

**PROVINCIA DI BERGAMO
COMUNE DI DALMINE**

**PIANO D'AZIONE RELATIVO ALLE
INFRASTRUTTURE STRADALI CON TRAFFICO
VECOLARE SUPERIORE
A 3 MILIONI DI VEICOLI/ANNO**

Documento: IT_a_AP_MRoad0106

Descrizione: Report di Sintesi del Piano di Azione

Committente AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI DALMINE
PIAZZA LIBERTA' 1- 24044 DALMINE (BG)

Responsabile del Procedimento: DOTT. ARCH. MAURO DE SIMONE – RESPONSABILE DEL
SETTORE TECNICO DEL COMUNE DI DALMINE

Data 20 agosto 2019

Riferimento interno Rel. 091_2018

Il tecnico estensore DOTT. PAOLO GRIMALDI

Il Committente



INDICE

1	PREMESSA	4
2	IL QUADRO NORMATIVO IN MATERIA DI INQUINAMENTO ACUSTICO	5
2.1	LEGISLAZIONE FONDAMENTALE.....	5
2.2	DEFINIZIONI	5
3	AUTORITÀ COMPETENTE	7
4	INQUADRAMENTO DELL'INFRASTRUTTURA STRADALE	8
4.1	UBICAZIONE, DENOMINAZIONE, CARATTERISTICHE.....	8
4.2	DESTINAZIONI URBANISTICHE	12
4.3	ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO COMUNALE	15
4.4	CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DELLE INFRASTRUTTURE STRADALI.....	17
5	RICETTORI DI INTERESSE – DEFINIZIONE DEI VALORI LIMITE	19
6	SITUAZIONE ACUSTICA DERIVANTE DALLA MAPPATURA ACUSTICA	21
6.1	PREMESSA	21
6.2	MODELLO DI SIMULAZIONE ACUSTICA.....	21
6.3	DATI DI INPUT – CARATTERISTICHE DEL TRAFFICO VEICOLARE	22
6.4	SINTESI DEI RISULTATI.....	25
7	PIANO D'AZIONE	27
7.1	CONSIDERAZIONI GENERALI.....	27
7.2	MISURE ANTIRUMORE DI PROGETTO	28
7.2.1	INTERVENTI ATTIVI – ROTATORIE.....	29
7.2.1.1	PREMESSA.....	29
7.2.1.2	MODALITÀ DI CIRCOLAZIONE	31
7.2.1.3	GLI INTERVENTI PREVISTI	35
7.2.2	INTERVENTI ATTIVI – STESURA ASFALTO FONOASSORBENTE.....	38
7.2.3	POSSIBILI INTERVENTI PASSIVI.....	39
7.3	STRATEGIA DI LUNGO TERMINE	40
7.4	INFORMAZIONI DI CARATTERE FINANZIARIO	41
7.4.1	REALIZZAZIONE DELLE ROTATORIE	41
7.4.2	STESA DI ASFALTO A BASSA RUMOROSITÀ.....	42
7.4.3	RIFACIMENTO DI SERRAMENTI PRESSO RICETTORI	44
7.5	RESOCONTO DELL'INFORMAZIONE AL PUBBLICO	44
8	ALLEGATI	45

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Ampiezza delle fasce di pertinenza e limiti di immissione relativi ad infrastrutture stradali esistenti e assimilabili (ampliamenti in sede, affiancamento e varianti)	17
Tabella 2: Residenti per Via Provinciale.....	19
Tabella 3: Riassunto dei dati di traffico Via Provinciale.....	23
Tabella 4: Ripartizione oraria del traffico.....	24
Tabella 5: Riassunto elementi significativi mappa Lden.....	25
Tabella 6: Riassunto elementi significativi mappa L _{night}	26
Tabella 7: Esposizione dei residenti per via	26

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Estratto CTR dell'ubicazione di Via Provinciale 9
Figura 2: Fotografia aerea dell'ubicazione della Via Provinciale 10
Figura 3: Destinazioni urbanistiche (Fonte: PGT Dalmine – Piano delle Regole) 13
Figura 4: Zonizzazione acustica del territorio comunale 15
Figura 5: Stradario con posizione delle strade coinvolte nell'analisi 20
Figura 6: Individuazione incroci 34
Figura 7: Schema rotatoria Via Provinciale - Via Guzzanica 35
Figura 8: Schema rotatoria Via Provinciale - Via Locatelli 36
Figura 9: Schema rotatoria Via Provinciale - Via Roma 37

1 PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Dalmine, lo scrivente studio ha provveduto a redigere il Piano di Azione relativo alle infrastrutture stradali principali di competenza comunale presenti sul territorio, in ordine agli adempimenti a carico dei gestori di infrastrutture con traffico veicolare superiore a 3.000.000 di veicoli annui stabiliti dal D.Lgs. 19 agosto 2005 n. 194, secondo le indicazioni contenute negli allegati del medesimo decreto.

La Città di Dalmine ha individuato sul proprio territorio un solo tratto stradale avente flusso di traffico veicolare superiore a 3.000.000 veicoli/anno, per il quale ha provveduto, nell'anno 2017, a redigere le mappe acustiche; all'infrastruttura, identificabile nella Via Provinciale, ubicata nella zona est del territorio comunale, è stato attribuito il codice identificativo univoco IT_a_rd0106001; si evidenzia che il codice 0106 è stato attribuito dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (di seguito denominato MATTM) mentre il codice 001 è stato attribuito dal gestore dell'infrastruttura.

Si evidenzia che il codice è di prima individuazione, è da attribuire ad un unico tratto principale, e non modifica situazioni preesistenti.

Secondo quanto stabilito dall'articolo 1, comma 5 del D. Lgs. 194/2005, i piani d'azione devono essere aggiornati ogni 5 anni. Il presente lavoro è relativo alla prima stesura del Piano d'Azione, ed è successivo e conseguente alla precedente fase di Mappatura Acustica, redatta nell'anno 2017 dallo Studio di Acustica Applicata (di seguito indicata come Mappatura 2017), consegnata all'Amministrazione nel mese di giugno 2017.

La consegna del Piano è organizzata nelle seguenti sottocartelle di riferimento:

- CARTELLA PRINCIPALE: denominata "IT_a_rd00106"
- AP_REPORT: contiene il report di sintesi del Piano d'Azione (IT_a_AP_MRoad0106), oltre ai seguenti elaborati grafici con riferimento agli indicatori acustici previsti ai sensi della normativa europea, ovvero il L_{den} (livello giorno-sera-notte)
- mappe acustiche derivanti dalla Mappatura 2017
- REPORT_MECHANISM_XLS: contiene il "Noise Directive Dataflow 7 and 10 Coverage" per i Piani d'Azione, codificato con NoiseDirectiveDF_7_10_APCoverage_DF_7_10_MRoad.xls

- AP_REPORT: contiene la sintesi non tecnica del Piano d'Azione(IT_a_AP_MRoad0106_SummaryReport.pdf) ed il relativo webform (IT_a_AP_MRoad0106_Webform.doc).

2 IL QUADRO NORMATIVO IN MATERIA DI INQUINAMENTO ACUSTICO

2.1 LEGISLAZIONE FONDAMENTALE

Prima di entrare nel dettaglio della trattazione tecnica del problema, si ritiene opportuno elencare la legislazione fondamentale di riferimento in materia di acustica ambientale e inquinamento acustico.

- **D.P.C.M. 1 marzo 1991:** Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
- **Legge 26 ottobre 1995 n° 447:** Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- **D.P.C.M. 14 novembre 1997:** Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore.
- **D.M. 16 marzo 1998:** Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- **Legge Regionale 10 agosto 2001 n° 13:** Norme in materia di inquinamento acustico.
- **D.P.R. 30 marzo 2004 N° 142:** 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.
- **D.Lgs. 19 agosto 2005 n. 194:** Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
-

2.2 DEFINIZIONI

Si riassume il significato della simbologia utilizzata nel seguito della presente relazione, evidenziando che le definizioni sono tratte dagli allegati tecnici al D.M. 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico":

LA: Livello di rumore ambientale – è il livello di rumore raggiunto con il contributo di tutte le sorgenti disturbanti esaminate. È il livello di rumore che si confronta con i limiti acustici stabiliti dalla zonizzazione.

- **LR: Livello di rumore residuo** – è il livello di rumore che si ottiene eliminando le specifiche sorgenti disturbanti.

- **L_D: Livello differenziale** – è il livello di rumore che si ottiene dalla differenza tra L_A e L_R.
- **T_R: tempo di riferimento** - rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le h 6,00 e le h 22,00 e quello notturno compreso tra le h 22,00 e le h 6,00.
- **T_o: tempo di osservazione** - è un periodo di tempo compreso in T_R nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare.
- **T_M: tempo di misura** – durata delle misure effettuate, rappresentativa del fenomeno acustico in osservazione.
- **L_{Aeq,TR}: Livello di pressione sonora ponderata “A” nel periodo di riferimento**: è il livello di rumore L_A riferito al tempo di riferimento diurno o notturno, calcolato utilizzando la tecnica del campionamento, e considerando come tempo di osservazione T_o il periodo di tempo in cui si verifica il fenomeno sonoro in esame, relativo quindi al funzionamento di un determinato macchinario o dell'intero stabilimento.
- **Leq(A): Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A**; è l'indicatore acustico utilizzato per le rilevazioni fonometriche e per confrontare i risultati con i valori limite di immissione, emissione e differenziali.
- **L_N: Livello sonoro percentili**; rappresenta il livello di pressione sonora superato per l' N per cento del tempo di misura.
- **L_{den} (livello giorno-sera-notte)**: il descrittore acustico relativo all'intera giornata utilizzato per redazione delle mappe acustiche di cui al D.Lgs. 194/2005. Esso è definito dalla seguente formula:

$$L_{den} = 10 \log \left[(14 \times 10^{L_{day}/10} + 2 \times 10^{(L_{evening}+5)/10} + 8 \times 10^{(L_{night}+10)/10}) / 24 \right]$$

dove:

- a) **L_{den}** è il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato «A», determinato sull'insieme dei periodi giornalieri di un anno solare;
- b) **L_{day}** è il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato «A», definito alla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi diurni di un anno solare;
- c) **L_{evening}** è il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato «A», definito alla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi serali di un anno solare;

d) L_{night} 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;

dove, per tener conto delle condizioni sociologiche, climatiche ed economiche presenti sul territorio nazionale, i periodi vengono fissati in:

a) periodo giorno-sera-notte: dalle 6.00 alle 6.00 del giorno successivo, a sua volta così suddiviso:

1) periodo diurno: dalle 06.00 alle 20.00;

2) periodo serale: dalle 20.00 alle 22.00;

3) periodo notturno: dalle 22.00 alle 06.00;

b) l'anno è l'anno di osservazione per l'emissione acustica e un anno medio sotto il profilo meteorologico; dove si considera il suono incidente e si traslascia il suono riflesso dalla facciata dell'abitazione considerata. La determinazione di L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} sull'insieme dei periodi diurni, serali e notturni potrà avvenire attraverso l'applicazione di tecniche previsionali e/o di campionamento statistico.

