico	<p>Nell'elaborazione del Piano Urbano del Traffico occorre prestare attenzione alla minimizzazione delle immissioni rumorose e pertanto occorre prevedere una adeguata gerarchia di circolazione dei mezzi all'interno della rete stradale. Per gli aspetti acustici è possibile prevedere dedicate limitazioni di traffico pesante, riduzione della velocità e interventi di traffic calming.</p>	Bassa		

Tipologia di intervento	Descrizione	Significatività dell'intervento	Foto
Campagna di sensibilizzazione degli utenti della strada a adeguati stili di guida (guida tranquilla con minimizzazione delle emissioni rumorose)	Interventi di sensibilizzazione su stampa locale, informatori comunali e nelle scuole per l'assunzione di uno stile di guida tale da minimizzare sia le immissioni rumorose che i consumi con una maggiore sicurezza per tutti gli utenti.	Bassa (Media nel medio-lungo periodo)	



Tabella 4-4: Tipicizzazione delle tipologie di interventi, costo lineare e significatività dell'intervento in termini di riduzione dei livelli sonori.

Tipicizzazione intervento			Tipologie di contesti					Costo lineare [euro]			Significatività dell'intervento - riduzione dei livelli sonori in dB(A)
			Urbano		Commercial e produttivo	Extraurbano		Urbano denso	Urbano rado	Altro	
Ambito	Cod.	Tipologia intervento	Urbano denso	Urbano rado			Agricolo				Aree naturali
Recettori	R1	Rafforzamento requisiti acustici passivi degli edifici (serramenti con elevate prestazioni acustiche)	x	x				650	260	0	15
	R2	Barriere fonoassorbenti e fonoisolanti		x	x			525	438	438	15
	R3	Terrapieni / modellazione del terreno		x	x	x	x	130	130	130	10
	R4	Organizzazione funzionale dei locali esposti al rumore (locali sensibili nella porzione di edificio meno esposta)	x	x							(3)
	R5	Pianificazione territoriale finalizzata alla realizzazione degli insediamenti residenziali ad un distanza maggiore dall'infrastruttura viaria	x	x							(3)
Infrastruttura	I1	Asfalto fonoassorbente		x				70	70	70	5
	I2	Interventi di traffic calming (riduzione carreggiata, etc...)	x	x				150	150	150	3
	I3	Nuova infrastruttura viaria	x	x				170	170	170	12
	I4	Rotatoria	x	x	x			300	300	300	3
	I5	Sincronizzazione semaforica per una migliore fluidificazione del traffico	x	x	x			5	5	5	2
	I6	Manutenzione secondo necessità del manto stradale	x	x	x	x	x	42	42	42	2
Traffico	T1	Limitazione circolazione dei mezzi pesanti	x	x				5	5	5	2

Tipicizzazione intervento			Tipologie di contesti					Costo lineare [euro]			Significatività dell'intervento - riduzione dei livelli sonori in dB(A)
			Urbano			Extraurbano		Urbano denso	Urbano rado	Altro	
Ambito	Cod.	Tipologia intervento	Urbano denso	Urbano rado	Commercial e produttivo	Agricolo	Aree naturali				
	T2	Riduzione della velocità	x	x	x			5	5	5	2
	T3	PUT con minimizzazione dell'impatto acustico	x	x	x	x	x	10	10	10	2
	T4	Campagna di sensibilizzazione degli utenti della strada ad adeguati stili di guida (guida tranquilla con minimizzazione delle emissioni rumorose)	x	x	x	x	x	5	5	5	1

() valori che non si riferiscono ad interventi/azioni che sono direttamente attuabili bensì sono finalizzati ad indirizzare la pianificazione territoriale locale e la progettazione degli spazi interni agli edifici.

