



**PROVINCIA
DI BRESCIA**

AREA TECNICA

SETTORE GRANDI INFRASTRUTTURE



MAPPATURA ACUSTICA DEGLI ASSI STRADALI PRINCIPALI

(ai sensi del Decreto Legge 19 agosto 2005. n. 194)

ANNO 2012

* * *

A cura di :

Dott. Corrado Cesaretti

Ing. Enrica Savoldi

Visto:

Il Responsabile del Procedimento

***Il Direttore del
Settore Grandi Infrastrutture
Ing. Carlo Faccin***

Revisione del 2013

INDICE

1	GENERALITA'	3
1.1	<i>PREMESSA.....</i>	3
1.2	<i>NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</i>	3
1.3	<i>INFRASTRUTTURE OGGETTO DELLA MAPPATURA</i>	4
1.4	<i>RICETTORI SENSIBILI</i>	6
2	METODOLOGIE OPERATIVE	6
2.1	<i>PREMESSA.....</i>	6
2.2	<i>IL METODO DI CALCOLO NMPB ROUTES 96.....</i>	7
2.3	<i>UTILIZZO DI STRUMENTI DI CALCOLO: SOFTWARE SOUNDPLAN</i>	8
2.3.1	<i>INDAGINE CONOSCITIVA AMBIENTALE.....</i>	8
2.3.2	<i>IL SOFTWARE DI CALCOLO</i>	9
2.3.3	<i>FASI DI MODELLAZIONE.....</i>	9
2.3.4	<i>SVOLGIMENTO DEI CALCOLI.....</i>	10
2.4	<i>ANALISI DEI RISULTATI.....</i>	11
3	ELABORAZIONI DELLE MAPPATURE ACUSTICHE	11
3.1	<i>STIMA DELLA POPOLAZIONE ESPOSTA E DEI RICETTORI SENSIBILI.....</i>	11
3.2	<i>SUPERFICIE TOTALE ESPOSTA.....</i>	11
3.3	<i>MAPPA DEI SUPERAMENTI.....</i>	11
4	AGGIORNAMENTO DELLA MAPPATURA ACUSTICA DELLE STRADE CON TRAFFICO MEDIO SUPERIORE A 6 MILIONI DI VEICOLI/ANNO.....	11
5	I PROGRAMMI DI CONTENIMENTO DEL RUMORE ATTUATI IN PASSATO	12
6	SINTESI DEI PIANI D'AZIONE PREVISTI.....	15

1 GENERALITA'

1.1 Premessa

Nel 2007, come previsto dal Decreto Legislativo n. 194 del 19/08/2005 "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale", è stata fatta la mappatura acustica degli assi stradali provinciali con traffico medio superiore ai 6.000.000 di veicoli/anno. A seguito della verifica dei dati di traffico rilevati dal servizio Catasto Stradale, Sicurezza Stradale e Cartografia furono individuati, nell'ambito del patrimonio provinciale stradale, quattordici assi principali su cui transitavano più di 6.000.000 di veicoli all'anno, per una lunghezza complessiva di circa 123 Km. Il comma 6 dell'articolo 3 del Decreto Legislativo n. 194 del 19/08/2005 prevede che tale mappatura acustica debba essere riesaminata e, se necessario, rielaborata almeno ogni cinque anni.

Il comma 3b dell'articolo 3 del suddetto decreto prevede che sia fatta, entro il 30 giugno 2012, la mappatura acustica degli assi stradali principali, cioè quelli con traffico medio superiore ai 3.000.000 di veicoli/anno.

In questo caso sono stati individuati 240 Km di strade provinciali con traffico medio superiore ai 3.000.000 di veicoli/anno ed inferiore ai 6.000.000 di veicoli/anno.

La mappatura acustica delle strade provinciali con traffico medio superiore ai 3.000.000 di veicoli/anno ed inferiore ai 6.000.000 di veicoli/anno e la revisione della mappatura acustica degli assi stradali provinciali con traffico medio superiore ai 6.000.000 di veicoli/anno sono state elaborate in conformità al D.Lgs. 194/05 ed al documento "Mappatura acustica delle infrastrutture stradali (D.Lgs. 194/05). Specifiche per la fornitura dei dati alla Regione Lombardia".

1.2 Normativa e documenti di riferimento

I principali riferimenti normativi e documentali utilizzati per l'elaborazione dello studio sono:

- *Legge 26 ottobre 1995 n° 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico".*

La legge stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, definendo le competenze dello Stato, delle Regioni, delle Province e dei Comuni e le disposizioni in materia di impatto acustico.

- *D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".*

Il decreto ha determinato i diversi valori di riferimento secondo le definizioni di cui all'art. 2 della Legge Quadro precedentemente citata, con particolare riferimento ai valori limite di emissione, di immissione, i valori di attenzione e di qualità riferiti alle classi di destinazione d'uso del territorio.

- *Decreto Ministero dell'Ambiente 29 novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".*

Il decreto individua i criteri tecnici per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento ed abbattimento del rumore prodotto dall'esercizio delle infrastrutture stesse, in caso di superamento

dei limiti di immissione previsti. Indica inoltre criteri di progettazione degli interventi di risanamento ed individua molteplici tipologie di interventi di bonifica acustica, definendone le caratteristiche minime. il campo di impiego. l'efficacia ed il costo unitario.