3 AUTORITÀ COMPETENTE

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

- autorità: Città di Dalmine, Settore Tecnico;
- responsabile del procedimento: dott. arch. Mauro De Simone – Responsabile del Settore Tecnico;
- indirizzo: Piazza Libertà 1– 24044 Dalmine (BG)
- numero di telefono: +39/0356224875;
- e-mail: mauro.desimone@comune.dalmine.bg.it

4 INQUADRAMENTO DELL'INFRASTRUTTURA STRADALE

4.1 UBICAZIONE, DENOMINAZIONE, CARATTERISTICHE

La strada oggetto della presente relazione è la Via Provinciale, ubicata nella zona est del territorio comunale, secondo l'ubicazione riportata nelle seguenti figure 1 e 2; l'infrastruttura è anche nota come SP ex SS525 del Brembo, dal momento che ha avuto vari declassamenti (da statale prima a provinciale successivamente) fino ad essere declassata a strada comunale di categoria E in seguito alla cessione delle competenze in ordine alla sua gestione al Comune di Dalmine

Figura 1: Estratto CTR dell'ubicazione di Via Provinciale

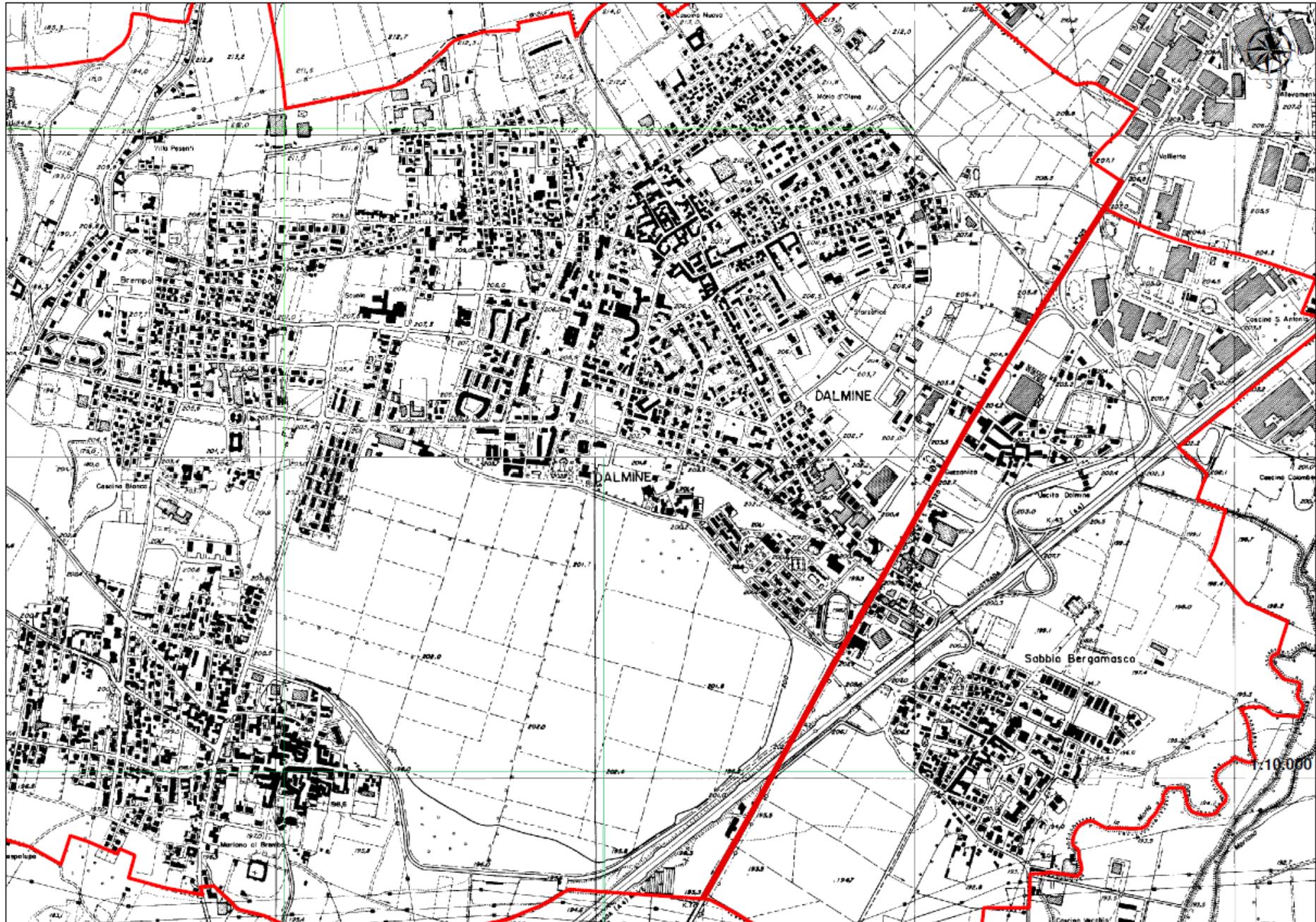


Figura 2: Fotografia aerea dell'ubicazione della Via Provinciale



L'infrastruttura è identificata con il seguente codice identificativo univoco: **IT_a_rd0106001, secondo le specifiche e i significati precisati in premessa.**

Essa decorre in direzione NE-SW dal confine con il territorio comunale di Lallio fino al confine con il territorio comunale di Osio Sopra.

Il sedime dell'infrastruttura oggetto del presente studio è interamente compreso all'interno del perimetro comunale di Dalmine, nel senso che non è condiviso con il territorio di altri comuni e non costituisce nemmeno elemento di confine, ad eccezione ovviamente delle zone NE e SW.

L'infrastruttura è a unica carreggiata, in genere con due corsie, una per senso di marcia, caratteristica non sempre mantenuta per tutta la lunghezza complessiva del tratto in questione, pari a circa 2.600,00 metri; sono invece presenti diversi calibri lungo il suo percorso come di seguito illustrato:

- Da confine NE con comune di Lallio fino alla progressiva 0,100 Km – Rotatoria intersezione con Via Vailetta: larghezza 8.00 metri
- Da progressiva 0,1 km fino a progressiva 0,415 km (rotatoria di intersezione con Tangenziale Sud Bergamo): larghezza 15,00 metri, con presenza di n. 2 corsi per ogni senso di marcia
- Da progressiva 0,415 fino a progressiva 0,840 km (incrocio Via Guzzanica): larghezza 10,00 metri.
- Da progressiva 0,840 fino a progressiva 1,450 Km (incrocio con Viale Europa): larghezza 12,00 m
- Da progressiva 1,450 fino a progressiva 2,585 Km (confine SW con Comune di Osio Sopra): larghezza 10,00 m

L'infrastruttura è da considerarsi come unico tratto principale di competenza dell'Amministrazione Comunale di Dalmine.

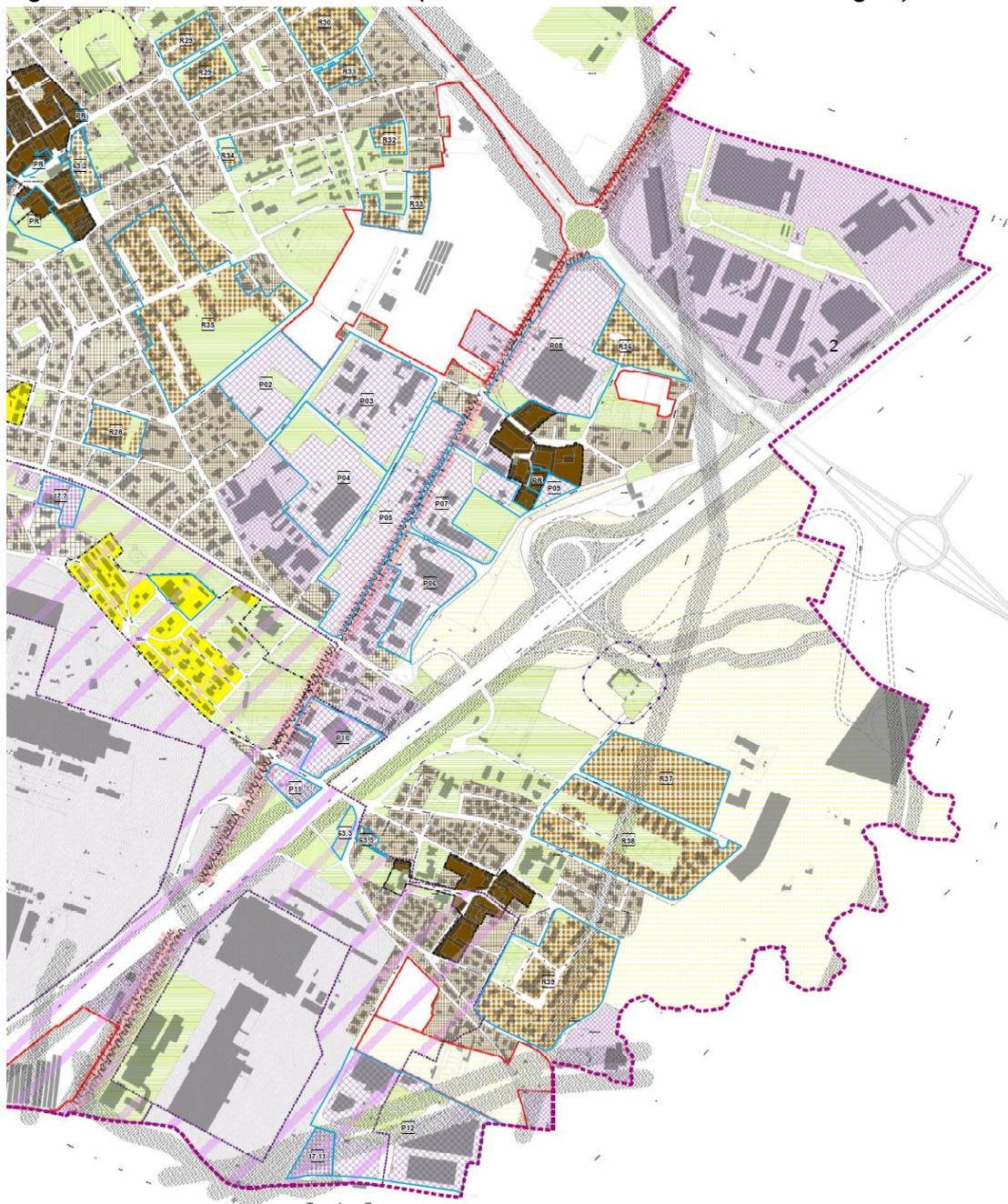
4.2 DESTINAZIONI URBANISTICHE

La strada in esame attraversa zone del territorio comunale per le quali lo strumento urbanistico individua quasi esclusivamente funzioni produttive e commerciali, peraltro ormai consolidate.

Sono presenti comunque diversi piccoli comparti destinati alla residenza, posti sia immediatamente in fregio alla strada in esame, sia a distanze maggiori, schermate dalle abitazioni precedenti o poste in corrispondenza delle intersezioni con le strade tributarie.

Non sono pertanto presenti nella zona, e lo strumento urbanistico non ne prevede l'insediamento, di destinazione d'uso sensibili dal punto di vista acustico, quali scuole, ospedali o strutture sanitarie di qualsiasi genere con degenza o permanenza di persone, parchi urbani.

Figura 3: Destinazioni urbanistiche (Fonte: PGT Dalmine – Piano delle Regole)



-  Limiti amministrativi del Comune di Dalmine
-  Ambiti di pertinenza del Documento di Piano
-  Ambiti di pertinenza del Piano dei Servizi
-  verde di arredo stradale
-  Pianificazione attuativa attiva
-  Ambienti di attenzione e reciprocità
-  Interventi di qualificazione della SP ex SS 525 (art. 17 pds)

AMBITI A VALENZA AMBIENTALE, AGRICOLA E PAESAGGISTICA

-  e1
-  Pliis del Basso Brembo

COMPONENTI DEL TESSUTO URBANO CONSOLIDATO

Ambiti per attività di tipo residenziale

-  a - centri storici e nuclei di antica formazione
-  perimetro (v. tavola centri storici)
-  b1 - La città greppiana
-  perimetro della Città Greppiana
-  b2.1
-  b2.2
-  b2.3
-  b3
-  b4

Ambiti per attività produttive, direzionali, terziarie, ricettive e multifunzionali

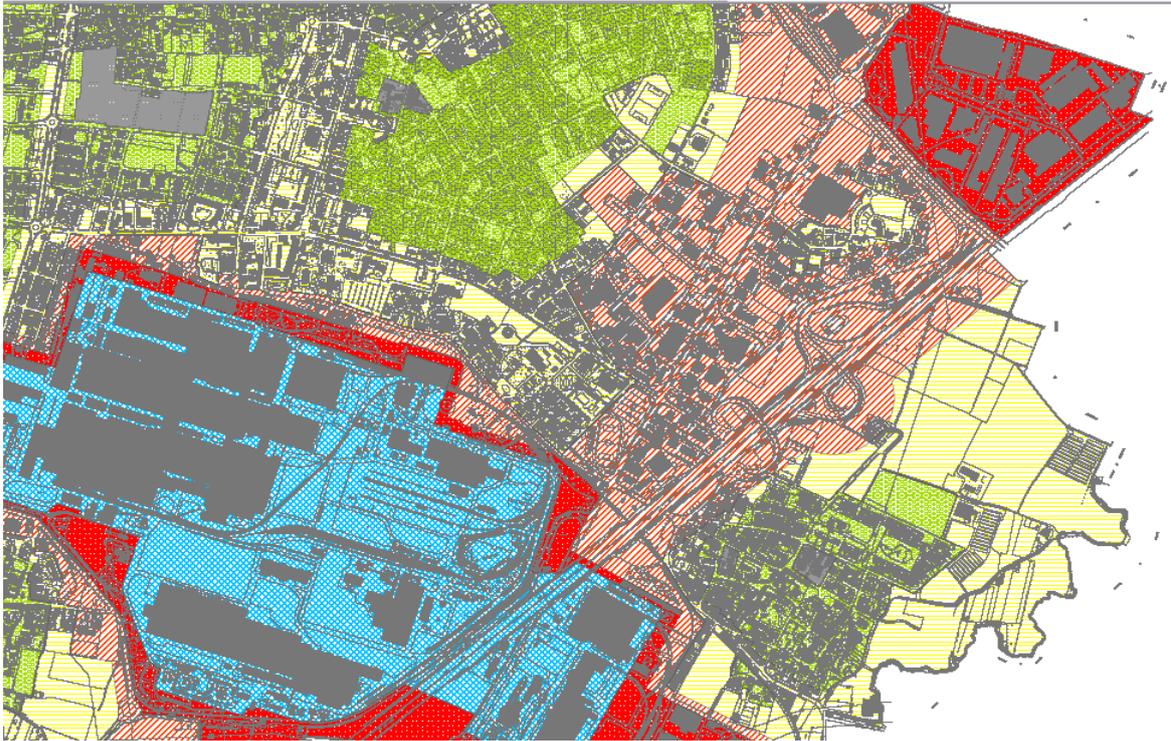
-  d1 "Tenaris Dalmine S.p.A."
-  d2
-  d3
-  d4

4.3 ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO COMUNALE

Dal punto di vista della vigente classificazione acustica del territorio comunale, tutte le aree situate a cavallo di Via Provinciale sono classificate in classe acustica IV – Aree prevalentemente industriali.

