

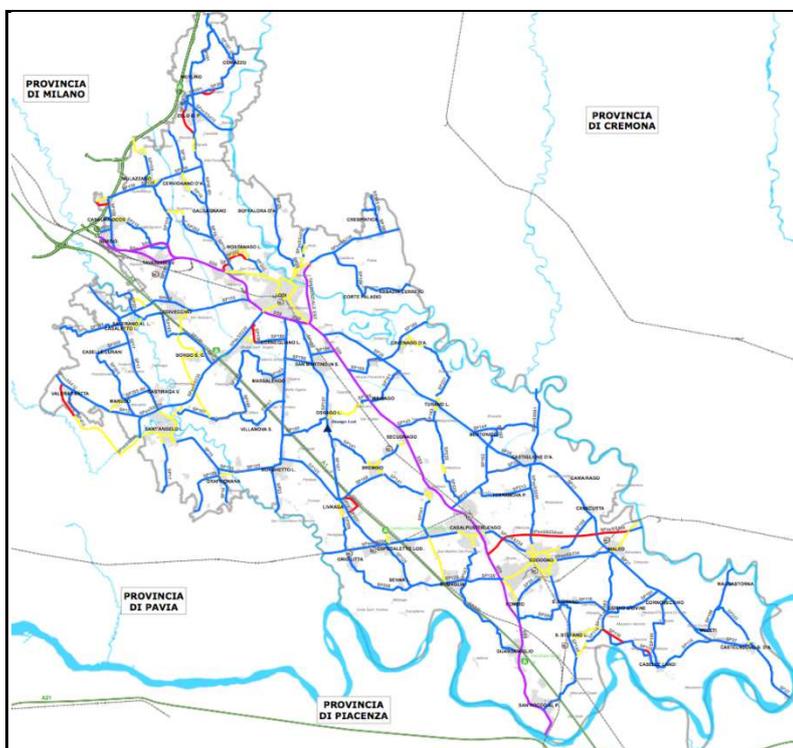


## **PROVINCIA DI LODI**

Via Fanfulla, 14  
22100 Lodi

### **Progetto**

*Mappatura Acustica delle Strade Provinciali della Provincia di Lodi*  
DECRETO LEGISLATIVO N. 194/05



**MAPPATURA ACUSTICA DELLE STRADE PROVINCIALI  
CON FLUSSI VEICOLARI SUPERIORI  
AI 3.000.000 DI VEICOLI / ANNO**

**Marzo 2022**

**Relazione Tecnica**

**Il presente documento è stato elaborato dalla:**

***L.C.E. S.r.l.***

*Via dei Platani, 7/9 – 20073 Opera (MI)*

*Tel. 02-57602858*

*Fax 02-57607234*

**Ne hanno curato la stesura:**

**SERGENTI Marco**

(Tecnico Competente in Acustica – Regione Lombardia – D.P.G.R. n° 556 del 10.02.1998)