- *D.P.R. 30 marzo 2004 n° 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare".*

Il decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture stradali, distinguendo tra infrastrutture stradali di nuova realizzazione o esistenti, fissandone le rispettive fasce territoriali di pertinenza acustica ed i relativi limiti di immissione.

- *D. Lgs. 19 agosto 2005 n° 194 "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale".*

Il decreto definisce le competenze e le procedure per l'elaborazione delle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche, dei piani di azione volti ad evitare e ridurre il rumore ambientale ove necessario e per assicurare l'informazione e la partecipazione del pubblico in merito al rumore ambientale ed ai relativi effetti.

- *Mappatura acustica delle infrastrutture stradali (D.Lgs.194/05). Specifiche per la fornitura dei dati alla Regione Lombardia (marzo 2007).*

Il documento descrive la procedura che deve esser seguita per l'elaborazione e la trasmissione alla Regione Lombardia dei documenti previsti dal D.Lgs. 194/05 nel caso di infrastrutture stradali, nonché le specifiche tecniche per l'elaborazione delle mappe acustiche.

1.3 Infrastrutture oggetto della mappatura

Le strade provinciali con traffico medio superiore ai 6.000.000 di veicoli/anno analizzate nella mappatura acustica precedentemente redatta ed ora revisionata sono le seguenti:

STRADA	DAL KM	AL KM	LUNGHEZZA	CLASSIFICAZ. FUNZIONALE
SP 116 "Virle Treponti – Villanuova s/c"	49+400	54+800	5,4 km	F
SP 19 "Concesio – Ospitaletto – Capriano d/C"	0+000	12+500	12,5 km	B
SP IX "Brescia – Quinzano"	6+450	8+500	2,1 km	C _b
SPBS 11 "Padana superiore"	224+200	226+900	2,7 km	F
SPBS 11 "Padana superiore"	261+800	267+150	5,4 km	F
SPBS 11 "Tangenziale sud di Brescia"	0+000	27+720	27,7 km	B
SPBS 236 "Goitese"	41+760	51+000	9,3 km	C _b
SPBS 237 "del Caffaro"	3+630	9+600	6,0 km	C _b
SPBS 345 "delle tre Valli"	1+368	18+000	16,6 km	C _b
SPBS 45 bis "Gardesana occidentale"	38+800	44+450	5,7 km	C _b
SPBS 469 "Sebina occidentale"	26+190	33+106	6,9 km	C _b
SPBS 510 "Sebina orientale"	3+500	9+250	5,8 km	B
SPBS 510 "Sebina orientale" quinquies	0+000	2+500	2,5 km	B
SPBS 567 "del Benaco"	7+350	10+570	3,2 km	C _b
SPBS 572 "di Salò"	6+350	17+650	11,3 km	C _b
	TOTALE		123 km	

Le strade provinciali con traffico medio superiore ai 3.000.000 di veicoli/anno ed inferiore ai 6.000.000 di veicoli/anno sono invece le seguenti:

STRADA	DAL KM	AL KM	LUNGHEZZA	CLASSIFICAZ. FUNZIONALE
SPBS 11 "Padana Superiore"	204+112	208+052	3,94 km	F
SPBS 11 D1 "Padana Superiore - Variante Chiari - Rovato"	207+900	219+750	11,85 km	C _b
SPBS 237 "del Caffaro"	12+400	18+428	6,03 km	C _b
SPBS 235 "Orzinuovi – Roncadelle"	71+700	98+959	27,25 km	C _b
SPBS 668 "Lenese"	1+350	46+400	45,05 km	C _b
SPBS 469 "Sebina Occidentale"	33+046	47+355	14,30 km	C _b
SPBS 469 bis "Sebina Occidentale"	32+190	37+559	5,36 km	C _b
SPBS 343 "Asolana"	64+669	75+289	10,62 km	C _b
SPBS 45bis "Gardesana Occidentale"	38+800	21+500	17,30 km	C _b
SP 116 "Virle Treponti - Villanuova s/C"	54+000	65+580	11,58 km	F
SP 12 "Iseo - Clusane - Paratico"	0+000	5+304	5,30 km	C _b
SP 19 "Concesio - Ospitaletto - Capriano d/C"	12+000	26+530	14,53 km	B
SP 2 "Urago d'Oglio - Orzinuovi"	18+600	23+200	4,60 km	C _b
SP 27 "Castrezzone - Prevalle"	0+300	6+000	5,70 km	F
SPBS 510 "Sebina Orientale"	9+200	14+410	5,21 km	B
SPBS 236 "Goitese"	41+650	36+700	4,95 km	C _b
SP IV "Tormini – Barghe"	25+620	29+360	3,74 km	C _b
SP IX "Brescia – Quinzano"	8+500	32+948	24,45 km	C _b
SP XI "Iseo – Rovato"	0+150	10+912	10,76 km	F
TOTALE			232,5 Km	

La tabella 2 dell'allegato I del D.P.R. 142 del 30 marzo 2004 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante da traffico veicolare a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447" individua le fasce di pertinenza acustica delle strade esistenti al variare della classificazione funzionale definita dal Nuovo Codice della Strada, Decreto legislativo n. 285 del 1992. Tale decreto definisce la fascia di pertinenza acustica come quella striscia di terreno misurata in proiezione orizzontale, per ciascun lato dell'infrastruttura, a partire dal confine stradale, per la quale il suddetto decreto stabilisce i limiti di immissione del rumore.