5. IL PIANO DI AZIONE

5.1 La prioritizzazione dei tratti stradali critici

Per definire quali sono gli archi stradali più critici, ovvero quelli sui cui può ritenersi opportuno intervenire in modo prioritario, si è proceduto nel seguente modo al fine di confrontare archi di diversa lunghezza e differenti livelli di superamento:

- Il primo step di calcolo prevede la stima della somma pesata della popolazione attribuendo un peso maggiore alla popolazione esposta a livelli di pressione sonora maggiori. Il coefficiente di pesatura adottato è pari a 10 elevato al valor medio in decibel della classe di superamento diviso dieci (valore ottenuto secondo la definizione di decibel). In pratica nella classe di superamento tra 0 e 5 dB(A) il coefficiente di pesatura è dato da 10 elevato a 2.5 diviso per 10 dove 2.5 è il valor medio in dB(A) della classe 0-5 dB(A); il peso in questo caso è uguale a 1.78 (Tabella 5-1).

Tabella 5-1: Tabella dei coefficienti di pesatura utilizzati per il calcolo della popolazione pesata.

Classe decibel [dB(A)]	0-5	5-10	10-15	15-20
Valore medio [dB(A)]	2.5	7.5	12.5	17.5
Coefficiente di pesatura	1.78	5.62	17.78	56

- Poiché tratti più lunghi coinvolgono più popolazione dei tratti più brevi l'indicatore precedentemente stimato è stato diviso per la lunghezza della strada, in modo da definire un indicatore di densità lineare di popolazione esposta.
- L'indicatore è stato calcolato separatamente per i descrittori acustici Leq_{day} e Leq_{night} .

Equazione 5-1: formula di calcolo della densità lineare di popolazione nel caso ad esempio del Leq_{day}

$$Densità\ lineare\ di\ esposizione_t = \frac{\sum_{c=1}^4 Superamento\ medio\ Leq_{day\ c} * peso_t * popolazione_{c,t}}{lunghezza_t}$$

Dove:

c: classe di superamento

t: tratto di strada

lunghezza t: lunghezza del tratto di strada t

Superamento medio c: vedi Tabella 5-1

Peso c: vedi Tabella 5-1

Popolazione c,t: è la popolazione esposta ad un superamento c nel tratto t

L'indicatore calcolato con l'equazione 5.1 può essere sinteticamente descritto come la densità lineare di popolazione esposta a superamenti dei descrittori acustici Leq_{day} e Leq_{night} . È chiaro che tanto più un tratto di strada ha un valore elevato di questo indicatore tanto più è importante intervenire perché l'indicatore rappresenta una misura diretta dell'intensità del disturbo sulla popolazione.

Nelle due tabelle seguenti (Tabelle 5-5 e Tabella 5-4) sono riportati i valori degli indicatori calcolati per i descrittori acustici Leq_{day} e Leq_{night} ;

Si evidenzia che i tratti maggiormente critici sono:

- viale Nuvolari, via Bettinelli, via Pitentino e viale Mincio;
- viale Risorgimento, viale Isonzo.

L'ordinamento è stato eseguito attraverso l'indice di priorità diurno/notturno che evidenzia i tratti di strada con maggior a livelli di rumore superiore ai limiti di legge.

5.2 Analisi costi benefici

Sulla base delle informazioni relative al costo degli interventi "possibili" secondo quanto descritto al Capitolo 4 e al potenziale di riduzione del rumore (Tabella 4-4) è stato calcolato il rapporto costi benefici, secondo la seguente formula:

Equazione 5-2: formula di calcolo della rapporto costi benefici

$$\text{Rapporto costi benefici}_{t,i} = \frac{\text{Costo lineare}_i \times \text{lunghezza}_t}{\text{popolazione esposta post operam}_{t,i} - \text{popolazione esposta ante operam}_t}$$

Dove:

t: tratto di strada

lunghezza t: lunghezza del tratto di strada t

i = intervento (Tabella 4-3)

Nelle tabelle seguenti (da Tabella 5-2 a Tabella 5-5) sono definite le seguenti informazioni:

- l'ordinamento in funzione dell'indicatore di densità di esposizione lineare, indicatore che restituisce il livello di criticità del tratto di strada in termini di densità lineare di popolazione esposta a superamenti dei livelli normativi.
- la popolazione esposta a seguito dell'attuazione di ciascuno degli interventi tecnicamente realizzabili in funzione del contesto del tratto di strada.
- l'indicatore costi/benefici, ovvero il rapporto tra il costo monetario per l'esecuzione dell'opera e il beneficio in termini di riduzione della popolazione esposta.