A partire dall'intersezione con Via Lombardia, l'infrastruttura in esame viene ad essere interposta tra gli insediamenti produttivi della ditta Tenaris di Dalmine e di Sabbio, e costeggia l'impianto di termovalorizzazione REA: la classificazione acustica indica pertanto una classificazione di tali zone in classe V e VI, destinate alle aree a destinazione urbanistica produttiva.

Figura 4: Zonizzazione acustica del territorio comunale



LIMITI SORGENTI SONORE
(D.P.C.M. 14.11.1997)



CLASSE I - AREE PARTICOLARMENTE PROTETTE

LIMITI DI EMISSIONE		LIMITI DI EMISSIONE	
GIORNO	NOTTURNO	GIORNO	NOTTURNO
50 dB(A)	40 dB(A)	45 dB(A)	35 dB(A)



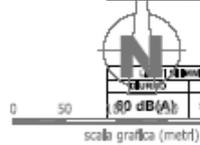
CLASSE II - AREE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALI

LIMITI DI EMISSIONE		LIMITI DI EMISSIONE	
GIORNO	NOTTURNO	GIORNO	NOTTURNO
55 dB(A)	45 dB(A)	50 dB(A)	40 dB(A)



CLASSE III - AREE DI TIPO MISTO

LIMITI DI EMISSIONE		LIMITI DI EMISSIONE	
GIORNO	NOTTURNO	GIORNO	NOTTURNO
60 dB(A)	50 dB(A)	55 dB(A)	45 dB(A)



CLASSE IV - AREE AD INTENSA ATTIVITA' UMANA

LIMITI DI EMISSIONE		LIMITI DI EMISSIONE	
GIORNO	NOTTURNO	GIORNO	NOTTURNO
65 dB(A)	55 dB(A)	60 dB(A)	50 dB(A)



CLASSE V - AREE PREVALENTEMENTE INDUSTRIALI

LIMITI DI EMISSIONE		LIMITI DI EMISSIONE	
GIORNO	NOTTURNO	GIORNO	NOTTURNO
70 dB(A)	60 dB(A)	65 dB(A)	55 dB(A)



CLASSE VI - AREE ESCLUSIVAMENTE INDUSTRIALI

LIMITI DI EMISSIONE		LIMITI DI EMISSIONE	
GIORNO	NOTTURNO	GIORNO	NOTTURNO
70 dB(A)	70 dB(A)	65 dB(A)	65 dB(A)

4.4 CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DELLE INFRASTRUTTURE STRADALI

Il D.P.R. 142/2004 definisce l'estensione di una particolare area limitrofa all'infrastruttura stradale, denominata fascia di pertinenza, all'interno della quale i limiti di riferimento vengono stabiliti dallo stesso decreto. Visto che tutte le strade oggetto di mappatura sono già entrate in esercizio alla data di emanazione del D.P.R. 142/2004, sono classificabili come "strade esistenti e assimilabili", di seguito viene riportata la tabella dei limiti allegata al D.P.R. 142/2004 relativa alle strade esistenti.

Tabella 1: Ampiezza delle fasce di pertinenza e limiti di immissione relativi ad infrastrutture stradali esistenti e assimilabili (ampliamenti in sede, affiancamento e varianti)

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

* per le scuole vale solo il limite diurno

Con riferimento alla classificazione della strada in categoria E – urbana di quartiere, sono individuate ai lati della strada fasce di pertinenza acustica ampie 30 metri all'interno delle quali il traffico veicolare deve rispettare i limiti della classificazione acustica del territorio comunale assegnata. Per il caso in esame, limitatamente al Comune di Dalmine, i valori limite da considerare all'interno delle fasce di pertinenza acustica sono quelli di immissione della classe IV, quindi 65 dB(A) per il tempo di riferimento diurno e 55 dB(A) per il tempo di riferimento notturno.

Si ricorda che, al di fuori delle fasce di pertinenza acustica stradale di cui al D.P.R. 142/2004, il rumore del traffico veicolare concorre al raggiungimento del limite di immissione definito, per la zona in questione, dalla classificazione acustica del territorio comunale.

5 RICETTORI DI INTERESSE – DEFINIZIONE DEI VALORI LIMITE

L'Amministrazione Comunale ha individuato mediante i propri uffici demografici i residenti in Via Provinciale e nelle strade che la intersecano; nella successiva tabella si riassumono tali residenti suddivisi per strada di residenza. Si riporta inoltre uno stradario che consente di individuare le strade di riferimento.

Si precisa che la tabella non evidenzia il numero complessivo di persone esposte a livelli elevati di rumorosità dovuta al transito di veicoli su Via Provinciale, ma gli abitanti saranno coinvolti nel processo di analisi dei realmente esposti a livelli elevati di rumore, in relazione alla posizione della propria residenza rispetto a Via Provinciale.

Tabella 2: Residenti per Via Provinciale

N° in mappa	Denominazione	N° residenti
1	VIA PROVINCIALE	117
2	VIA ABRUZZO	32
3	VIA BASCHENIS	81
4	VIA CARIANI	15
5	VIA CARNOVALI	10
6	VIA MONTE GRAPPA	49
7	VIA GUZZANICA	141
8	VIA ISTRIA	11
9	VIA LOCATELLI	426
10	VIA ROMA	49
11	VIA SAN VITO	90
12	VIA TRE VENEZIE	174
13	VIA VITTORIO VENETO	533
	TOTALE	1.728

6 SITUAZIONE ACUSTICA DERIVANTE DALLA MAPPATURA ACUSTICA

6.1 PREMESSA

La Città di Dalmine ha provveduto, ai sensi del D. Lgs. 194/05, a redigere per la prima volta le mappe acustiche relative all'infrastruttura in esame attraverso l'uso di modelli di calcolo in grado di determinare i valori dei descrittori a lungo termine nei tre periodi di riferimento diurno, serale e notturno (quindi in termini di L_{den} come indicatore acustico), tenendo conto degli effetti meteorologici e delle fluttuazioni dell'emissione acustica delle sorgenti nell'anno di osservazione. Il processo di mappatura è stato attuato secondo le diverse fasi fondamentali, schematicamente riportate di seguito:

- raccolta dei dati informativi e territoriali;
- ricostruzione del modello digitale del terreno (DGM), considerando la topografia della zona, peraltro di carattere prettamente pianeggiante
- modellazione degli edifici presenti nella zona considerata per la definizione sia dei livelli sonori determinati dal flusso veicolare in corrispondenza delle loro facciate, sia per la funzione di schermi alla propagazione sonora.
- predisposizione del sistema di calcolo per la stima dei livelli sonori;
- elaborazione delle mappe acustiche e della mappa acustica strategica;
- predisposizione dei risultati secondo i formati stabiliti dagli organi competenti;

6.2 MODELLO DI SIMULAZIONE ACUSTICA

La valutazione del clima acustico di porzioni di territorio estese e complesse, caratterizzate da una molteplicità di sorgenti, richiede l'utilizzo di un software di simulazione. L'adozione di un modello numerico previsionale è giustificata dall'impossibilità di effettuare un monitoraggio sperimentale del rumore presente in ampie regioni, essendo tale fenomeno caratterizzato da un'elevata variabilità nel tempo e nello spazio. Lo studio per la realizzazione della Mappa Acustica Strategica è stato svolto con l'ausilio integrato di un modello di simulazione acustica per ambienti esterni (software SOUNPLAN versione 7.4). Come dettagliato nei paragrafi seguenti, per le diverse sorgente di rumore investigate sono stati utilizzati approcci specifici, in funzione della tipologia di dato a disposizione.

In accordo con quanto disposto dall'allegato 2 all'articolo 6 del D.Lgs. 194/2005, i valori degli indicatori acustici di riferimento Lden e Lnight (per la loro definizione si rimanda a quanto illustrato dettagliatamente nel paragrafo 2), sono stati determinati mediante calcolo, utilizzando metodo di calcolo ufficiale francese «NMPB-Routes-96 (SETRACERTU-LCPC-CSTB)», citato nell'«Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routieres, Journal Officiel du 10 mai 1995, article 6» e nella norma francese «XPS 31-133». Per i dati di ingresso concernenti l'emissione, questi documenti fanno capo al documento «Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prevision des niveaux sonores, CETUR 1980».

Tale metodo è implementato sul software di calcolo utilizzato per l'elaborazione dei dati.

6.3 DATI DI INPUT – CARATTERISTICHE DEL TRAFFICO VEICOLARE

I dati di traffico veicolare decorrente sulla Via Provinciale sono stati messi a disposizione dall'Amministrazione Comunale di Dalmine e si riferiscono a rilievi effettuati nel maggio 2015.

In particolare sono stati effettuati conteggi e interviste, con successive elaborazioni che hanno permesso la descrizione dello stato di fatto mediante definizione dei flussi veicolari attuali nell'ora di punta, oltre che l'andamento nell'intera giornata.

L'indagine è stata effettuata analizzando il flusso veicolare proveniente da nord e da sud, distinguendo quindi i due sensi di marcia, e distinguendo velocità e tipologia di veicoli. Le indagini si sono svolte dal 12/05/2015 al 19/05/2015

Di seguito vengono riassunti i dati relativi alle giornate complete di rilevamento come traffico giornaliero, comprensivo pertanto dei rilevamenti nelle due direzioni di marcia.

Dai dati giornalieri è stato stimato il traffico veicolare medio giornaliero e quello complessivo annuale.

Tabella 3: Riassunto dei dati di traffico Via Provinciale

DATA	Flusso complessivo giornaliero
Mer. 13/05/2015	23.613
Gio. 14/05/2015	23.760
Ven. 15/05/2015	22.665
Sab. 16/05/2015	24.868
Dom. 17/05/2015	21.523
Lun. 18/05/2015	22.778
Media	23.200
Stima veicoli/anno (mediox300gg)	6.960.000

Il dato di 23.278 veicoli medi giornalieri (di cui 3.688 veicoli pesanti), derivante dall'elaborazione dei dati di traffico messi a disposizione, è stato utilizzato per l'elaborazione delle mappe acustiche oggetto del presente studio.

Il modello di calcolo utilizzato, stabilito dall'allegato 2 all'articolo 6 del D.Lgs. 194/2005, ha provveduto alla ripartizione oraria del flusso veicolare medio considerato considerando:

- La ripartizione oraria prevista dall'indicatore acustico Lden
- Una differente ripartizione tra veicoli leggeri e veicoli pesanti a seconda dei periodi definiti dall'indicatore acustico di riferimento

Nella tabella successiva si riassumono le ripartizioni orarie dei veicoli rilevati, con indicazione delle percentuali di veicoli leggeri e pesanti, secondo quanto precedentemente commentato; si evidenzia che i dati sono da intendersi come riferiti al traffico bidirezionale, quindi come somma dei veicoli provenienti da nord e provenienti da sud.