La fascia è poi suddivisa in due parti: la parte A più vicina all'infrastruttura e la parte B, quella più distante.

Sia per le strade di tipo B, extraurbane principali, sia per le strade di tipo C_a extraurbane secondarie (strade a carreggiate separate e di tipo IV CNR 1980), la larghezza complessiva della fascia è di 250 m e la suddivisione fra la fascia A e fascia B è la medesima.

Tutte le strade extraurbane secondarie oggetto del presente studio sono di tipo C_b, pertanto la fascia di pertinenza acustica è di 150 m.

Per le strade extraurbane locali di tipo F l'ampiezza complessiva della fascia è di 30 m.

In allegato è riportata la corografia con l'individuazione grafica delle strade provinciali oggetto di studio della mappatura acustica nelle due diverse fasi.

La mappatura è stata comunque effettuata su una fascia di 250 m da ambo i lati dell'arteria considerata mentre i piani di risanamento acustico sono stati redatti nella cosiddetta fascia di pertinenza acustica.

1.4 Ricettori sensibili

Qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo comprese le relative aree esterne di pertinenza, o ad attività lavorativa o ricreativa è considerato, per definizione, un ricettore; sono ricettori sensibili scuole e asili nido, ospedali, case di cura e di riposo.

Si allegano le planimetrie delle strade provinciali oggetto di studio con l'indicazione dei ricettori sensibili e delle relative fasce di pertinenza.

2 METODOLOGIE OPERATIVE

2.1 Premessa

Il calcolo dei **descrittori acustici** per l'elaborazione delle mappature acustiche delle infrastrutture oggetto di studio è stato effettuato attraverso l'utilizzo di uno strumento modellistico (NMPB Routes 96), così come individuato all'allegato 2, punto 2 del D.Lgs. 194/05. La scelta di utilizzare un metodo di calcolo in sostituzione di misurazioni puntuali in siti predeterminati, consente di analizzare il complesso sistema delle emissioni sonore delle infrastrutture di trasporto nella sua interezza. Un eventuale studio basato su rilievi puntuali infatti, oltre ad essere particolarmente lungo ed oneroso (i limiti di legge sono infatti attualmente riferiti al livello sonoro equivalente medio diurno e notturno. e secondo quanto previsto dal D.M. 16 marzo 1998 "Tecnico di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", la metodologia di misura del rumore stradale deve prevedere tempi di misura non inferiori ad una settimana), non consentirebbe di prendere in considerazione e trattare le differenti variabili legate al fenomeno e di ottenere una restituzione in termini di livelli in ogni punto dell'area di studio.

La generazione del rumore da traffico dipende da una serie di parametri quali principalmente il volume di traffico, i tipi di veicoli che lo compongono, le modalità di marcia oltre che dalla natura e dallo stato della carreggiata. Una volta generato il rumore, il campo acustico risultante sarà dipendente dalle condizioni di propagazione, a sua volta legate a dati geometrici quali il tracciato della strada, la topografia del sito, la schermatura e la riflessione dovuta agli edifici ed alle altre superfici, le condizioni meteo.

Gli strumenti di calcolo effettuano in generale simulazioni sulla base di formule analitiche che descrivono i fenomeni fisici legati alla propagazione (divergenza, diffrazione, riflessione, assorbimento) partendo dai dati di potenza acustica delle sorgenti, considerando i diversi elementi che compongono il modello nel modo di seguito riportato:

- gli ostacoli che il rumore incontra nel suo cammino vengono definiti come prismi retti, le cui facce sono associate ad un'altezza e ad un indice di riflessione acustica; in maniera analoga sono definiti ostacoli quali schermi, terrapieni, scarpate;

- l'intera superficie topografica viene definita dal punto di vista altimetrico attraverso un indice di assorbimento acustico;
- le sorgenti sono descritte sotto forma di linee di emissione o sorgenti puntuali;
- la potenza acustica viene definita per unità di lunghezza della sorgente lineare o per punti sorgente in funzione del flusso veicolare e della velocità media della diversa tipologia di veicoli considerata.

Altri parametri che vengono considerati sono il tipo di circolazione, la pendenza della strada e la tipologia di pavimentazione. I ricettori infine sono definiti individualmente o mediante delle griglie.

2.2 Il metodo di calcolo NMPB Routes 96

Il metodo di calcolo NMPB Routes 96 ("Nouvelle Methode de Prevision de Bruit") è stato messo a punto da alcuni noti Istituti francesi costituenti i Servizi Tecnici del Ministère de l'Équipement (CSTB, SETRA, LCPC, LRPC).

Il metodo è rivolto esclusivamente alla modellizzazione del rumore da traffico stradale. ed è nato come evoluzione di un metodo risalente agli anni '80 (esposto nella "Guide de Bruit" del 1980), proposto ufficialmente per essere di ausilio agli Enti pubblici ed agli studi professionali privati nelle attività di previsione riguardanti il rumore.