Gli interventi più efficaci secondo la logica costi/benefici sono quelli che minimizzano tale rapporto. Bisogna però osservare che gli interventi che minimizzano il rapporto costi/benefici non sempre rappresentano le soluzioni ottimali in termini di riduzione delle criticità ambientali, in quanto lasciano una parte della popolazione esposta a superamenti dei livelli di rumore previsti dalla normativa. Si ritiene quindi di suggerire gli interventi che contemperano un rapporto costi/benefici contenuto e la risoluzione di buona parte delle condizioni critiche.

Tabella 5-2: definizione dell'indice di priorità notturno (densità lineare popolazione Leq_{night}), calcolo della popolazione esposta in funzione della tipologia di interventi tecnicamente realizzabili

		STRADA		
		via Legnago	viale Risorgimento, viale Isonzo	via Pitentino
	Tipo di contesto	Urbano rado	Urbano denso	Urbano denso
	Lunghezza [m]	1890	1180	1080
	Popolazione pesata Leq_{night}	20	344	521
	densità lineare popolazione Leq_{night}	11	292	482
R1	Rafforzamento requisiti acustici passivi degli edifici (serramenti con elevate prestazioni acustiche)	0	0	0
R2	Barriere fonoassorbenti e fonoisolanti	0	*	*
R3	Terrapieni / modellazione del terreno	0	*	*
R4	Organizzazione funzionale dei locali esposti al rumore (locali sensibili nella porzione di edificio meno esposta)	8	185	309
R5	Pianificazione territoriale finalizzata alla realizzazione degli insediamenti residenziali ad un distanza maggiore dall'infrastruttura viaria	8	185	309
I1	Asfalto fonoassorbente	0	*	*
I2	Interventi di traffic calming (riduzione carreggiata, etc...)	8	185	309
I3	Nuova infrastruttura viaria	0	0	0
I4	Rotatoria	8	185	309
I5	Sincronizzazione semaforica per una migliore fluidificazione del traffico	12	238	380
I6	Manutenzione secondo necessità del manto stradale	12	238	380
T1	Limitazione circolazione dei mezzi pesanti	12	238	380
T2	Riduzione della velocità	12	238	380
T3	PUT con minimizzazione dell'impatto acustico	12	238	380
T4	Campagna di sensibilizzazione degli utenti della strada ad adeguati stili di guida (guida tranquilla con minimizzazione delle emissioni rumorose)	16	291	450

* Interventi non realizzabili in questo contesto.

Tabella 5-3: definizione del rapporto benefici/costi (Leq_{night}) dei possibili interventi

		STRADA		
		via Legnago	viale Risorgimento, viale Isonzo	via Pitentino
R1	Rafforzamento requisiti acustici passivi degli edifici (serramenti con elevate prestazioni acustiche)	60,494	2,229	1,347
R2	Barriere fonoassorbenti e fonoisolanti	48,861	*	*
R3	Terrapieni / modellazione del terreno	12,099	*	*
R4	Organizzazione funzionale dei locali esposti al rumore (locali sensibili nella porzione di edificio meno esposta)	0	0	0
R5	Pianificazione territoriale finalizzata alla realizzazione degli insediamenti residenziali ad un distanza maggiore dall'infrastruttura viaria	0	0	0
I1	Asfalto fonoassorbente	6,515	*	*
I2	Interventi di traffic calming (riduzione carreggiata, etc...)	23,267	1,111	0,765
I3	Nuova infrastruttura viaria	15,822	0,583	0,352
I4	Rotatoria	46,534	2,221	1,53
I5	Sincronizzazione semaforica per una migliore fluidificazione del traffico	1,163	0,056	0,038
I6	Manutenzione secondo necessità del manto stradale	9,772	0,466	0,321
T1	Limitazione circolazione dei mezzi pesanti	1,163	0,056	0,038
T2	Riduzione della velocità	1,163	0,056	0,038
T3	PUT con minimizzazione dell'impatto acustico	2,327	0,111	0,076
T4	Campagna di sensibilizzazione degli utenti della strada ad adeguati stili di guida (guida tranquilla con minimizzazione delle emissioni rumorose)	2,327	0,111	0,076

* Interventi non realizzabili in questo contesto.