Tabella 4: Ripartizione oraria del traffico

	Tr_{day}		Tr_{evening}		Tr_{night}	
	(dalle 06:00 alle 20:00)		(dalle 20:00 alle 22:00)		(dalle 22:00 alle 06:00)	
	n° veicoli /ora					
DATA	Tot.	Pes.	Tot.	Pes.	Tot.	Pes.
13-14/05/15	1245	31	1136	8	494	4
% veicoli leggeri	98%		99%		99%	
% veicoli pesanti	2,49%		0,70%		0,81%	
14-15/05/15	1233	30	1136	8	525	3
% veicoli leggeri	98%		99%		99%	
% veicoli pesanti	2,43%		0,70%		0,57%	
15-16/05/15	1105	29	1088	6	634	3
% veicoli leggeri	97%		99%		100%	
% veicoli pesanti	2,62%		0,55%		0,47%	
16-17/05/15	1179	8	1234	2	848	1
% veicoli leggeri	99%		100%		100%	
% veicoli pesanti	0,68%		0,16%		0,12%	
17-18/05/15	919	2	1179	1	584	3
% veicoli leggeri	100%		100%		99%	
% veicoli pesanti	0%		0%		1%	
18-19/05/15	1208	29	989	9	441	4
% veicoli leggeri	98%		99%		99%	
% veicoli pesanti	2%		1%		1%	

Si evidenzia che su richiesta del modello, la strada è stata classificata come urbana (assimilabile alla categoria E o F) e di servizio.

I dati elaborati evidenziano una certa uniformità per quanto riguarda le quote orarie e le percentuali di ripartizione tra mezzi leggeri e mezzi pesanti sul transito complessivo di veicoli sull'infrastruttura in esame

6.4 SINTESI DEI RISULTATI

L'elaborazione dei risultati ha permesso l'elaborazione di due mappe relative ai livelli di pressione sonora intesi come L_{den} e L_{night} sviluppati in seguito al traffico veicolare in transito giornalmente sull'infrastruttura in esame.

La mappa L_{den} evidenzia i seguenti dati:

- 1) L'elaborazione è stata eseguite considerando fasce di rumore relative ai seguenti intervalli
 - $50 \text{ dB(A)} < L_{den} < 55 \text{ dB(A)}$
 - $55 \text{ dB(A)} < L_{den} < 60 \text{ dB(A)}$
 - $60 \text{ dB(A)} < L_{den} < 65 \text{ dB(A)}$
 - $65 \text{ dB(A)} < L_{den} < 70 \text{ dB(A)}$
 - $L_{den} > 70 \text{ dB(A)}$
- 2) L'area complessiva sottesa dalla curva di isolivello inferiore contemplata nell'indagine ($L_{den} = 55 \text{ dB(A)}$) risulta essere di complessivi 653.000 m^2 .
- 3) Nella tabella successiva si suddividono le varie estensioni delle varie fasce con indicazione degli elementi significativi:

Tabella 5: Riassunto elementi significativi mappa L_{den}

FASCIA	ESTENSIONE [m^2]	Popolazione esposta (n. persone)	Ricettori sensibili
$50 \text{ dB(A)} < L_{den} < 55 \text{ dB(A)}$	228444,552435	98	Nessuno
$55 \text{ dB(A)} < L_{den} < 60 \text{ dB(A)}$	155597,159937	29	Nessuno
$60 \text{ dB(A)} < L_{den} < 65 \text{ dB(A)}$	118542,631647	39	Nessuno
$65 \text{ dB(A)} < L_{den} < 70 \text{ dB(A)}$	93067,462991	87	Nessuno
$L_{den} < 70 \text{ dB(A)}$	59037,464545	0	Nessuno

La mappa L_{night} evidenzia i seguenti dati:

- 1) L'elaborazione è stata eseguite considerando fasce di rumore relative ai seguenti intervalli
 - $50 \text{ dB(A)} < L_{night} < 55 \text{ dB(A)}$
 - $55 \text{ dB(A)} < L_{night} < 60 \text{ dB(A)}$
 - $60 \text{ dB(A)} < L_{night} < 65 \text{ dB(A)}$
 - $L_{night} > 65 \text{ dB(A)}$

- 2) L'area complessiva sottesa dalla curva di isolivello inferiore contemplata nell'indagine ($L_{L_{night}} = 50 \text{ dB(A)}$) risulta essere di complessivi 409.000 m^2 .

Nella tabella successiva si suddividono le varie estensioni delle varie fasce con indicazione degli elementi significativi:

Tabella 6: Riassunto elementi significativi mappa L_{night}

FASCIA	ESTENSIONE [m^2]	Popolazione esposta	Ricettori sensibili
$55 \text{ dB(A)} < L_{night} < 50 \text{ dB(A)}$	12769,375765	29	Nessuno
$60 \text{ dB(A)} < L_{night} < 55 \text{ dB(A)}$	11973,639381	39	Nessuno
$65 \text{ dB(A)} < L_{night} < 60 \text{ dB(A)}$	11496,229783	87	Nessuno
$L_{night} > 65 \text{ dB(A)}$	5633,377786	0	Nessuno

La tabella seguente mostra la ripartizione delle persone esposte suddivise per le vie di residenza.

Tabella 7: Esposizione dei residenti per via

Lden	Lnight	n° persone
Via Provinciale		
70-65	65-60	81
65-60	60-55	34
60-55	55-50	1
Via Baschenis		
60-55	55-50	12
Via Cariani		
70-65	65-60	6
65-60	60-55	5
60-55	55-60	2
55-50	50-45	2
Via Carnovali		
60-55	55-50	8
55-50	50-45	2
Via Guzzanica		
60-55	55-50	4
Via Istria		
55-50	50-45	11
Via Tre Venezie		
55-50	50-45	83
Via Vittorio Veneto		
60-55	55-50	2

7 PIANO D'AZIONE

7.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

Le mappe acustiche hanno evidenziato situazioni che necessitano di attenta valutazione determinate dal traffico veicolare in corrispondenza dell'unica infrastruttura, di competenza comunale, individuabile sul territorio comunale, avente traffico veicolare annuale superiore a 3.000.000 di veicoli.

A fronte di numeri importanti relativi al traffico veicolare presente, si può affermare che sussistono situazioni particolarmente critiche, per quanto riguarda l'esposizione di persone residenti, dal momento che:

- 1) La destinazione urbanistica del comparto territoriale in esame non ha favorito la delocalizzazione di quartieri residenziali;
- 2) Alcuni insediamenti residenziali presenti sono collocati in fregio alla strada;
- 3) I residenti individuati sono soggetti a esposizione superiori a 65 dB(A), inteso come L_{den} .

7.2 MISURE ANTIRUMORE DI PROGETTO

Si premette che la Città di Dalmine è alla sua prima redazione del Piano d'Azione: fino ad oggi l'Amministrazione Comunale non ha mai considerato l'ipotesi di attuare precise misure antirumore sia di tipo attivo (pianificazione della viabilità, delocalizzazioni), che di tipo passivo (barriere, rifacimento di serramenti presso ricettori).

Per quanto riguarda la pianificazione di possibili interventi volti alla diminuzione dell'esposizione delle persone residenti al rumore, si devono innanzitutto considerare i seguenti fattori di carattere generale da ritenersi imprescindibili:

- 1) La zona interessata dalla presenza dell'infrastruttura in esame ha una vocazione prettamente produttiva e commerciale, dove non è richiesto un clima acustico di particolare quiete in ragione delle destinazioni d'uso presenti;
- 2) L'analisi territoriale condotta mediante la redazione delle mappe acustiche ha evidenziato però la presenza di persone esposte a livelli di pressione sonora particolarmente elevati, per le quali sarebbe necessaria l'attuazione di misure urgenti di riduzione del rumore.
- 3) L'eventuale adozione di presidi antirumore (come, a puro titolo di esempio, barriere antirumore, risulterebbe di difficile realizzazione considerando anche le destinazioni produttive e commerciali presenti nella zona.

Si ritiene che gli interventi valutabili nell'arco dei prossimi cinque anni, volti a ridurre le esposizioni al rumore derivante dall'infrastruttura IT a rd0106001 presso i ricettori residenziali individuati e considerati nel presente piano d'azione, possano essere sostanzialmente di due tipologie:

- 1) **Sistemi attivi, volti pertanto a diminuire la potenza sonora della sorgente disturbante all'origine: in questo caso le soluzioni proposte consisterebbero**
 - a. **nella riduzione della velocità dei veicoli costituenti il traffico veicolare, mediante la realizzazione di rotatorie in corrispondenza delle intersezioni principali dell'infrastruttura in esame con altre infrastrutture della viabilità cittadina**
 - b. **nell'utilizzo di asfalti fonoassorbenti da stendere in corrispondenza dei tratti di infrastruttura che determinano maggiore esposizione alla popolazione residente;**

- 2) **Sistemi passivi, volti a diminuire il livello di pressione sonora (quindi l'effetto nell'ambiente esterno di una determinata potenza sonora associabile ad una sorgente: in questo caso si parla di promuovere e favorire, mediante gli strumenti amministrativi e finanziari a disposizione dell'amministrazione comunale la messa in opera di sistemi di isolamento sugli edifici ricettori occupati dalle persone esposte.**

7.2.1 INTERVENTI ATTIVI – ROTATORIE

7.2.1.1 PREMESSA

Il ruolo delle intersezioni a circolazione rotatoria come strumenti per la moderazione della velocità è ormai confermato da numerose esperienze condotte sia a livello nazionale che internazionale. A tal proposito, in un recente studio (Rotatorie stradali come dispositivi di traffic calming. Le Strade. n° 10 - Ottobre 2003), si è avuto modo di rilevare una riduzione media della velocità del 55-60% nelle fasi di avvicinamento alle rotatorie, ed una diminuzione molto più contenuta, pari circa al 20-30%, nelle situazioni in cui gli utenti si approssimano alle intersezioni a raso tradizionali.

Le rotatorie, inoltre, favorendo la fluidificazione di tutte le manovre, riducono al minimo i fenomeni di “fermata e ripartita” (stop and go) che invece contraddistinguono le altre soluzioni progettuali (incroci semaforizzati o regolati dai segnali di stop o dare precedenza).

Le osservazioni appena svolte rendono conto di come, affrontando le rotatorie, gli utenti siano indotti a svolgere un ciclo di guida praticamente privo di brusche accelerazioni (dal momento che non si hanno partenze “da fermi”) e di repentine decelerazioni (non essendo, in genere, necessario dover arrestare completamente il veicolo); se si tiene poi conto anche delle moderate velocità d'approccio, risulta evidente come il motore dei veicoli e tutti gli organi meccanici ad esso connesso, siano minimamente sollecitati rispetto alle condizioni di marcia associate alle intersezioni a raso canoniche (a tre o a più rami).

Queste considerazioni sul regime dei motori durante un ciclo di guida introducono direttamente le questioni relative alla produzione di rumore. È infatti noto che, all'origine del rumore veicolare, si pongono due principali categorie di sorgenti:

- quelle connesse al numero di giri del motore;
- quelle associate alla velocità del veicolo su strada.

Nella prima categoria, che è indipendente dalla seconda, rientrano il motore, l'impianto di aspirazione e scarico, la ventola di raffreddamento, gli alberi di trasmissione, il cambio, le pompe idrauliche e i generatori elettrici. Della seconda categoria, invece, fanno parte il rumore provocato dall'interazione pneumatici-strada e il rumore aerodinamico.

Il rumore del motore è principalmente dovuto all'aspirazione dell'aria, alla combustione nella camera di scoppio, alle emissioni dei gas combusti, agli accoppiamenti meccanici (punterie, ingranaggi, trasmissioni a catena, ecc.), alle vibrazioni (causate dai carichi variabili determinati dalla pressione dei gas, dalle forze d'inerzia, dall'azione delle masse rotanti e di quelle in moto relativo) ed alle vibrazioni indotte nella carrozzeria.