Le caratteristiche salienti del NMPB sono:

- la possibilità di modellizzare il traffico stradale con dettagli relativi al numero di corsie. flussi di traffico. caratteristiche dei veicoli. profilo trasversale delle strade. altezza delle sorgenti. etc.;
- l'attenzione rivolta alla propagazione su lunga distanza;
- la definizione di due diverse condizioni meteorologiche standard. definite come "condizioni favorevoli alla propagazione" e "condizioni acusticamente omogenee". allo scopo di arrivare ad una definizione di previsione dei livelli sonori sul lungo periodo.

L'evoluzione rispetto alla precedente Guide de Bruit è notevole: si passa da una modellizzazione basata su abachi ad una vera caratterizzazione del traffico stradale considerato nella sua complessità e inserito in un contesto spazio-temporale adeguato alla rappresentazione del disturbo.

I parametri richiesti dal NMPB per caratterizzare le sorgenti del traffico stradale sono essenzialmente legati al flusso orario Q del traffico veicolare: tale flusso permette di calcolare il valore di emissione sonora a partire dagli abachi 4.1 e 4.2 della "Guide du Bruit des Transports terrestres – Partie IV: Methode détaillée route" del 1980.

La relazione finale utilizzata per calcolare il livello di potenza acustica di una sorgente puntiforme L_{AWi} rappresentante un tratto omogeneo di strada è dunque:

$$L_{AWi} = [(E_{VL} + 10 \log Q_{VL}) + (E_{PL} + 10 \log Q_{PL})] + 20 + 10 \log(I_i) + R(j)$$

dove E_{VL} ed E_{PL} sono i livelli di emissione calcolati con l'abaco del C.ET.UR. per i veicoli leggeri e pesanti. Q_{VL} e Q_{PL} i corrispondenti flussi orari. I_i è la lunghezza in metri del tratto di strada omogeneo ed $R(j)$ il valore dello spettro di rumore stradale normalizzato tratto dalla EN 1793-3.

Per modellizzare completamente il traffico stradale occorre quindi introdurre le seguenti informazioni:

- flusso orario di veicoli leggeri e veicoli pesanti;
- velocità dei veicoli leggeri e pesanti;
- tipo di traffico (continuo, pulsato, accelerato, decelerato);
- numero di carreggiate;
- distanza del centro della carreggiata dal centro strada;
- profilo della sezione stradale.

Il suolo, da cui si ricava la componente di attenuazione relativa all'assorbimento del terreno, viene modellizzato assumendo che il coefficiente G (dimensionale, definito dalla ISO 9613) possa valere 0 (assorbimento nullo, suoli compatti, asfalto) oppure 1 (assorbimento totale, suoli porosi, erbosi). In realtà, poiché tale coefficiente può variare in modo continuo fra 0 e 1, è possibile assegnare un valore G_{tragitto} calcolabile secondo un metodo dettagliato che permette di ottenere un valore medio che tiene anche conto delle condizioni di propagazione.

Per quanto riguarda l'aspetto delle condizioni meteorologiche, è giusto riconoscere che già la ISO 9613 permetteva il calcolo in condizioni "favorevoli alla propagazione del rumore", proponendo una correzione approssimativa per ricondursi ad una situazione di lungo periodo. Tali condizioni, tuttavia, non rappresentano che una delle condizioni meteo osservabili su un sito, e dunque le nuove linee guida francesi hanno cercato di migliorare il metodo ricercando due condizioni meteo "tipo": "condizioni favorevoli alla propagazione" (corrispondenti a quelle della norma ISO) e "condizioni atmosferiche omogenee" (corrispondenti ai metodi di calcolo utilizzati precedentemente in Francia). Il risultato finale della previsione a lungo termine ($L_{i,LT}$) è ottenuto sommando i contributi derivanti dalle due condizioni "tipo", ovviamente ponderati secondo le percentuali di effettiva presenza sul sito considerato.

$$L_{i,LT} = 10 \log [p_i 10 (L_{iF}/10) + (1-p_i) 10 (L_{iH}/10)]$$

dove L_{iF} è il livello globale calcolato in presenza di condizioni favorevoli alla propagazione per una percentuale p_i di presenze annuali. mentre L_{iH} è l'analogo livello calcolato per condizioni omogenee.

2.3 Utilizzo di strumenti di calcolo: software SoundPLAN

2.3.1 Indagine conoscitiva ambientale

Il primo passo per procedere allo studio mediante software di calcolo è stato rivolto ad individuare e codificare i temi significativi previsti dal programma (profili di superficie, edifici, regioni di terreno, regioni caratterizzate da fogliame, ricettori sensibili) sulle cartine topografiche della zona.

Tramite un'indagine effettuata sono state individuate ed annotate le caratteristiche tecniche delle strade e gli aspetti rilevanti del contesto ambientale in cui esse risultano inserite, con particolare riferimento alla presenza di ricettori e ricettori sensibili nonché a tutti quei parametri legati al successivo sviluppo dei modelli previsionali ed alla miglior rappresentazione dei risultati.