**Staff:**

Magni Lorenzo, Irto Davide

## Sommario

<b>SOMMARIO</b> .....	<b>3</b>
<b>1 INTRODUZIONE GENERALE</b> .....	<b>4</b>
<b>2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>5</b>
2.1 Obblighi e adempimenti.....	5
<b>3 DESCRIZIONE DELL'INFRASTRUTTURA STRADALE</b> .....	<b>7</b>
3.1 Localizzazione.....	7
3.2 Caratteristiche del territorio e dell'infrastruttura.....	8
<b>4 CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE E RELATIVI RICETTORI</b> .....	<b>13</b>
<b>5 METODI DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI</b> .....	<b>15</b>
5.1 Caratterizzazione delle sorgenti .....	15
5.2 Base dati territoriali.....	16
5.3 Modello e sua implementazione.....	16
5.4 Taratura del modello .....	17
5.5 Software implementazione modello .....	17
5.6 Parametri di calcolo.....	17
5.7 Modellizzazione degli elementi territoriali.....	18
5.8 Costruzione della mappatura acustica .....	18
5.9 Mappe di rumore .....	19
5.10 Grandezze considerate ai fini dell'attenuazione acustica.....	20
5.11 Specifiche del modello matematico usato .....	21
5.12 Tecnica di ritracciamento dei raggi ( <i>Raytracing</i> ) .....	22
5.13 Le tipologie di sorgenti .....	22
5.14 La diffrazione degli ostacoli .....	23
5.15 L'assorbimento di elementi.....	24
5.16 Quote di calcolo delle mappe .....	24
5.17 Riferimenti normativi del modello utilizzato .....	24
5.18 Il livello di accuratezza .....	26
<b>6 MISURE ANTIRUMORE GIÀ IN ATTO E PROGETTI IN PREPARAZIONE</b> .....	<b>27</b>
<b>7 I RILIEVI FONOMETRICI</b> .....	<b>28</b>
7.1 Criteri di scelta.....	28
7.2 Strumentazione utilizzata .....	28
7.3 Punti di misura.....	30
Posizione dei punti di misura .....	30
Risultati dei rilievi fonometrici.....	30
<b>8 STIMA DELLA POPOLAZIONE ESPOSTA E SINTESI RISULTATI</b> .....	<b>31</b>
8.1 Stima della popolazione esposta.....	31
8.2 Risultati .....	33
<b>9 MATERIALE TRASMESSO</b> .....	<b>44</b>
<b>10 BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>46</b>

# 1 Introduzione generale

Il presente lavoro illustra la metodologia seguita nella stesura della Mappatura Acustica per l'anno 2022 delle strade in gestione alla Provincia di Lodi con traffico superiore ai 3.000.000 veicoli annuali, come previsto nel Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194, "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale".

## La Mappatura Acustica

L'Amministrazione della Provincia di Lodi ha disposto delle indagini necessarie alla conoscenza dei livelli di rumore prodotti dalle proprie infrastrutture stradali. L'obiettivo è quello di raccogliere e organizzare gli elementi preliminari di conoscenza necessari alla predisposizione del piano d'azione e del piano di risanamento acustico richiesti dalle normative vigenti.

In particolare l'incarico include la modellizzazione del la mappatura acustica del rumore delle strade in cui transitano oltre 3.000.000 veicoli/anno.

Il presente lavoro si è articolato in quattro fasi:

- Costruzione di una base di dati digitali contenenti le informazioni necessarie a scala comunale
- Campagna di misura per il rilievo dei livelli di rumore presenti in punti specifici del reticolo stradale. I risultati saranno utilizzati per tarare un modello di produzione e diffusione del rumore, basato sulle caratteristiche dei flussi di traffico esistenti.
- Applicazione del modello di simulazione del rumore stradale per la predisposizione delle mappe di rumore della rete stradale comunale.
- Applicazione del modello di simulazione del rumore stradale per la mappatura acustica degli assi stradali a gestione comunale con un traffico superiore ai 3.000.000 di veicoli/anno.

## 2 Quadro normativo di riferimento

### 2.1 Obblighi e adempimenti

Il Decreto Legislativo (D.Lgs.) n. 194 del 19/08/2005: "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione ed alla gestione del rumore ambientale" ha recepito nell'ordinamento italiano la Direttiva 2002/49/CE: "Determinazione e gestione del rumore ambientale".

La direttiva nasce dalla necessità di mettere a punto misure ed iniziative specifiche per il contenimento dell'inquinamento acustico, a fronte di un contesto europeo che lamenta l'assenza di dati affidabili e comparabili relativi alle diverse sorgenti di rumore. L'obiettivo della direttiva è quindi quello di far sì che i livelli di inquinamento acustico siano rilevati, ordinati e presentati da tutti gli stati secondo criteri confrontabili. Ciò presuppone l'uso di descrittori e metodi di determinazione armonizzati. I descrittori acustici selezionati dalla Direttiva sono  $L_{den}$  per determinare il disturbo sulle 24 ore e  $L_n$  per determinare i disturbi del sonno nel periodo notturno (dalle ore 22:00 alle ore 06:00).