Il rumore da rotolamento dipende, sostanzialmente, dalla velocità del veicolo, nonché dalle caratteristiche e dalle condizioni del manto stradale (rugosità, tipo di inerti e granulometrie utilizzate, grado di ammaloramento, proprietà di assorbimento acustico); le caratteristiche del pneumatico (dimensione, carico, pressione di gonfiaggio, disegno del battistrada, grado di usura), il peso del veicolo e la sua accelerazione, hanno, invece, una minore influenza. Tale rumore è prodotto da tre fenomeni principali: l'impatto del battistrada sulla superficie ("rumore di impatto"), la vibrazione dell'aria compressa fra i tasselli del battistrada per effetto della deformazione elastica del pneumatico ("pompaggio dell'aria") e il cosiddetto "slip and stick" (aggrappamento del pneumatico sugli inerti dello strato superficiale della pavimentazione stradale).

Il rumore aerodinamico, infine, è dovuto all'impatto della vettura contro l'aria ed è funzione, oltre che della velocità, del profilo della carrozzeria.

In generale, a basse velocità (intorno a 50-60 km/h), il motore e il sistema di aspirazione e scarico costituiscono le sorgenti di rumore predominanti, mentre a velocità maggiori aumenta sensibilmente l'apporto del rumore di rotolamento dei pneumatici. Per velocità superiori a 100 km/h diviene significativo anche il contributo del rumore aerodinamico.

Negli ambiti urbani, caratterizzati da velocità operative intorno ai 40 km/h ed in quelli suburbani e periurbani, attraversati da correnti veicolari a velocità comprese generalmente tra i 60 ed i 70 km/h, l'inquinamento acustico prodotto dal traffico stradale è, pertanto, imputabile principalmente al rumore prodotto dalle sorgenti direttamente correlate al motore.

In questo contesto, si possono inquadrare i vantaggi, in termini di minore inquinamento acustico, associati al comportamento di guida indotto dalle rotatorie. A tal proposito, esistono degli studi, sviluppati a livello internazionale, che dimostrano come la presenza di rotatorie comporti una riduzione di rumore, in termini di livello sonoro equivalente, compresa tra 1 e 4 dB (in ogni ora della giornata e fino a 60 m dall'incrocio).

7.2.1.2 MODALITÀ DI CIRCOLAZIONE

Partendo dall'intersezione dell'infrastruttura in esame con la tangenziale sud di Bergamo (area nord-est), e con riferimento alla successiva figura n. 6, il primo incrocio presente è l'**Incrocio C1** in cui convergono le seguenti strade: Via Provinciale – Via Guzzanica – Via Tre Venezie. Via Provinciale è una strada primaria a livello territoriale sulla rete viaria di Dalmine che collega Dalmine Centro e gli altri nuclei con il casello dell'Autostrada A4, con la ex SS 470 dir e prosegue verso Nord in direzione Bergamo, verso Sud in direzione Milano. Il calibro stradale è di circa 11 m e si attesta all'incrocio con una corsia sia provenendo da Nord che da Sud. Via Guzzanica è una strada primaria a livello urbano a doppio senso di circolazione che collega i nuclei di Sforzatica S. Andrea e Sforzatica S. Maria con la Via Provinciale ed ha un calibro stradale di circa 8 m; si attesta all'incrocio con una corsia. Via Tre Venezie è una strada secondaria a livello urbano a doppio senso di circolazione che collega l'abitato di Guzzanica con Via Provinciale ed ha un calibro stradale di circa 8 m; si attesta all'incrocio con una corsia.

L'intersezione è regolamentata da un impianto semaforico con un ciclo complessivo di 118 secondi e tre fasi semaforiche. Nella Fase I (70 secondi) hanno il verde i veicoli della Via Provinciale in entrambe le direzioni; nella Fase II (10 secondi) transitano solo i veicoli della Via Provinciale provenienza Sud; nella Fase III (25 secondi) è consentito il transito ai veicoli di Via Guzzanica e Via Tre Venezie contemporaneamente.

Nell'**Incrocio C2** convergono le seguenti strade: Via Provinciale – Via Abruzzo.

Via Abruzzo è una strada locale urbana a doppio senso di circolazione che collega parte di Guzzanica con Via Provinciale ed ha un calibro che varia tra 9 e 6 m; si attesta all'incrocio con una corsia. L'intersezione è regolamentata tramite le precedenze da Codice per cui i veicoli che provengono da Via Abruzzo si attestano all'incrocio fermandosi e dando la precedenza con obbligo di svolta a destra. Per chi transita su Via Provinciale verso Sud c'è il divieto di svolta a sinistra.

Nell'**Incrocio C3** convergono le seguenti strade: Via Provinciale – Via Valle d'Aosta.

Via Valle d'Aosta è una strada locale urbana a doppio senso di circolazione che collega Via Piemonte con Via Provinciale ed ha un calibro di circa 9 m; si attesta all'incrocio con una corsia. L'intersezione è regolamentata tramite le precedenza da Codice per cui i veicoli che provengono da Via Valle d'Aosta si attestano all'incrocio fermandosi e dando la precedenza per la svolta a sinistra con immissione nella corsia di canalizzazione; per chi transita su Via Provinciale verso Sud è consentita la svolta a sinistra su corsia di canalizzazione.

Nell'**Incrocio C4** convergono le seguenti strade: Via Provinciale – Via Locatelli. Per Via Provinciale valgono le valutazioni per incrocio C1 ad eccezione delle corsie di attestamento infatti in entrambe le provenienze, da Nord e da Sud, si attesta con una corsia per le manovre di svolta diritto-destra ed un'altra corsia per le sole svolte a sinistra. Via Locatelli è una strada primaria a livello urbano a doppio senso di circolazione che collega ad Ovest di Via Provinciale con Dalmine Centro, ad Est gli insediamenti a Sud di Guzzanica; ha un calibro stradale di circa 8 m; si attesta all'incrocio con una corsia provenendo da Est, con due corsie provenendo da Ovest.

L'intersezione è regolamentata da un impianto semaforico con un ciclo complessivo di 114 secondi e tre fasi semaforiche. Nella Fase I (72 secondi) hanno il verde i veicoli della Via Provinciale in entrambe le direzioni con le sole manovre di svolta diritto-destra; nella Fase II (12 secondi) transitano solo i veicoli della Via Provinciale provenienza Nord e Sud con manovra di svolta a sinistra; nella Fase III (30 secondi) è consentito il transito ai veicoli di Via Locatelli di provenienza sia Est che Ovest.

Nell'**Incrocio C5** convergono le seguenti strade: Via Provinciale – Via Roma – Via V. Veneto. Per Via Provinciale valgono le valutazioni per incrocio C1 ad eccezione delle corsie di attestamento infatti in entrambe le provenienze, da Nord e da Sud, si attesta con una corsia per le manovre di svolta diritto-destra ed un'altra corsia per le sole svolte a sinistra. Via Roma è una strada primaria a livello urbano a doppio senso di circolazione che collega ad Est di Via Provinciale con il nucleo Sabbio; ha un calibro stradale di circa 10 m; si attesta all'incrocio con due corsie con manovre di svolta diritto-destra e sinistra. Via V. Veneto è una strada secondaria a livello urbano a doppio senso di circolazione che collega con gli insediamenti compresi fra Via

Locatelli e Tenaris; ha un calibro stradale di circa 7 m; si attesta all'incrocio con una sola corsia.

L'intersezione è regolamentata da un impianto semaforico con un ciclo complessivo di 127 secondi e tre fasi semaforiche. Nella Fase I (63 secondi) hanno il verde i veicoli della Via Provinciale in entrambe le direzioni con le sole manovre di svolta diritto-destra; per chi proviene da Via Provinciale Sud la Fase I è prolungata (76 secondi); nella Fase II (21 secondi) transitano solo i veicoli della Via Provinciale provenienza Nord e Sud con manovra di svolta a sinistra; nella Fase III (30 secondi) è consentito il transito ai veicoli di provenienza sia di Via Roma che di Via V. Veneto.

Nell'**Incrocio C6** convergono le seguenti strade: Via Provinciale – Viale Lombardia. Per Via Provinciale valgono le valutazioni per incrocio C1 ad eccezione delle corsie di attestamento infatti la provenienza da Sud, si attesta con una corsia per la manovra di svolta diritto ed un'altra corsia per le svolte a sinistra. Via Lombardia è una strada primaria a livello urbano a doppio senso di circolazione che collega ad Ovest di Via Provinciale con il nucleo Mariano; ha un calibro stradale di circa 9 m; si attesta all'incrocio con due corsie con manovre di svolta destra e sinistra.

L'intersezione è regolamentata da un impianto semaforico con un ciclo complessivo di 126 secondi e tre fasi semaforiche. Nella Fase I (65 secondi) hanno il verde i veicoli della Via Provinciale in entrambe le direzioni: per chi proviene da Via Provinciale Sud in direzione Nord mentre per chi proviene da Via Provinciale Nord la Fase I è prolungata (77 secondi); nella Fase II (13 secondi) transitano solo i veicoli della Via Provinciale provenienza Sud con manovra di svolta a sinistra; nella Fase III (30 secondi) è consentito il transito ai veicoli di provenienza Viale Lombardia con due corsie di attestamento: una per la svolta a destra e l'altra per la svolta a sinistra.

Figura 6: Individuazione incroci

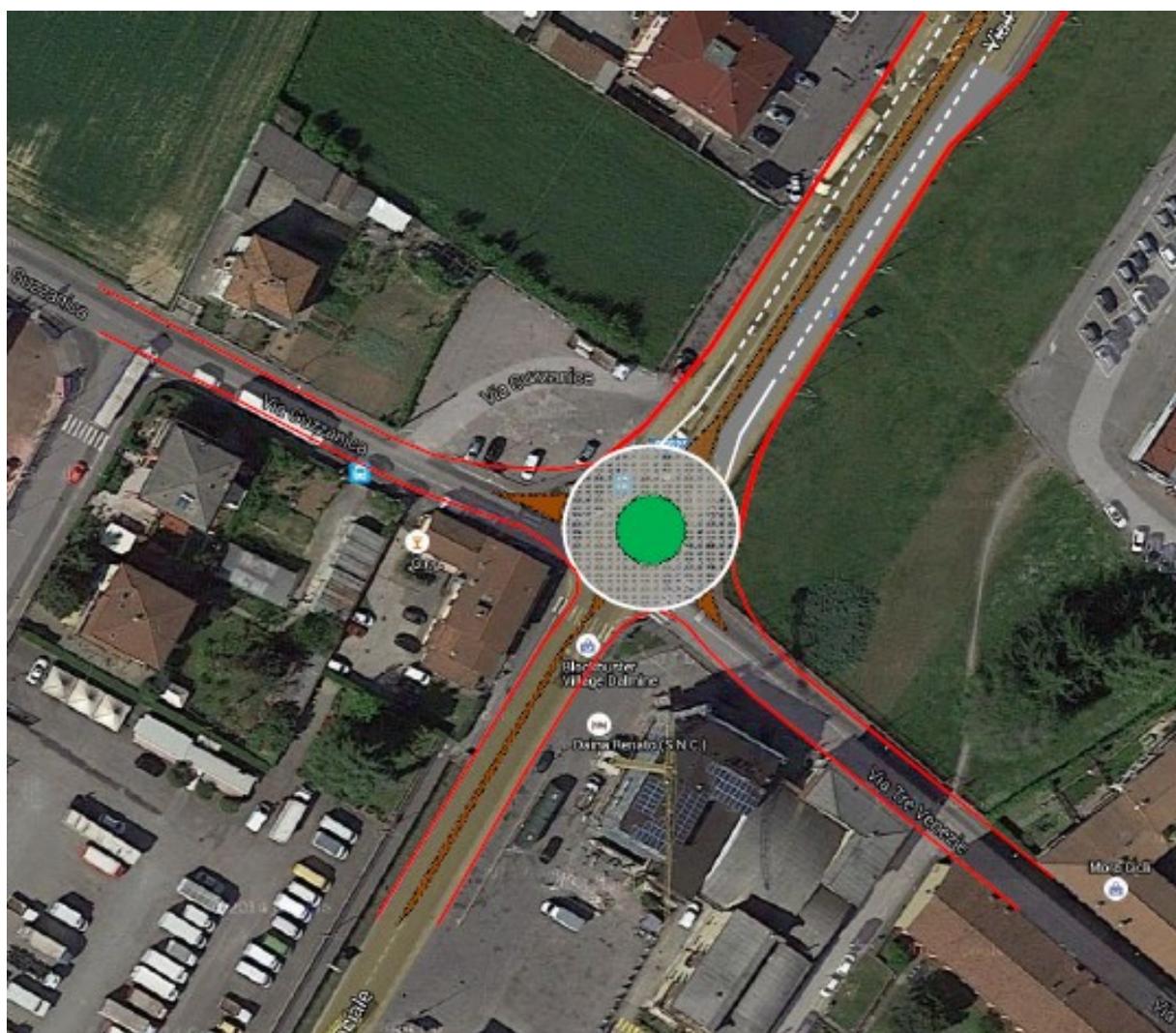


7.2.1.3 GLI INTERVENTI PREVISTI

Nell'ambito della pianificazione prevista dal Piano Generale del Traffico Urbano della Città di Dalmine, è prevista, lungo l'infrastruttura IT_a_rd0106001 la realizzazione di n. 3 rotonde principali in corrispondenza degli incroci:

- C1 (intersezione con Via Guzzanica); la soluzione per questo nodo consiste nell'eliminazione dell'impianto semaforico per sostituirlo con una rotonda di dimensioni adeguate, che contenga spazi sufficienti per prevedere il doppio attestamento su gran parte delle direttrici, la doppia corsia sull'anello e che funzioni naturalmente con le precedenze in rotonda (schema alla francese).