2.3.2 *Il software di calcolo*

Il software di calcolo utilizzato per la presente elaborazione è il software **SoundPLAN**, prodotto specifico per il calcolo e la previsione della propagazione nell'ambiente del rumore derivato da traffico veicolare, ferroviario, aeroportuale, da insediamenti industriali (sorgenti esterne ed interne), per il calcolo di barriere acustiche ecc. Il software, ampiamente testato e conosciuto in ambito nazionale ed internazionale per lavori di questa tipologia, permette la modellizzazione acustica in accordo con diversi standard nazionali deliberati per il calcolo delle sorgenti di rumore e, basandosi sul metodo del Ray Tracing, è in grado di definire la propagazione del rumore sia su grandi aree, fornendone la mappatura, sia per singoli punti fornendo i livelli globali e la loro scomposizione direzionale.

2.3.3 *Fasi di modellazione*

La realizzazione di modelli tridimensionali delle aree da studiare costituisce la base su cui andare a calcolare, mediante applicazione del software dedicato, la distribuzione dei livelli sul territorio generati dal traffico delle infrastrutture stradali.

Il lavoro è stato impostato provvedendo alla creazione di un unico modello per l'intera rete di infrastrutture oggetto di studio.

Nel 2007, per la redazione della mappatura acustica, poiché la cartografia all'epoca esistente riguardante i comuni nel cui territorio passavano le strade provinciali interessate dallo studio, non solo non era di tipo digitale ad una adeguata scala in modo da consentire l'individuazione degli edifici (carta tecnica comunale, scala 1:2.000 o superiore), ma soprattutto non era aggiornata all'anno 2006 come richiesto dal D.Lgs 194/2005 e poiché si era rilevata una notevole discrepanza della cartografia rispetto alla situazione esistente, fu affidato a professionisti esterni un rilievo con tecnologia laser scanner trasportato da elicottero e con ripresa aerofotogrammetrica con camera digitale metrica, per una fascia di 250 metri per lato dell'asse stradale.

Considerato inoltre che, per poter realizzare lo studio dell'impatto acustico nelle modalità previste dal D.Lgs 194/2005, era necessario aggiornare i dati topografici con un sistema celere, omogeneo su tutto il territorio interessato e tridimensionale venne richiesta, al termine del suddetto rilievo, la restituzione di un Modello Digitale del Terreno (DTM) ad alta risoluzione, integrato con punti quotati dei soli fabbricati ed una ortofoto digitale a colori dell'area interessata.

Ad oggi, rispetto all'anno 2007, le cartografie esistenti dei territori interessati sono state aggiornate ed è ora possibile utilizzare Street View, un'applicazione di Google Maps, che consente agli utenti di visualizzare rapidamente e facilmente foto panoramiche di luoghi allora non disponibile.

Google Street View è una caratteristica di Google Maps e Google Earth che fornisce viste panoramiche a 360° gradi in orizzontale e a 290° in verticale lungo le strade (a distanza di 10-20 metri l'una dall'altra) e permette agli utenti di vedere parti di varie città del mondo a livello del terreno. Introdotto il 25 maggio 2007, il servizio gratuito si è gradualmente ampliato, ed è disponibile in Italia dal 29 ottobre 2008, dal 21 gennaio 2010 è presente anche per il territorio della provincia di Brescia.

Nell'ottica di un sempre sollecitato contenimento della spesa pubblica, per la redazione della mappatura acustica in oggetto, non è stato possibile affidare un incarico esterno di rilievo con tecnologia laser scanner trasportato da elicottero e con ripresa aerofotogrammetrica con camera digitale metrica e pertanto si è deciso di utilizzare l'applicazione più sopra descritta per tutte le strade individuate per poter individuare il numero di piani degli edifici presenti a lato della strada e stimare così la popolazione residente. Il risultato è stato in questo modo meno preciso, ma ha consentito di effettuare comunque lo studio, creando la base necessaria per il calcolo dei descrittori acustici.

Una volta identificata l'area di interesse, sono stati codificati ed assegnati gli attributi ai diversi temi trattati dal software di calcolo, con particolare riferimento a:

- quote assegnate alle curve di livello, così da definire l'orografia del terreno;
- tipologia dei suoli e relativi coefficienti di assorbimento, desunti da letteratura tecnica;
- individuazione delle strade di interesse. con determinazione della quota sul piano di campagna e l'immissione dei flussi di traffico in periodo diurno e notturno e delle relative velocità medie (sulla base delle tipologie precedentemente descritte), desunte dai dati di traffico;
- definizione delle fasce di pertinenza acustica, sulla base delle tipologie delle infrastrutture stradali di cui alla tabella 2 del DPR 30 marzo 2004 precedentemente citato;
- individuazione degli edifici ed attribuzione agli stessi delle rispettive quote sul piano di campagna e di valori di assorbimento, secondo dati di letteratura tecnica;
- definizione dell'area di calcolo e successivo inserimento della griglia e dei ricettori sensibili (sono stati considerati "Ricettori Sensibili" gli edifici quali scuole, ospedali, case di cura e di riposo, come da DPR 30 marzo 2004 precedentemente citato); ulteriori ricettori sono stati inseriti. per una migliore comprensione del fenomeno, negli edifici più prossimi all'infrastruttura stessa (ricettori di controllo).