Tabella 5-4: definizione dell'indice di priorità diurno (densità lineare popolazione Leq_{day}) e calcolo della popolazione esposta in funzione della tipologia di interventi tecnicamente realizzabili.

		STRADA					
		via Legnago	viale Risorgimento, viale Isonzo	via Pitentino	Piaz.le di Porta Cerese	via Verona	viale Piave
	Tipo di contesto	urbano rudo	urbano denso	urbano denso	urbano denso	urbano denso	urbano denso
	Lunghezza	1890	1090	1080	170	1180	380
	popolazione pesata Leq_{day}	14	562	308	125	237	85
	densità lineare popolazione Leq_{day}	8	516	285	733	201	222
R1	Rafforzamento requisiti acustici passivi degli edifici (serramenti con elevate prestazioni acustiche)	0	0	0	0	0	0
R2	Barriere fonoassorbenti e fono isolanti	0	*	*	*	*	*
R3	Terrapieni / modellazione del terreno	0	*	*	*	*	*
R4	Organizzazione funzionale dei locali esposti al rumore (locali sensibili nella porzione di edificio meno esposta)	6	225	263	50	189	34
R5	Pianificazione territoriale finalizzata alla realizzazione degli insediamenti residenziali ad un distanza maggiore dall'infrastruttura viaria	6	225	263	50	189	34
I1	Asfalto fonoassorbente	0	*	*	*	*	*
I2	Interventi di traffic calming (riduzione carreggiata, etc...)	6	225	263	50	189	34
I3	Nuova infrastruttura viaria	0	0	16	0	0	0
I4	Rotatoria	6	225	263	50	189	34
I5	Sincronizzazione semaforica per una migliore fluidificazione del traffico	9	337	278	75	205	51
I6	Manutenzione secondo necessità del manto stradale	9	337	278	75	205	51
T1	Limitazione circolazione dei mezzi pesanti	9	337	278	75	205	51
T2	Riduzione della velocità	9	337	278	75	205	51
T3	PUT con minimizzazione dell'impatto acustico	9	337	278	75	205	51
T4	Campagna di sensibilizzazione degli utenti della strada ad adeguati stili di guida (guida tranquilla con minimizzazione delle emissioni rumorose)	11	450	293	100	221	68

*Interventi non realizzabili in questo contesto.

Tabella 5-5: definizione del rapporto benefici/costi (Leq_{day}) dei possibili interventi

		STRADA					
		via Legnago	viale Risorgimento, viale Isonzo	via Pitentino	Piaz.le di Porta Ceresè	via Verona	viale Piave
R1	Rafforzamento requisiti acustici passivi degli edifici (serramenti con elevate prestazioni acustiche)	34,243	1,26	2,281	0,887	3,242	2,922
R2	Barriere fonoassorbenti e fonoisolanti	69,145	*	*	*	*	*
R3	Terrapieni / modellazione del terreno	17,122	*	*	*	*	*
R4	Organizzazione funzionale dei locali esposti al rumore (locali sensibili nella porzione di edificio meno esposta)	0	0	0	0	0	0
R5	Pianificazione territoriale finalizzata alla realizzazione degli insediamenti residenziali ad un distanza maggiore dall'infrastruttura viaria	0	0	0	0	0	0
I1	Asfalto fonoassorbente	9,19	*	*	*	*	*
I2	Interventi di traffic calming (riduzione carreggiata, etc...)	32,926	0,485	3,589	0,341	3,7	1,124
I3	Nuova infrastruttura viaria	22,39	0,33	0,629	0,232	0,848	0,764
I4	Rotatoria	65,853	0,97	7,177	0,682	7,4	2,247
I5	Sincronizzazione semaforica per una migliore fluidificazione del traffico	1,646	0,024	0,179	0,017	0,185	0,056
I6	Manutenzione secondo necessità del manto stradale	13,829	0,204	1,507	0,143	1,554	0,472
T1	Limitazione circolazione dei mezzi pesanti	1,646	0,024	0,179	0,017	0,185	0,056
T2	Riduzione della velocità	1,646	0,024	0,179	0,017	0,185	0,056
T3	PUT con minimizzazione dell'impatto acustico	3,293	0,048	0,359	0,034	0,37	0,112
T4	Campagna di sensibilizzazione degli utenti della strada ad adeguati stili di guida (guida tranquilla con minimizzazione delle emissioni rumorose)	3,293	0,048	0,359	0,034	0,37	0,112

*Interventi non realizzabili in questo contesto.