Figura 7: Schema rotonda Via Provinciale - Via Guzzanica

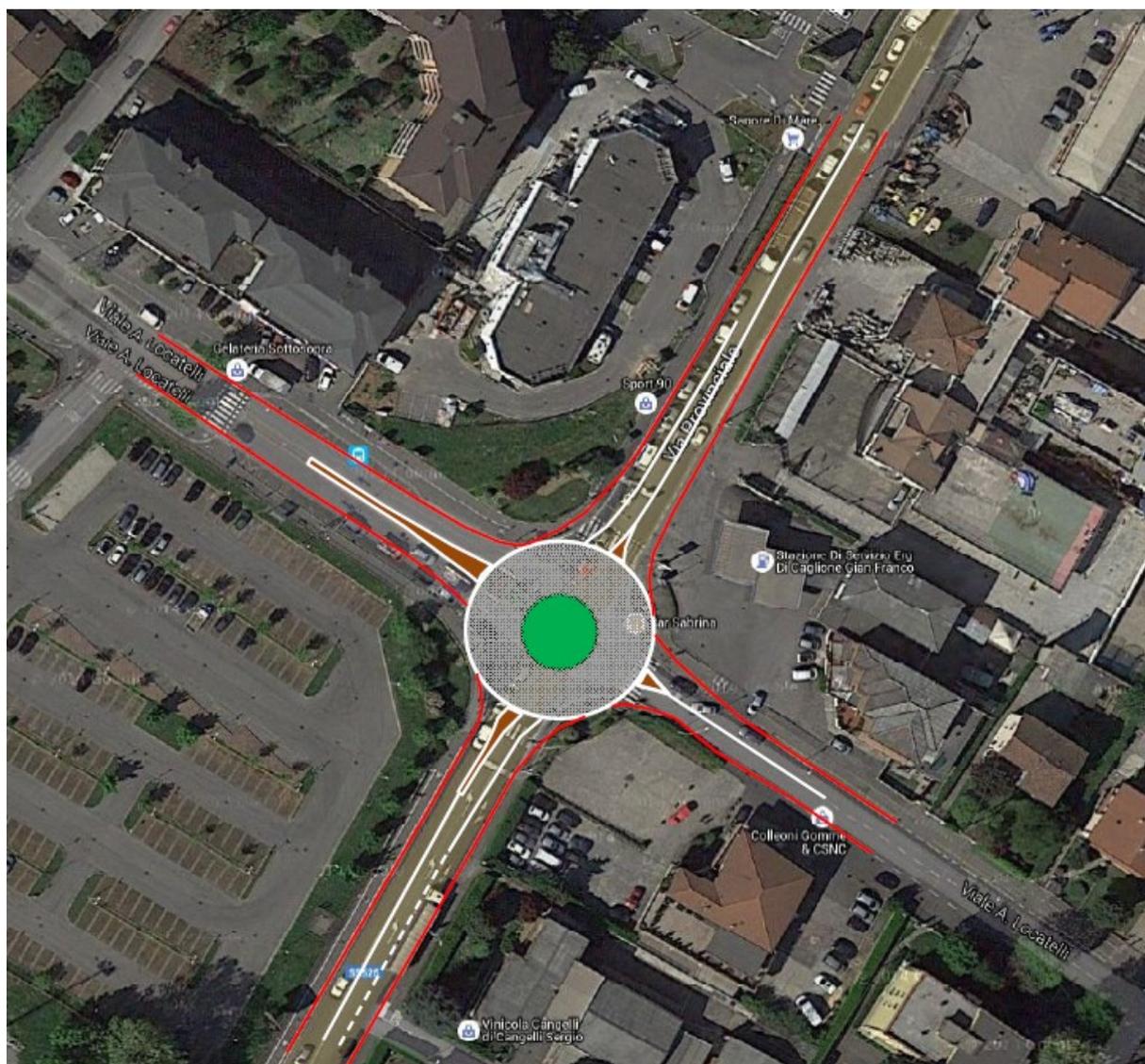


- C4 (intersezione con Via Locatelli): le valutazioni fatte per questo nodo hanno riguardato la necessità di renderlo compatibile, vista la sua posizione baricentrica, con un assetto della Via Provinciale che punta a garantire

maggiore fluidità rispetto ad oggi, con la presenza di una rotatoria in corrispondenza dell'incrocio con Via Guzzanica, e di una rotatoria con tutta probabilità anche in corrispondenza dell'incrocio con Via Roma, altro nodo interessato oggi da acute sofferenze.

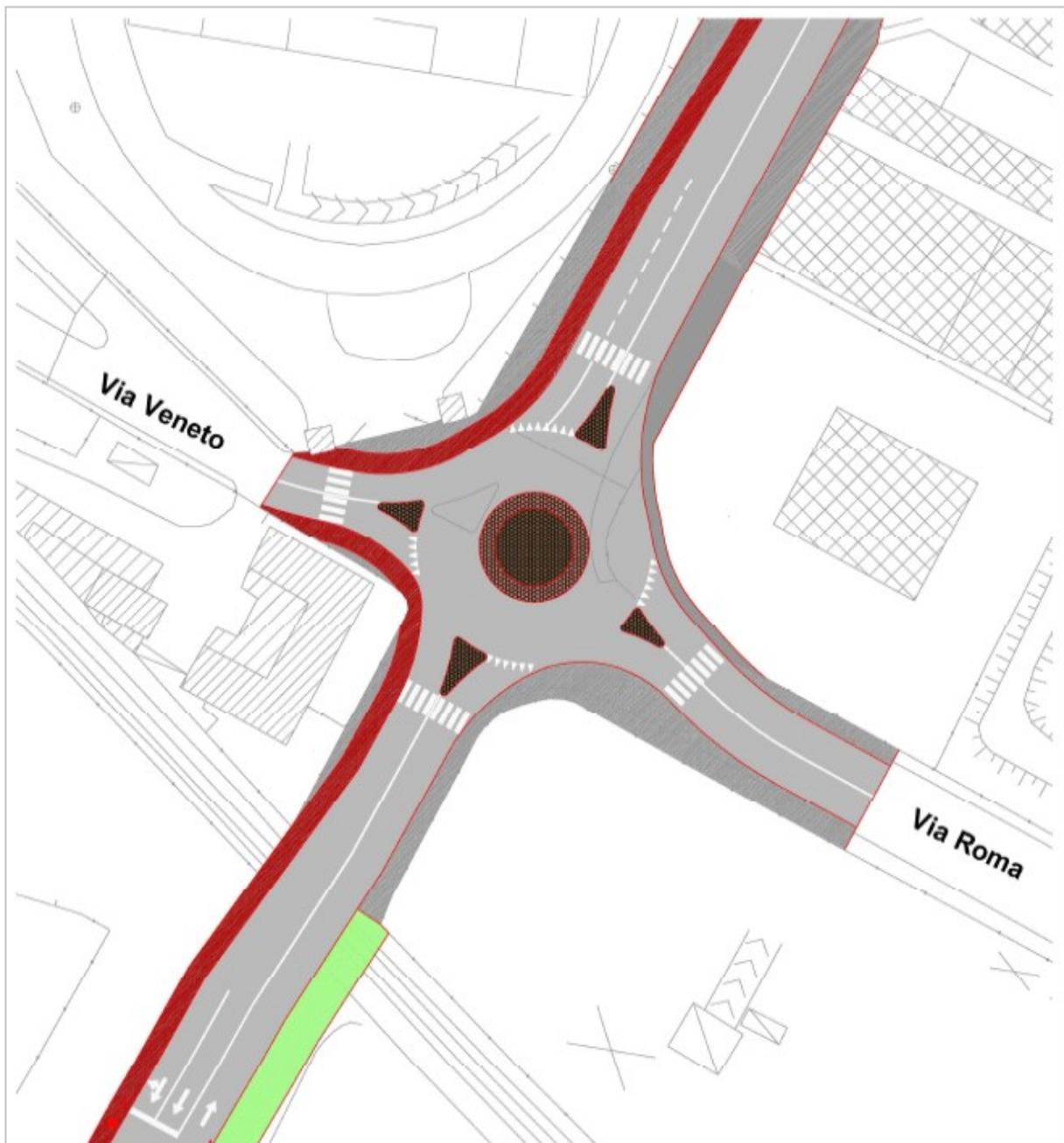
Pertanto per evitare che i benefici indotti a Nord dalla rotatoria di Guzzanica e a Sud dalla rotatoria di Roma, vengano compromessi dalla confermata presenza dell'impianto semaforico di Via Locatelli, lo Studio propone l'eliminazione anche di questo semaforo, per sostituirlo con una rotatoria di adeguate dimensioni (Figura 6.2.1) e di particolare pregio urbanistico (tema del quale si dovranno occupare i futuri livelli della progettazione), dal momento che rappresenta la "porta" che da l'accesso al Centro di Dalmine attraverso Via Locatelli Ovest.

Figura 8: Schema rotatoria Via Provinciale - Via Locatelli



- C5 (intersezione con Via Roma e Via Vittorio Veneto): risulta inserito in un contesto particolarmente complicato, a causa della presenza di numerosi fattori (tra cui la presenza di un passaggio a livello al servizio del binario della Tenaris/Dalmine, oggi regolamentato tramite semaforo attuato); sono stati valutati numerosi assetti, la cui analisi ha condotto alla scelta di una rotonda più compatta rispetto alle precedenti (Figura 9), completata da un semaforo attuato per regolare i pochissimi passaggi del treno della Tenaris/Dalmine.

Figura 9: Schema rotonda Via Provinciale - Via Roma



7.2.2 INTERVENTI ATTIVI – STESURA ASFALTO FONOASSORBENTE

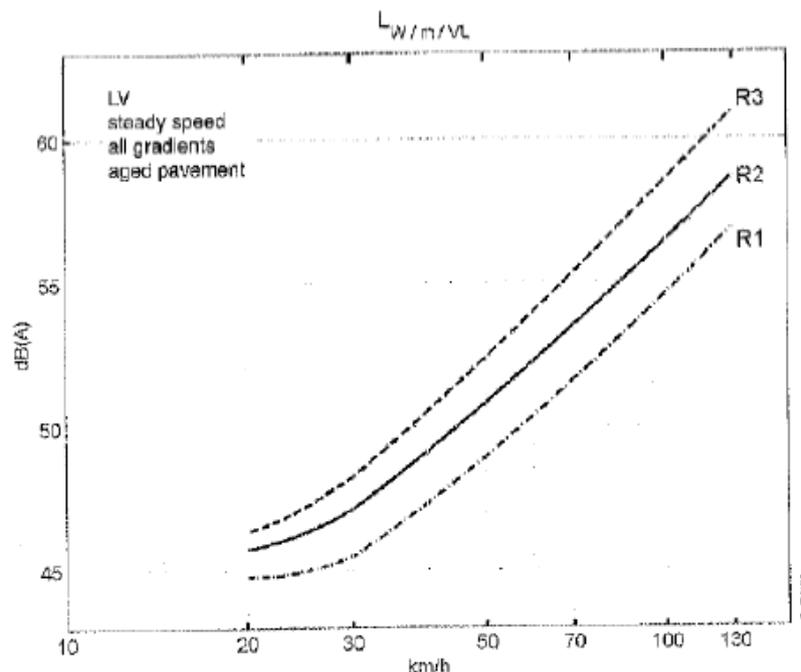
Come già considerato nei paragrafi precedenti, il rumore prodotto da un flusso veicolare risulta dalla composizione logaritmica dei rumori prodotti dai singoli veicoli che lo compongono. Le principali componenti del rumore totale sono costituite da:

- rumore prodotto dal motore che dipende fundamentalmente dalla velocità e dall'accelerazione dei veicoli (motore, ventilatore/radiatore, prese d'aria, sistema di scarico, ecc...);
- rumore dovuto al moto del veicolo in marcia che dipende dalla velocità e dal tipo di pavimentazione

La velocità e il tipo di pavimentazione risultano quindi fondamentali per la determinazione del clima acustico complessivo generato dall'infrastruttura stradale.