I flussi di traffico inseriti nel modello di calcolo sono quelli rilevati nell'anno 2011 dal servizio Catasto Stradale, Sicurezza Stradale e Cartografia.

2.3.4 Svolgimento dei calcoli

Terminata la costruzione del modello tridimensionale, si è proceduto all'esecuzione del calcolo dei descrittori acustici individuati dal D.Lgs. 194/05. I punti prescelti per il calcolo del rumore sono stati individuati ad un'altezza dal suolo di 4.0 m sulla facciata più esposta, come da D.Lgs 194/05 e linee guida già citate.

I risultati ottenuti sono relativi all'elaborazione delle mappature acustiche delle infrastrutture oggetto di studio, con colorazioni degradanti secondo la legenda cromatica riportata nelle planimetrie, riportanti le curve di isolivello dei descrittori L_{den} e L_{night} (con passo pari a 5 dB(A) e con fasce di rumore da 55 dB(A) a > 75 dB(A) per L_{den} e da 50 dB(A) a > 70 dB(A) per L_{night}) ed LA_{eq} diurno e notturno per l'individuazione dei superamenti dei limiti individuati.

La mappatura riporta i principali elementi definiti per la realizzazione del modello, quali gli edifici, i ricettori "sensibili", le fasce di pertinenza ai sensi del D.P.R. 30 marzo 2004.

2.4 *Analisi dei risultati*

Le mappature acustiche ottenute sono state analizzate con particolare riferimento ai seguenti aspetti:

- valori dei descrittori acustici calcolati;
- popolazione e superficie esposte alle classi di valore dei descrittori acustici precedentemente descritti;
- eventuali programmi di contenimento del rumore attuati e misure antirumore in atto;
- confronto tra i valori calcolati dei descrittori LAeq diurno e notturno ed i limiti individuati dal D.P.R. 142/2004 all'interno delle fasce di pertinenza.

3 ELABORAZIONI DELLE MAPPATURE ACUSTICHE

3.1 *Stima della popolazione esposta e dei ricettori sensibili*

Le singole aree censuarie sono state suddivise sulla base delle curve isofoniche. per ogni zona è stata ripartita la popolazione sulla base dell'area degli edifici e per piani (stimati 3 metri).

Con il modulo "Facade" di "Sound Plan" è stata anche calcolata l'esposizione della popolazione in base alle facciate esposte.

A seguito del calcolo dei descrittori acustici, è risultato il numero di persone, arrotondato al centinaio, esposti agli intervalli di L_{den} e L_{night} . riportati negli shape file secondo specifiche fornite dalla Regione Lombardia (D.Lgs. 194/05).

Non si è a conoscenza di persone che occupino abitazioni dotate di insonorizzazione speciale o di una facciata silenziosa, né è stato possibile individuare aree silenziose o aree di classe I non avendo ricevuto alcun genere di informazione dai Comuni contattati.

3.2 *Superficie totale esposta*

A seguito del calcolo dei descrittori acustici, sono risultati i seguenti valori di superficie totale in km^2 , abitazioni e persone arrotondate al centinaio esposte agli intervalli di L_{den} di seguito riportati negli shape file secondo specifiche fornite dalla Regione Lombardia (D.Lgs. 194/05).

3.3 *Mappa dei superamenti*

I casi di superamento dei limiti previsti dal D.P.R. 142/2004 precedentemente citato sono visualizzabili negli elaborati grafici specifici (Mappe delle curve di isolivello), in cui sono riportate le fasce di rumore dei descrittori LAeq diurno e notturno secondo la legenda riportata e le fasce di pertinenza previste per l'infrastruttura stradale. Non si effettua invece il confronto con i limiti di cui alle classificazioni acustiche dei territori comunali, in quanto l'area oggetto di studio coincide di fatto con la porzione di territorio compresa nelle fasce di pertinenza delle infrastrutture stesse.

4 AGGIORNAMENTO DELLA MAPPATURA ACUSTICA DELLE STRADE CON TRAFFICO MEDIO SUPERIORE A 6 MILIONI DI VEICOLI/ANNO

A seguito del confronto dei flussi di traffico rilevati nell'anno 2011 con quelli rilevati nel 2006 dal servizio Catasto Stradale, Sicurezza Stradale e Cartografia sulle strade provinciali con traffico medio

superiore ai 6.000.000 di veicoli/anno analizzate nella mappatura acustica precedentemente redatta, non si notano evidenti variazioni. E' pertanto possibile affermare che la situazione, dal punto di vista delle emissioni acustiche, non sia sostanzialmente cambiata.

5 I PROGRAMMI DI CONTENIMENTO DEL RUMORE ATTUATI IN PASSATO

La Provincia di Brescia ha redatto, nell'agosto 2004, il "Piano di contenimento ed abbattimento del rumore delle infrastrutture", introdotto dall'articolo 10, comma 5, della Legge n. 447 del 26 ottobre 1995 e definito dal D.M. 29 novembre 2000.

Nell'ambito di tale piano è stato strutturato un programma di risanamento acustico nel caso di superamento dei valori limite di emissione.