I principali strumenti introdotti dalla Direttiva per raggiungere i propri obiettivi sono:

- la determinazione dell'esposizione al rumore ambientale mediante la mappatura acustica delle principali sorgenti di rumore presenti sul territorio, da realizzarsi sulla base di metodi di determinazione comuni agli stati membri;
- l'informazione e la partecipazione del pubblico in merito al rumore ambientale ed ai relativi effetti per garantire un processo democratico e condiviso di lotta al rumore;
- l'attuazione di piani d'azione per evitare e/o ridurre il rumore ambientale nonché per evitare aumenti di rumore nelle zone silenziose.

Il primo passo che deve essere intrapreso è quindi quello della predisposizione della mappatura acustica. Quest'ultima è definita come: *"la rappresentazione di dati relativi ad una situazione di rumore esistente o prevista in una zona, relativa ad una determinata sorgente, in funzione di un descrittore acustico che indichi il superamento di pertinenti valori limite vigenti, il numero di persone esposte o il numero di abitazioni esposte a determinati valori di rumore"*.

Nel caso delle infrastrutture stradali, la mappatura acustica deve interessare gli "assi stradali principali", cioè quelle strade dove transitano ogni anno più di 3.000.000 veicoli.

In base al Decreto Legislativo n. 194/2005 spetta ai gestori eseguire la mappatura acustica del rumore prodotto dalle proprie infrastrutture. La Provincia di Lodi, in quanto gestore di strade su cui transitano più di 3.000.000 di veicoli/anno, ha affidato il compito di realizzare la sua mappatura alla scrivente. Obbligo della Provincia sarà poi quello di trasmettere i risultati della mappatura alla Regione.

Si ricorda che oltre a predisporre e trasmettere i risultati alla Regione, la Provincia ha anche l'obbligo di comunicare e divulgare gli esiti della mappatura alla popolazione, prevedendo un periodo di consultazione. La partecipazione attiva e consapevole del pubblico, da perseguire soprattutto nella fase progettuale di redazione dei piani d'azione, è uno dei pilastri della politica comunitaria di lotta al rumore.

I contenuti e le procedure per l'esecuzione della mappatura acustica sono sommariamente descritti negli Allegati 4 e 6 del D.Lgs. 194/2005. Il decreto prevedeva l'emanazione di linee guida più dettagliate da parte del Ministero dell'Ambiente e del Territorio che ad oggi non sono ancora state emanate.

A fronte del sussistere di un quadro operativo con diverse incertezze tecniche ed interpretative, un meritorio contributo chiarificatore è venuto dalla Regione Lombardia. Il documento: *“Mappatura acustica delle infrastrutture stradali (D.Lgs. 194/2005). Specifiche per la fornitura dei dati alla Regione Lombardia”*, della DG Qualità dell’Ambiente della Giunta Regionale, ha uniformato, almeno a livello regionale, i comportamenti e le modalità di lavoro di tecnici e gestori. In particolare la regione ha ufficializzato l’utilizzo del documento *“GoodPractice Guide for Strategic NoiseMapping and Production of Associated Data on NoiseExposure - Version 2”* del gennaio 2006. Questo documento, elaborato da un gruppo di lavoro sovranazionale gestito dalla Commissione Europea, condensa gli sforzi di approfondimento e risoluzione delle problematiche relative all’interpretazione delle direttive ed all’esecuzione della mappatura acustica.

La predisposizione della mappatura acustica delle strade della Provincia di Lodi è stata realizzata in piena coerenza con le indicazioni degli Allegati 4 e 6 del D.Lgs. 194/2005 e con le linee guida regionali ed europee. La Regione Lombardia ha inteso associare alla consegna degli elaborati relativi alla mappatura acustica prevista per gli assi principali, anche la verifica del rispetto dei limiti previsti dal DPR 30/03/2004 n. 142: *“Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell’inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare”*, normativa strettamente nazionale ancora in vigore nonostante il recepimento della Direttiva 2002/49/CE.