L'analisi delle tabelle precedenti che riportano il rapporto costi benefici in funzione della tipologia di intervento realizzato ed in funzione del livello di popolazione esposta dopo l'attuazione dell'intervento mostrano che, in ambiti urbani:

- L'attività che minimizza il rapporto costi benefici e annulla la popolazione esposta a superamenti di rumore notturni, (nel caso in cui non sia possibile prevedere una nuova infrastruttura di attraversamento urbano) è data dal rafforzamento dei requisiti acustici

passivi degli edifici. Tuttavia azioni di mitigazione sulle infrastrutture esistenti come interventi di traffic calming possono comunque essere efficaci, andando a ridurre sensibilmente i costi di implementazione delle azioni.

- Le opere che risultano avere il miglior rapporto costi benefici senza però ottenere una risoluzione in termini di annullamento della popolazione esposta sono le attività che agiscono sulle limitazioni e moderazione del traffico, in particolare la componente di traffico pesante (T1-4).

5.3 Definizione delle azioni di piano

Nella tabella seguente sono individuate, per ciascun arco di strada, gli interventi possibili ed in grassetto le azioni ottimali; la scelta di tali azioni di piano deriva dall'analisi delle tabelle da Tabella 5-2 a Tabella 5-5 e dalla valutazione del contesto insediativo e dalle caratteristiche peculiari dell'infrastruttura stradale stessa.

Tabella 5-6: Possibili interventi realizzabili sui tratti stradali analizzati.

STRADA	INTERVENTI possibili e AZIONI di PIANO														
	R1	R2	R3	R4	R5	I1	I2	I3	I4	I5	I6	T1	T2	T3	T4
via Pitentino, viale Nuvolari, via Bettinelli, viale Mincio	x			x	x		x	x	x	x	x	x	X	x	x
viale Piave	x			x	x		x	x	x	x	X	x	x	x	x
viale Risorgimento, viale Isonzo	x			x	x		X	x	x	x	x	x	x	x	x
via Legnago	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x
via Verona	x			x	x		X	x	x	x	x	x	x	x	x
piazzale di Porta Cerese	x			x	x		x	x	x	x	x	x	x	X	x

Tra tutti i possibili interventi sono stati selezionati quelli da realizzare, sulla base di un'analisi volta a minimizzare sia il numero di persone esposte a superamenti dei livelli di rumore sia l'indice costi/benefici. Tali interventi, previsti quindi dal presente Piano, sono evidenziati in neretto nella Tabella 5-6, e di seguito elencati:

- Via Pitentino, per le caratteristiche della strada e per le ipotesi di risanamento già ipotizzate nel Piano di Risanamento Acustico, può essere mitigata prevedendo dei sistemi che contengano la velocità di percorrenza, soprattutto nel periodo notturno, all'interno del limite di 50 km/h;
- Viale Piave non permette ampi margini di scelta, ma valutando le ridotte criticità presenti, una manutenzione del manto stradale con minimizzazione di buche e tombini rumorosi può garantire un buon rapporto costi/benefici;
- Viale Risorgimento e via Verona sono state valutate approfonditamente nel Piano di Risanamento Acustico del Comune di Mantova e gli interventi previsti: traffic calming con aiuole centrali e restringimento della carreggiata, vengono confermati anche in questa analisi come i più efficaci;
- Via Legnago è stata dotata di asfalto fonoassorbente e di conseguenza una corretta manutenzione del manto stradale, che in caso di asfalto fonoassorbente comporta

anche prevedere una pulizia del manto stesso, permette di contenere il numero degli esposti;

- Piazzale di Porta Cerese non esistono interventi possibili di tipo puntuale, ma bisogna prevedere l'analisi delle condizioni di traffico in un contesto allargato all'intera città che può essere valutato solo all'interno della revisione del Piano Urbano del Traffico.