Modificare pertanto la velocità di transito dei veicoli (intervento di per sé di difficile se non impossibile realizzazione per l'infrastruttura in esame, considerando il tipo e la funzione) o il tipo e/o l'età della superficie di asfaltante risulta efficace per la riduzione globale del rumore emesso: da quanto detto ne consegue che l'utilizzo di asfalti fonoassorbenti come rivestimento d'usura dell'infrastruttura in esame risulta un intervento da considerare al fine di diminuire anche di 3 dB(A) il livello di rumorosità a cui possono essere esposte le persone residenti in fregio all'infrastruttura esaminata

A titolo di esempio nella figura seguente viene mostrato il livello sonoro del motore in funzione della velocità dei veicoli e il tipo di strada



Allo stesso modo anche l'età della copertura stradale ricopre un ruolo fondamentale nel determinare la pressione sonora prodotta dai veicoli. Nella seguente figura sono riportate le correzioni da apportare al calcolo del rumore prodotto da un singolo veicolo in base all'età dell'asfaltatura, le riduzioni possono arrivare anche a 4 dB(A).

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

In merito all'utilizzo di asfalti a bassa rumorosità verranno valutate prioritariamente le soluzioni proposte dal "Progetto Leopoldo", i cui risultati sono stati recepiti dalla Regione Toscana con la Delibera della Giunta Regionale n.157-2013 del 11/03/2013.

Viene fatto riferimento alla tipologia "DENSE GRADED A TESSITURA OTTIMIZZATA", che garantisce risultati di 3-4 dB(A) in termini di abbattimento acustico ed una efficacia nel tempo di circa 5 anni dalla stesa.

7.2.3 POSSIBILI INTEVENTI PASSIVI

Si tratta di interventi diretti al ricettore, finalizzata alla mitigazione acustica degli spazi interni di edifici ubicati in prossimità dell'infrastruttura stradale: la sostituzione degli infissi, eventualmente favorita dalla politica urbanistica del Comune, potrebbe rientrare tra gli interventi da considerare e promuovere.

Gli edifici residenziali che risultano esposti a livelli elevati di rumore non sono di recente edificazione (o quantomeno sono posteriori all'entrata in vigore del DPCM 5 dicembre 1997, entrato in vigore nel marzo del 1998, che sancisce i valori limite che determinano i requisiti acustici passivi degli edifici), e non sono stati sottoposti di recente ad interventi di ristrutturazione, e di conseguenza possono risultare non idonei, dal punto di vista acustico, a tutelare le persone residenti esposte a livelli elevati di rumore.

Si evidenzia che, al fine di ridurre l'esposizione dei residenti, risulta necessaria l'installazione di serramenti caratterizzati da un valore di R_w pari ad almeno 42 dB, finalizzata a conferire alle facciate il valore minimo del parametro $D_{2m,n,T,w}$ previsto dalla normativa, pari a 40 dB.

L'Amministrazione Comunale, facendosi promotrice delle azioni previste dal presente piano può intervenire:

- 1) **Direttamente**, finanziando interamente o fino ad una determinata percentuale la sostituzione dei serramenti degli edifici maggiormente esposti, con priorità stabilita in base ai risultati della tabella 7, previa presentazione di un progetto da parte dei soggetti esposti che illustri i manufatti utilizzati e i costi sostenuti.
- 2) **Indirettamente**, scomputando, se possibile, oneri di urbanizzazione o costi di costruzione da interventi di ristrutturazione relativi agli edifici esposti.

È opportuno che tali azioni vengano comunque regolamentate, o mediante l'inserimento di un articolato all'interno dei disposti regolamentari che governano l'attività edilizia, oppure mediante la pubblicazione periodica di bandi di promozione delle proposte precedentemente suggerite.

7.3 STRATEGIA DI LUNGO TERMINE

Richiamando le difficoltà precedentemente evidenziate riferibili alla regolamentazione del traffico veicolare decorrente sull'infrastruttura in esame, dovute essenzialmente alla funzione di collegamento della stessa tra le province di Bergamo e Milano, l'Amministrazione Comunale intende comunque avviare i seguenti interventi di lungo termine, riferibili agli interventi precedentemente commentati:

- 1) Attuare gli interventi di riduzione del rumore derivante dal traffico veicolare sull'infrastruttura **IT_a_rd0106001** attuando gli interventi commentati nel paragrafo precedente secondo le seguenti priorità:
 - a. Realizzazione delle rotatorie
 - b. Facilitazione degli interventi strutturali degli edifici maggiormente esposti al rumore da traffico strutturale
 - c. Stesura degli asfalti fonoassorbenti

L'orizzonte temporale previsto per la realizzazione di questi interventi si inserisce nei cinque anni, decorrenti tra la presentazione del presente piano e la successiva scadenza di presentazione del piano di azione prevista dal D.Lgs. 194/2005

- 2) Monitorare gli effetti degli interventi in termini di riduzione del rumore mediante campagne di misure ai ricettori
- 3) Monitorare eventuali incrementi del traffico sull'infrastruttura **IT_a_rd0106001** e, conseguentemente, della rumorosità ambientale provocata.

A fronte di sensibili peggioramenti della situazione ambientale, con incrementi dei livelli di esposizione delle persone residenti, concertare, diverse modalità di deflusso dei veicoli nella zona.

7.4 INFORMAZIONI DI CARATTERE FINANZIARIO

Per quanto riportato in precedenza, la Città di Dalmine non ha accantonato, ad oggi, alcun fondo per l'effettuazione di interventi specifici volti alla diminuzione della rumorosità derivante dal traffico veicolare decorrente sull'infrastruttura **IT_a_rd0106001**, denominata Via Provinciale.

In questo paragrafo si procede a definire una stima dei costi necessari per la realizzazione degli interventi di mitigazione acustica proposti dal presente Piano d'Azione. Si procede a valutare i costi, valutando esclusivamente il costo di fornitura e posa in opera del materiale richiesto (IVA esclusa).

La stima degli oneri finanziari e dei mezzi economici necessari consentirà, in considerazione dei tempi e delle priorità degli interventi previsti dal piano, di specificare gli impegni di spesa per anno, considerando il Piano d'Azione come strumento dinamico, sottoposto a verifica e revisione con scadenza prefissata. Queste verifiche permetteranno di valutare l'effettivo raggiungimento degli obiettivi prefissati e di aggiornare gli obiettivi stessi sulla base di eventuali mutate situazioni dell'ambiente acustico. In particolare, viene effettuata una stima prettamente indicativa dei costi di realizzazione, attualizzati rispetto all'anno in corso, degli interventi proposti nel presente piano.

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

7.4.1 REALIZZAZIONE DELLE ROTATORIE

Le risorse economiche necessarie per far funzionare in modo corretto gli incroci (e quindi l'intero asse) DI Via Provinciale (compresa la messa in sicurezza degli attraversamenti pedonali ma esclusa la eventuale riqualifica della strada), ammontano a circa € 820.000, e sono parte integrante di un programma di opere pubbliche più complesso, organizzato su tre Stralci distribuiti su 60 mesi, in cui gli interventi relativi alla SP ex SS 525 appartengono alle tre fasi di un possibile I° Stralcio, come di seguito evidenziato. **Si ribadisce che tale tipologia di intervento volto alla riduzione del rumore, essendo già previsto nella pianificazione urbanistica e del traffico urbano della Città di Dalmine, assume un carattere prioritario rispetto agli altri di seguito commentati.**

Evento	Inizio	Fine	Durata
I° Stralcio Fase 1 - Rotatorie Locatelli e Sabotino	0	9	9
I° Stralcio Fase 2 - Guzzanica e Buttaro	6	15	9
I° Stralcio Fase 3 - Roma e delle Noci	12	21	9

7.4.2 STESA DI ASFALTO A BASSA RUMOROSITÀ

La stima dei costi relativi alla stesa della pavimentazione a bassa rumorosità viene effettuata considerando una soluzione che prevede il rifacimento degli strati superficiali di usura del manto stradale, ovvero:

- fresatura della pavimentazione stradale esistente, per uno spessore complessivo stimato di 10 cm;
- posa in opera di un nuovo strato di collegamento, di spessore pari a 6 cm;
- posa in opera di un nuovo strato di usura, di spessore pari a 4 cm.

La descrizione delle opere sopra riportata deve essere intesa come una stima indicativa finalizzata alla definizione dei costi attualizzati: nelle successive fasi di progettazione degli interventi, le opere dovranno essere quantificate sulla base delle indicazioni dell'Amministrazione e delle reali condizioni manutentive degli asfalti esistenti.

La stima è stata effettuata utilizzando i prezzi unitari desunti dal Bollettino delle Opere Edili della camera di Commercio 10-2016.

Per quanto riguarda lo strato di usura, sono state valutate prioritariamente le soluzioni proposte dal "Progetto Leopoldo", i cui risultati sono stati recepiti dalla Regione Toscana con la Delibera della Giunta Regionale n.157-2013 del 11/03/2013.

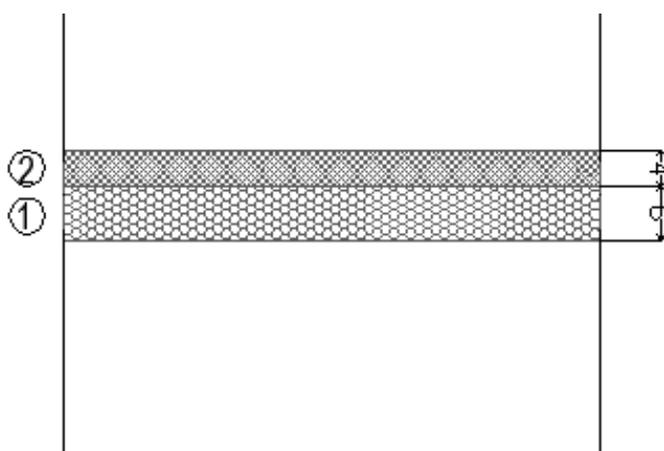
Viene fatto riferimento alla tipologia "DENSE GRADED A TESSITURA OTTIMIZZATA", che garantisce risultati di 3-4 dB(A) in termini di abbattimento acustico ed una efficacia nel tempo di circa 5 anni dalla stesa. In questo caso, i prezzi vengono desunti dal prezzario della Regione Toscana aggiornati all'anno 2016.

Nelle seguenti tabelle sono riportati i prezzi utilizzati per la stima dei costi attualizzati per entrambe le soluzioni individuate.

- FRESATURA DI PAVIMENTAZIONE bitumosa eseguita con macchina fresatrice a freddo, compresa segnaletica, pilotaggio del traffico, trasporto e scarico a deposito per reimpiego del materiale di risulta, per profondità tra 0 e 5 cm.
 $0,59 \times 5 = 2,95 \text{ €/mq}$

- FRESATURA DI PAVIMENTAZIONE bitumosa eseguita con macchina fresatrice a freddo, compresa segnaletica, pilotaggio del traffico, trasporto e scarico a deposito per reimpiego del materiale di risulta, oltre i 5 cm a cm.
 $0,47 \times 5 = 2,35 \text{ €/mq}$
- STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) in conglomerato bitumoso, steso con vibrofinitrice, previa mano d'attacco con 0.8 kg/mq di emulsione bitumosa al 55%, compresa rullatura con rullo vibrante. Con aggregato pezzatura 0/20, spessore compresso 6 cm.
17,74 €/mq
- TAPPETO DI USURA tipo DENSE GRADED a tessitura ottimizzata, di spessore 30 mm. Gli inerti costituenti la frazione di aggregati grossi, di natura basaltica, devono essere costituiti da aggregati lapidei di primo impiego costituiti da elementi totalmente frantumati e devono possedere un valore di levigabilità (PSV) $\geq 50\%$. Il rapporto filler – bitume dovrà mantenersi tra 1.1 e 1.7 e la percentuale di bitume tra 5.5-6.5%.
13,08 €/tonn
- TAPPETO DI USURA: posa in opera e nolo attrezzature incluso spese generali e utili di impresa 0,85 €/mq

In figura si riporta il dettaglio relativo alla stratigrafia del tipo di intervento nelle soluzioni prospettata.