In particolare dopo aver individuato:

- i tratti stradali che non eccedono i limiti di accettabilità dei valori di rumorosità;
- i tratti stradali che, pur eccedendo tali limiti, saranno oggetto di declassificazione a seguito della realizzazione di tracciati stradali in variante;
- i tratti stradali ove i limiti di accettabilità sono oltrepassati in misura moderata e si ipotizza di porvi rimedio mediante interventi alla pavimentazione stradale;
- i tratti stradali ove i limiti di accettabilità sono oltrepassati in misura rilevante e si ipotizza di porvi rimedio con barriere fonoassorbenti;

posta l'attenzione sulle tratte stradali che eccedono i valori di attenzione sia diurni sia notturni, in funzione dell'efficacia statistica delle opere di bonifica acustica, sono state individuate le seguenti tre linee di intervento:

Valore eccedente	Tipologia di intervento
meno di 3 dBA	Pavimentazioni antirumore di tipo eufonico
da 3 dBA a 5 dBA	Barriere vegetali antirumore o pavimentazioni antirumore di tipo eufonico o manti a doppio strato
oltre 5 dBA	Barriere antirumore artificiali (anche di tipo vegetale) eventualmente integrate con pavimentazioni antirumore di tipo eufonico.

Successivamente, con l'entrata in vigore del D.Lgs 194/05 sono stati redatti prima la mappatura acustica, nel 2007, poi, nel 2008, il piano d'azione provinciale con riferimento agli assi stradali con traffico medio superiore ai 6.000.000 di veicoli/anno.

Nell'ambito di quest'ultimo piano sono state recepite le previsioni contenute nel piano di contenimento.

In tale piano d'azione erano previsti interventi di miglioramento della viabilità e del trasporto pubblico, atti a ridurre il traffico, e di conseguenza il rumore nelle aree soggette a maggiore inquinamento.

La tabella seguente illustra quanto era stato previsto e quanto è stato realizzato (aggiornamento giugno 2012).

Strada	Interventi	Fasi	Aggiornamento
SP 116 "Virle Treponti – Villanuova s/C"	Realizzazione della tratta di collegamento tra la SP 4 "Due Porte – Padenghe" e la SPBS 45 bis "Gardesana occidentale"	In fase di appalto, prevista l'operatività entro tre anni	In fase di appalto, procedura sospesa per limiti imposti dal patto di stabilità interno
SP 19 "Concesio – Ospitaletto – Capriano d/C"	Raccordo autostradale della Val Trompia		In appalto da parte di ANAS s.p.a. il I lotto da Concesio a Sarezzo. In corso l'acquisizione delle aree e lo spostamento dei sottoservizi.
SP IX "Brescia – Quinzano"	Completamento SP 19 "Concesio - Ospitaletto - Capriano d/C"	Lavori conclusi	Lavori conclusi
SPBS 11 "Padana superiore" (ovest)	Collegamento Autostradale tra le città di Brescia e di Milano BREBEMI	Lavori in corso	Lavori in corso, ultimazione prevista per fine 2013
SPBS 11 "Padana superiore" (est)	Interventi puntuali	Lavori conclusi	Lavori conclusi: interventi 1 e 3 in tab. 2
SPBS 11 "Tangenziale sud di Brescia"	<ol style="list-style-type: none"> 1. Risanamento complessivo 2. Realizzazione della terza corsia in corrispondenza del centro abitato di Brescia 	Lavori in corso	Lavori conclusi: interventi 2 e 6 in tab. 2
SPBS 236 "Goitese"	<ol style="list-style-type: none"> 1. Riqualficazione dell'intera tratta. 2. Deviante esterna a nord est dell'abitato di Montichiari di collegamento fra la SPBS 236 "Goitese" e la SPBS 668 "Lenese". 	La deviante è attualmente in fase di progetto, se ne prevede l'entrata in esercizio entro 3 anni circa.	

SPBS 237 "del Caffaro"	Realizzazione della deviante esterna all'abitato di Nave	In fase di redazione del progetto, impossibile quantificare il tempo di realizzazione dell'opera.	In fase di redazione del progetto, impossibile quantificare il tempo di realizzazione dell'opera in quanto le risorse necessarie sono ipotizzate nell'ambito della finanza di progetto per la costruzione della tangenziale est di Brescia.
SPBS 345 "delle tre Valli"	<ol style="list-style-type: none"> 1. Raccordo autostradale della Val Trompia. 2. Razionalizzazione e promozione del servizio di trasporto pubblico locale. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. In appalto da parte di ANAS s.p.a. il I lotto da Concesio a Sarezzo. In corso l'acquisizione delle aree e lo spostamento dei sottoservizi 2. Lavori conclusi
SPBS 45 bis "Gardesana occidentale"	Realizzazione della deviante esterna all'abitato di San Zeno	Lavori conclusi	In valutazione l'ipotesi della prosecuzione verso nord fino alla tangenziale Sud di Brescia.
SPBS 469 "Sebina occidentale"	Realizzazione della deviante esterna agli abitati di Capriolo e Paratico	In fase di assegnazione degli incarichi per VIA e Progettazione, impossibile fare previsioni sull'operatività	In corso l'approvazione dell'analisi ambientale comparata su sei diversi percorsi della deviante alla SPBS 469 "Sebina Occidentale" da Capriolo a Paratico e Sarnico redatta per la procedura VIA
SPBS 510 "Sebina orientale" compreso tratto quinquies			Lavori conclusi: intervento 7 in tab. 2

Tabella 1 – Stato d'avanzamento delle opere previste nei piani d'azione del 2008

In ultimo, nella seguente tabella vengono individuati gli interventi puntuali realizzati sulle tratte stradali oggetto di valutazione nel piano di azione.