A conclusione dell'analisi delle definizioni delle azioni di piano e riprendendo quanto evidenziato nel punto precedente, si ribadisce l'importanza di effettuare una revisione del Piano Urbano del Traffico temperando un approccio acustico a quello prettamente trasportistico, che permetterebbe la minimizzazione degli impatti delle infrastrutture viarie su tutto il territorio del Comune di Mantova. Le azioni di piano qui descritte, infatti, rappresentano degli interventi puntuali che andranno analizzate e contestualizzate all'interno di un processo pianificatorio e programmatico di più ampia scala.

5.4 Simulazione dei miglioramenti sugli esposti delle azioni di piano con il software SoundPlan

Per poter effettuare la simulazione dei miglioramenti sugli esposti delle azioni di piano ci si è avvalsi del programma previsionale SoundPLAN ver. 6.5 commercializzato in Italia dalla Spectra s.r.l. per conto della Braunstein + Berndt GmbH.

SoundPLAN è un software utilizzato in ambiente Windows e che presenta al suo interno 12 standard europei di 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.

Il citato allegato raccomanda il metodo di calcolo ufficiale francese «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)», citato in «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, article 6» e nella norma francese «XPS 31-133»; tale metodo di calcolo è provvisoriamente consigliato per la determinazione degli indicatori comuni L_{den} e 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.

Sono state effettuate delle simulazioni modellistiche per valutare gli effetti sugli esposti delle misure di contenimento/riduzione del rumore proposte nel presente Piano ed indicate in Tabella 5-6. Le simulazioni sono state eseguite calcolando $L_{eq(A)}$ diurno e notturno, dove il periodo diurno è definito come la fascia oraria 6-22 e il notturno la fascia oraria 22-6.

Nelle Tavole 1 e 2 in allegato, sono rappresentati gli effetti di questi interventi sull'inquinamento acustico ed in particolare sulle aree di superamento dei limiti normativi di rumore. Come si può notare dalle tavole, gli interventi proposti permettono di ridurre sensibilmente l'area interessata da superamenti del limite diurno e notturno; in particolare, negli orari notturni, è previsto un completo risanamento, in via dei Mulini.

5-7: Riduzione percentuale dell'area interessata dal superamento del limite diurno a seguito degli interventi di piano

Superamento limite in dB(A)	AREA		
	Ante intervento (m ²)	Post intervento (m ²)	Riduzione (%)
2	85575,9	83614,7	-2,29%
4	94518,5	23107,2	-75,55%
6	35944,2	12384,9	-65,54%
8	12540,4	1181,3	-90,58%
10	1151,8	0,0	-100,00%

5-8: Riduzione percentuale dell'area interessata dal superamento del limite notturno a seguito degli interventi di piano

Superamento limite in dB(A)	AREA		
	Ante intervento (m ²)	Post intervento (m ²)	Riduzione (%)
2	45156,2	32615,9	-27,77%
4	35341,1	11759,2	-66,72%
6	20544,9	206,2	-98,99%
8	210,4	0,0	-100,00%

Dall'analisi delle Tabelle 5-7 e 5-8 si nota come a seguito degli interventi di mitigazione ci siano riduzioni delle aree soggette a superamenti sia rispetto ai limiti notturni che diurni. In particolare, le aree soggette ai maggiori superamenti, pari a 10 dB(A) in ambito diurno e 8 dB(A) in ambito notturno, si annullano totalmente.

6. DISPOSIZIONI PER LA VALUTAZIONE DELL'ATTUAZIONE E DEI RISULTATI DEL PIANO DI AZIONE: IL SISTEMA DI MONITORAGGIO

La direttiva 2001/42/CE in merito alla Valutazione Ambientale Strategica (VAS) degli effetti sull'ambiente di piani e programmi, prevede all'art.10 che vengano monitorati gli effetti ambientali significativi in fase di attuazione, al fine di individuare tempestivamente gli eventuali effetti negativi imprevisti ed essere in grado di adottare le opportune misure correttive.