### 3 Descrizione dell'infrastruttura stradale

#### 3.1 Localizzazione

Le strade di interesse segnalate dalla Provincia di Lodi sono le seguenti:

<b>ID</b>	<b>DENOMINAZIONE</b>	<b>T.G.M. (annuo)</b>	<b>ESTENSIONE</b>	<b>Classificazione DPR 30/4/2004</b>
RD_IT_0074_001	SP 16 "Lodi – Zelo B.P. e dir. per Paullo.	3738302	15756	Cb
RD_IT_0074_002	SP 159 "Sordio – Dresano – Bettola"	5711857	3257	Cb
RD_IT_0074_003	SP 219 Casalmaiocco – Vizzolo P.	3000117	422	Cb
RD_IT_0074_004	SP 138 "Pandina"	5296487	6245	Cb
RD_IT_0074_005	SP 115 "Lodi – Lodivecchio – Salerano sul L."	4555537	8612	Cb
RD_IT_0074_006	SP 20 "Mantovana"	3295192	3905	Cb
RD_IT_0074_007	SP ex SS 412 "Valtidone"	4619412	2962	Cb
RD_IT_0074_008	SP "26 Lodi – Castiglione d'Adda"	4370117	15629	Cb
RD_IT_0074_009	SP ex SS 234 tra Casalpusterlengo – Orio Litta - confine pavese	4646787	8422	Cb
RD_IT_0074_010	SP 19 "Sant'Angelo – Graffignana – S Colombano al L." Tratto "Sant'Angelo – Graffignana"	4224482	5845	Cb
RD_IT_0074_011	SP 17 "Mairano – Sant'Angelo – conf. Pavese" Tratto "Mairano – Sant'Angelo"	7597812	10218	Cb
RD_IT_0074_012	SP 23 Lodi Borghetto L.	4628537	14447	Cb
RD_IT_0074_013	SP ex SS 472 "Bergamina"	3770057	1924	Cb
RD_IT_0074_014	SP ex SS 415 "Paulese"	9914102	3655	Cb
RD_IT_0074_015	SP 25 "Lodi – Boffalora d'Adda"	3975917	4083	Cb
RD_IT_0074_016	SP 22 Casalpusterlengo – Castiglione + SP 192 Terranova de P. - Bertonicò	3460537	5080	Cb
RD_IT_0074_017	SP 27 Castiglione d'Adda – Castelnuovo B.A.	3226572	23310	Cb
RD_IT_0074_018	SP ex SS 591 Codogno Castiglione	5347222	9965	Cb
RD_IT_0074_019	SP ex SS 234 - Diramazione	4406617	9662	Cb
RD_IT_0074_020	SP ex SS 235 di Orzinuovi	13029377	17832	Cb

**Tabella 1**– Classificazione delle strade di interesse in base al T.G.M.

## 3.2 Caratteristiche del territorio e dell'infrastruttura

### **SP 16 “Lodi – Zelo B.P. e dir. per Paulo”**

Questa arteria, intesa nel suo complesso, quindi da Lodi sino a Zelo e diramazione x Paulo, costituisce uno dei collegamenti preferenziali, per tutto il bacino del territorio del comune di Lodi e sud est lodigiano, diretto verso la SP ex SS 415 “Paullese”, arteria di primaria importanza per i collegamenti con la viabilità di connessione a tutti i comuni della cintura milanese e, recentemente, con il casello autostradale TEEM sito nel comune di Zelo B.P. A fronte dell'introduzione dell'itinerario autostradale e relativo casello in ambito locale, quale opera di compensazione, nel territorio del comune di Zelo B.P. è stata realizzata la Variante esterna della SP 16 che si attesta sulla SP ex SS 415 nel punto intersezione ove si allaccia il peduncolo di collegamento al casello TEEM. A fronte dell'acquisizione della competenza della viabilità di variante realizzata nell'ambito T.E.E.M., il tratto sotteso alla variante è stato declassato alla competenza comunale e, come tale, rientra di fatto sotto la competenza di quest'ultimo quando sarà formalizzato il passaggio di competenza attraverso la presa in consegna e la sottoscrizione del relativo verbale. Lungo lo sviluppo del suo tracciato lambisce i confini del comune di Montanaso L., Lodi e Zelo B.P. mentre attraversa l'abitato di Galgagnano.