	INTERVENTO	DATA FINE LAVORI	ESTENSIONE BARRIERE		
			DAL KM	AL KM	L [m]
1	SPBS 11 - "PADANA SUPERIORE" INTERVENTI PER L'ELIMINAZIONE DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO IN LOC. PERLA IN COMUNE DI DESENZANO DEL GARDA	16/03/2007	261+250	261+500	270
2	SPBS 11 "TANGENZIALE SUD DI BRESCIA" DALLA PROGR.VA KM 11+400 ALLA PROGR.VA KM 11+700 LATO SINISTRO	18/06/2007	11+400	11+700	300
3	SPBS 11 - "PADANA SUPERIORE" INTERVENTI PER L'ELIMINAZIONE DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO IN LOC. GREZZE E LOC. DEMESSE VECCHIE IN COMUNE DI DESENZANO DEL GARDA - I E II STRALCIO	23/10/2009	262+000	262+170	170
			268+500	268+620	120
4	SPBS 11 VAR - PADANA SUPERIORE - VARIANTE ABITATI COMUNALI DI OSPITALETTO E CHIARI INTERVENTI PER L'ELIMINAZIONE DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO ALLA PROGR.VA KM 208+010 - LATO SINISTRO IN COMUNE DI CHIARI	09/04/2009	207+970	208+010	40
5	SPBS 11 - PADANA SUPERIORE - TANGENZIALE SUD DI BRESCIA INTERVENTI PER L'ELIMINAZIONE DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO DALLA PROGR.VA KM 11+400 ALLA PROGR.VA KM 11+700 IN DIREZIONE VERONA - LATO DESTRO	30/06/2009	11+400	11+700	300
6	SPBS 510 - SEBINA ORIENTALE INTERVENTI PER L'ELIMINAZIONE DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO IN COMUNE DI RODENGO SAIANO	26/07/2009	5+020	5+150	130
			6+380	6+450	70

Tabella 2 – Interventi puntuali conclusi

6 SINTESI DEI PIANI D'AZIONE PREVISTI

Il Decreto Legislativo 194/05 si inserisce nel contesto degli strumenti normativi aventi come ultima finalità la riduzione numerica delle popolazioni esposte al superamento dei limiti sonori di legge connessi alla mobilità di persone e cose.

Il decreto, come già illustrato, fissa i requisiti minimi del piano d'azione, non definisce, però, secondo quale percorso tecnico debbano essere raggiunti i risultati attesi. Risulta però evidente che,

trattandosi di uno strumento di pianificazione, la sua definizione non possa avvenire che attraverso le seguenti fasi:

1. individuazione delle priorità d'intervento,
2. individuazione dei possibili interventi di risanamento,
3. definizione dei costi da sostenere,
4. pianificazione degli interventi.

Per sviluppare dette fasi si dovrà tenere conto dei dati e delle informazioni acquisiti attraverso la redazione del il Piano Direttore, di cui alla legge 26 Ottobre 1995, e della presente mappatura acustica.

L'individuazione delle priorità d'intervento non può che avvenire attraverso le risultanze della mappatura acustica che ha definito a livello cartografico le fasce di isolivello di L_d , L_e , L_n e L_{den} , definiti come livelli di esposizione diurno, serale, notturno e complessivo.

Verranno definite le priorità d'intervento basate in particolare sul numero delle persone esposte al superamento dei limiti, relativamente alle situazioni analizzate nell'ambito della presente mappatura acustica.

La definizione di tali priorità è teorica in quanto prescinde dalle situazioni esistenti sulle altre infrastrutture che potrebbero essere più gravi.

Trattandosi di interventi da effettuarsi ad opera di ente pubblico sarà doveroso effettuare inoltre una valutazione del bilancio costi/benefici e di conseguenza valutare anche:

1. la densità di popolazione esposta al superamento dei limiti, in quanto a densità maggiore corrisponde una maggiore efficacia d'intervento;
2. le difficoltà tecniche o operative per la realizzazione degli interventi in particolari situazioni, che potrebbero far lievitare i costi.

Prima di pianificare gli interventi necessari per la riduzione degli impatti acustici derivanti dal traffico veicolare sugli assi stradali presi in considerazione sarà necessario procedere alla verifica degli interventi che sono stati eseguiti o inseriti anella programmazione economica dell'Ente, che possano essere considerati atti al perseguimento degli scopi di cui al D. Lgs 194/05.

Tra questi assumono particolare rilevanza le devianti esterne ai centri abitati che, spostando il traffico da antichi nuclei abitati all'aperta campagna determinano, ove realizzati, il pieno superamento del problema acustico.