Il D.Lgs. 194/2005 relativo alle attività di analisi e risoluzione delle problematiche di inquinamento acustico per le infrastrutture stradali, ha evidenziato anche la necessità e l'opportunità di definire un sistema di monitoraggio del Piano di Azione che si faccia carico della verifica da un lato dell'attuazione delle azioni di piano e dall'altro dell'efficacia delle azioni di riduzione dei livelli di rumore.

Nella definizione delle attività di monitoraggio sono da considerare le seguenti componenti:

- livello di attuazione delle misure prioritarie;
- grado di efficacia delle misure attuate (rilevamento traffico e livelli acustici);
- l'individuazione di situazioni impreviste;
- l'adozione di opportune misure correttive in grado di fornire indicazioni per una eventuale rimodulazione dei contenuti e delle azioni previste;
- l'informazione delle Autorità con competenza ambientale e del pubblico sui risultati periodici del monitoraggio delle azioni di piano attraverso l'attività di reporting.

In Tabella 6-2 e Figura 6-1 sono indicate tutte le stazioni di rilevamento del traffico veicolare installate nel Comune di Mantova.

Le modalità di definizione delle attività di monitoraggio del rumore, attraverso specifiche campagne, sono definite in funzione dei livelli di traffico e quindi dei livelli di emissione di rumore ed in funzione della realizzazione degli interventi di piano previsti. L'incrocio di tali informazioni nello schema seguente evidenzia tre differenti aree (vedi Tabella 6-1):

- AREA 1 in grigio: i livelli di traffico non sono critici ovvero i livelli di rumore non superano i limiti normativi (sulla base di stime modellistiche a partire dai dati di traffico). In questo caso la situazione ambientale è sicuramente non critica indipendentemente dall'attuazione degli interventi di piano.
- AREA 2 in giallo: i livelli di traffico assumono livelli di criticità significativi e sono state attuate le misure di piano. In questo caso è necessario verificare attraverso specifiche campagne di monitoraggio i livelli di rumore ambientale e determinare quindi la presenza o meno di condizioni di criticità, evidenziando quindi che le misure di Piano abbiano raggiunto o meno gli obiettivi di riduzione della popolazione esposta a superamenti dei limiti normativi.
- AREA 3 in rosso: i livelli di traffico assumono livelli di criticità significativi ma le misure di piano non sono state ancora attuate. In questo caso è necessario intervenire sulla base delle informazioni definite dal Piano di Azione.

Tabella 6-1: Schema del sistema di monitoraggio e di definizione delle modalità di conduzione delle campagne di monitoraggio del rumore.

Quadro schematico del sistema di monitoraggio		Grado di attuazione della misura	
		Attuata	Non attuata
Traffico livelli di criticità	Non critico	1 Mantenimento delle condizioni	
	Critico	2 Misura inefficace Analisi dei livelli di criticità campagne di monitoraggio rumore	3 Situazione da risanare

Per la realizzazione delle campagne di monitoraggio, considerato che il traffico stradale presenta caratteristiche di rumore variabile, bisogna prevedere misure continue di almeno una settimana, come previsto dalla normativa vigente.

In tale periodo settimanale deve essere rilevato il livello continuo equivalente ponderato A per ogni ora su tutto l'arco delle 24 ore giornaliere; dai singoli dati orari si calcolano:

- per ogni giorno i livelli equivalenti diurni e notturni;
- i valori medi settimanali diurni e notturni.
- i valori relativi ai descrittori Lden, Lnight, Levening così come definiti nel D.Lgs 194/2005.

Ai fini di un'analisi di maggiore dettaglio si ritiene opportuno aggiungere ai parametri precedentemente descritti e previsti dalla vigente normativa, i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L95 e L99.

Le misure devono essere condotte con microfono posto alla distanza di un metro dalle facciate degli edifici e ad una altezza di 4 metri dal suolo.

I dati del monitoraggio acustico costituiscono gli elementi di riferimento fondamentali per l'aggiornamento quinquennale della mappatura acustica così come previsto dalla vigente normativa.