FRESATURA DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE ESISTENTE
per uno spessore stimato di circa 10 cm

- ① Strato intermedio di collegamento (BINDER) sp. 6 cm
- ② Strato di usura fonoassorbente sp. 4 cm

7.4.3 RIFACIMENTO DI SERRAMENTI PRESSO RICETTORI

La stima è stata effettuata utilizzando i prezzi unitari desunti Listino prezzi per l'esecuzione di opere pubbliche e manutenzioni – Volume 1.1 (Opere compiute, civili e urbanizzazione) edito dal Comune di Milano nel gennaio 2018. Nella tabella seguente viene riportato il prezzo unitario [€/mq] con riferimento a serramenti in alluminio ad uno o più battenti, aventi un potere fonoisolante minimo di 42 dB.

- Serramenti in alluminio per finestre, portefinestre ad una o più ante, a vasistas o a bilico con o senza parti fisse, impennate, eseguiti con profilati estrusi in lega di alluminio isolati a taglio termico, anodizzazione e verniciatura spess. 50 micron, completi di ferramenta adeguata di movimento e chiusura, maniglie di alluminio, guarnizioni in EPDM o neoprene e fornitura dei controtelai. Sono comprese altresì la posa in opera del falso telaio, la sigillatura tra falso telaio e telaio con nastro autoespandente, tutte le assistenze murarie, i piani di lavoro interni, il montaggio, i fissaggi, gli accessori d'uso. Misurazione riferita all'imbotte esterno, o in mancanza al perimetro esterno visibile del serramento.

Dovranno inoltre essere certificati il potere fonoisolante minimo di 42 dB (ISO 717).

500,00 €/mq.

7.5 RESOCONTO DELL'INFORMAZIONE AL PUBBLICO

L'Amministrazione Comunale di Dalmine ha provveduto ad approvare il Piano d'Azione con Deliberazione di Giunta Comunale n. 126 del 17/09/2018, prendendo contestualmente atto della messa a disposizione del pubblico dei documenti costituenti il piano d'azione stesso; la documentazione è stata pubblicata sul sito istituzionale della Città di Dalmine dal 24 luglio 2018 al 10 settembre 2018.

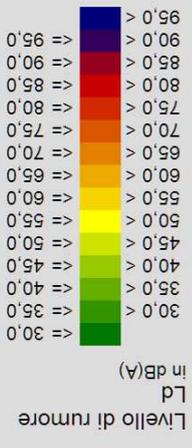
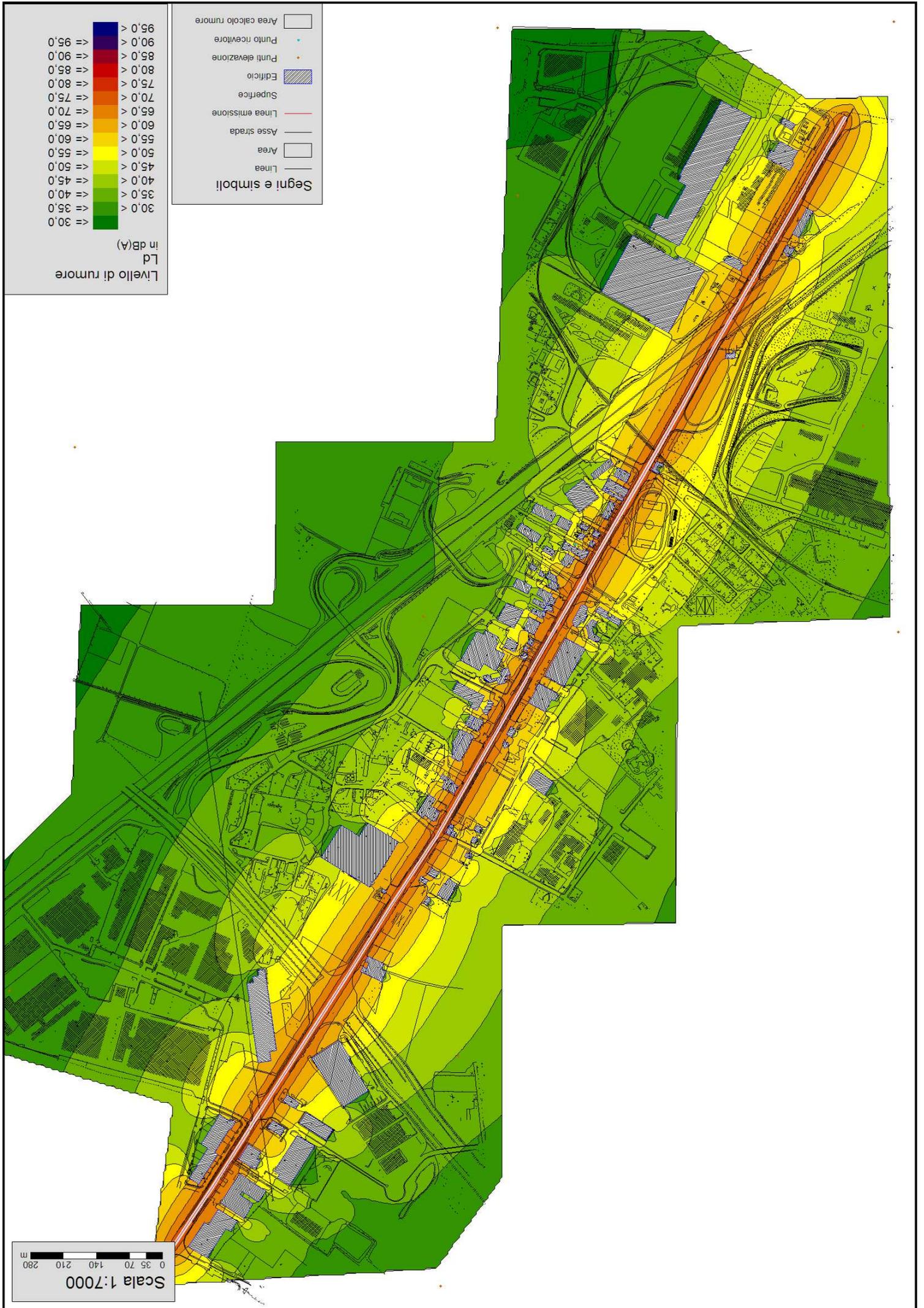
Con propria nota prot. n. 29622/2018 del 13/09/2018, il Segretario Generale della Città di Dalmine ha certificato che, in seguito alla messa a disposizione al pubblico della documentazione costituente il Piano d'Azione della Città di Dalmine, non sono pervenute osservazioni da parte del pubblico.

8 ALLEGATI

ALL. 1 MAPPA Lden Tr diurno

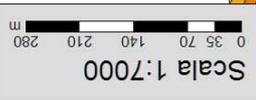
ALL. 2 MAPPA Lnight Tr notturno

ALLEGATO 1

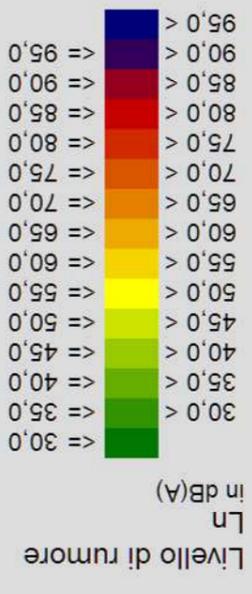
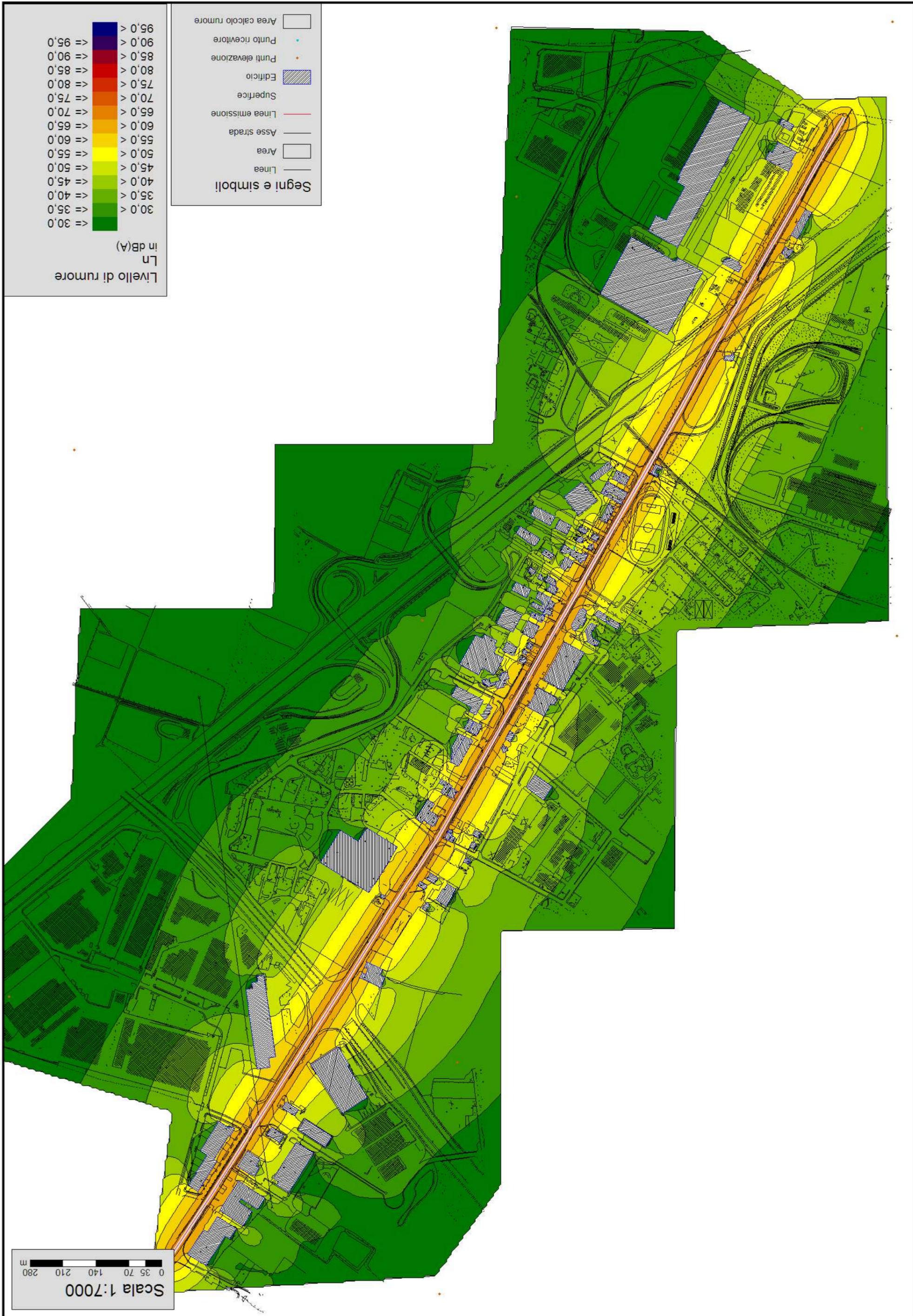


Segni e simboli

Area calcolo rumore	White box
Punto ricevitore	Blue dot
Punti elevazione	Red dot
Edificio	Hatched box
Superficie	White box
Linea emissione	Red line
Asse strada	Black line
Area	White box
Linea	Black line



ALLEGATO 2



- Segni e simboli
- Area calcolo rumore
 - Punto ricevitore
 - Punti elevazione
 - Edificio
 - Superficie
 - Linea emissione
 - Asse strada
 - Area
 - Linea

Scala 1:7000

0 35 70 140 210 280 m