Sulla base delle informazioni raccolte, sarà possibile redigere periodicamente un rapporto di monitoraggio ambientale che darà conto delle prestazioni del piano, rapportandole alle previsioni effettuate. Tale rapporto avrà la duplice funzione di informare i soggetti interessati ed il pubblico in generale sulle ricadute ambientali che la programmazione sta generando, ed inoltre di fornire al decisore uno strumento in grado di individuare tempestivamente gli effetti negativi imprevisti e dunque di consentire l'adozione delle opportune misure correttive.

Tabella 6-2: Stazioni di rilevamento del traffico veicolare installate nel Comune di Mantova.

ID	STRADA	STAZIONE	TIPOLOGIA STAZIONE	TIPOLOGIA SENSORI
1	viale Gorizia (altezza viale Gobio - viale Sabotino)	Impianto semaforico con punto di misura	Fissa con monitoraggio continuo di tipo volumetrico	Telecamera
2	strada Dosso del Corso - strada Circ.ne Sud - via dei Toscani		Fissa con monitoraggio continuo di tipo volumetrico	Loops
3	viale Piave (altezza viale Fiume)	Impianto semaforico pedonale con punto di misura	Fissa con monitoraggio continuo di tipo volumetrico	Telecamera
4	strada Chiesanuova (altezza via Miglioretti)		Fissa con monitoraggio continuo di tipo volumetrico	Telecamera
5	rotatoria via dei Mulini - viale Mincio - via Trento	Punto di misura	Fissa con monitoraggio continuo di tipo volumetrico e classificato	Loops
6	via Verona (altezza via Maldinaro)	Impianto semaforico pedonale con punto di misura	Fissa con monitoraggio continuo di tipo volumetrico	Telecamera
7	via Brescia (altezza strada Mantovanella)		Fissa con monitoraggio continuo di tipo volumetrico	Telecamera
8	strada Dosso del Corso - viale Pompilio - via Cremona	Impianto semaforico con punto di misura	Fissa con monitoraggio continuo di tipo volumetrico e classificato	Loops
9	strada Circonvallazione Sud - via Cremona		Fissa con monitoraggio continuo di tipo volumetrico e classificato	Loops
10	strada Circonvallazione Sud - viale Pompilio		Fissa con monitoraggio continuo di tipo volumetrico e classificato	Loops
11	via Brennero - strada Cipata - via Taliercio		Fissa con monitoraggio continuo di tipo volumetrico e classificato	Loops
12	viale della Repubblica (altezza largo XXIV Maggio)		Fissa con monitoraggio continuo di tipo classificato	Loops
13	viale Isonzo (altezza piazzale Vittorio Veneto)		Fissa con monitoraggio continuo di tipo classificato	Loops
14	via Legnago (altezza ponte di S. Giorgio)		Punto di misura	Fissa con monitoraggio continuo di tipo classificato
15	via Pitentino (altezza vicolo Giglio)	Fissa con monitoraggio continuo di tipo classificato		Loops e telecamera
16	strada Circonvallazione Sud (altezza piazza Benetollo)	Impianto semaforico pedonale con punto di misura	Fissa con monitoraggio continuo di tipo volumetrico	Telecamera
17	via Cremona (altezza piazzale Vittime dei Lager Nazisti)		Fissa con monitoraggio continuo di tipo volumetrico	Telecamera
18	piazzale Porta Cerese - viale Allende - corso Garibaldi	Impianto semaforico con punto di misura	Fissa con monitoraggio continuo di tipo volumetrico e classificato	Loops
19	via Cavriani	Telecamera ZTL	Fissa con monitoraggio continuo di tipo volumetrico e classificato	Loops
20	via Tassoni			
21	via Montanari			
22	via Fernelli (angolo piazza S. Giovanni)			
23	via Fernelli (angolo via Arrivabene)			
24	via Accademia (angolo piazza Dante Alighieri)			
25	via Calvi (angolo via Castiglioni)			
26	piazza Martiri di Belfiore			
27	corso della Libertà			
28	via Trieste (angolo via Pomponazzo)			



Figura 6-1: Stazioni di rilevamento del traffico veicolare installate nel Comune di Mantova (in verde le telecamere ZTL, in rosso i punti di misura)