### **SP 159 “Sordio – Dresano – Bettola”**

Questa arteria provinciale ha subito radicali trasformazioni a seguito dell'attraversamento del nastro autostradale TEEM, in prossimità dell'intersezione con la SP 138 (anch'essa oggetto di modifica di tracciato) e della SS. 9 Via Emilia nel territorio di confine tra Sordio e San Zenone al L..

A seguito della realizzazione della TEEM e relativo casello, presenta allo stato, quale opera viabilistica compensativa, una variante all'abitato di Sordio che si collega con la strada statale SS. 9 Emilia a nord dell'edificato, un tratto da trasferire alla competenza comunale, ed un tratto di collegamento e attestazione con la variante della SP 138 di Dresano, nel territorio del comune di Casalmaiocco.

Con l'apertura del casello autostradale di Vizzolo la viabilità vecchia e nuova, come sopra modificate, costituisce di fatto una porta di accesso, per il collegamento al sistema autostradale, di una buona parte dei territori del sud Milanese e, attraverso l'uso della variante della SS. 9 Via Emilia, del nord ovest lodigiano. Lungo lo sviluppo del suo vecchio tracciato la SP 159 attraversava il Comune di Sordio mentre, nella nuova conformazione, lo lambisce esternamente in analogia con quanto avviene con Casalmaiocco.

### **SP 219 Casalmaiocco – Vizzolo P.**

Sempre nel territorio del comune di Casalmaiocco si sviluppa il tratto di competenza della Provincia di Lodi della SP 219. Tale arteria che si sviluppa per circa 400 metri prima di attestarsi alla viabilità comunale di Vizzolo, ancorché semplice collegamento con la SP 159 e l'abitato di Casalmaiocco, ha sempre avuto volumi di traffico elevati. A seguito di una modifica radicale della viabilità nel vicino comune di Melegnano, con l'introduzione di vere e proprie bretelle esterne all'abitato, che ne hanno modificato radicalmente la destinazione, è stata oggetto di un aggiornamento del rilevamento dei flussi di traffico e, benché il volume dei veicoli sia in forte diminuzione e l'arteria stessa è oggetto di attuazione di un procedimento di declassificazione alla competenza comunale, attualmente è stata inserita nell'elenco delle strade da mappare. L'arteria di cui trattasi è esterna all'abitato di Casalmaiocco.

### **SP 138 “Pandina”**

La SP 138 Pandina è un importante e veloce arteria di penetrazione verso il confine Milanese ove si attestano i caselli autostradali della TEEM a Vizzolo Predabissi e di Melegnano dell'A1 Milano Bologna. L'arteria subisce il riverbero della difficoltà di flusso sulla SP ex SS 415 e presenta un volume di traffico

pressoché costante. Lungo lo sviluppo del suo tracciato in territorio lodigiano lambisce il confine degli abitati di Cervignano d'Adda e Mulazzano.

### **SP 115 “Lodi – Lodivecchio – Salerano sul L.”**

Tale arteria rappresenta l'itinerario più veloce per collegare la città di Lodi e i territori limitrofi, alla SP 17 Sant'Angelo Lod. - Melegnano, arteria che, con l'introduzione delle varianti di Cerro al Lambro/Melegnano, si atesta al casello A1 di Melegnano ed al sistema delle tangenziali di Milano. È quindi, dopo l'apertura della TEEM., suscettibile di un aggiornamento dei rilevamenti dei volumi di traffico. Lungo lo sviluppo del suo tracciato in territorio lodigiano divide la zona industriale di Lodivecchio dal suo centro abitato.

### **SP 20 “Mantovana”**

Questa arteria attraversa l'abitato di Fombio e lambisce il confine della Fraz. di Retegno e collega la SS. 9 Via Emilia con l'abitato Codogno, ove si sviluppa il nuovo tracciato della SP ex SS 234 e si attestano numerose arterie provinciali minori di collegamento con i vari territori della bassa pianura lodigiana.

### **SP ex SS 412 “Valtidone”**

L'arteria rappresenta un importante itinerario di valenza interprovinciale. Infatti purchè lambisca marginalmente il territorio della Provincia di Lodi attraversando di fatto la Provincia di Piacenza e Pavia si collega a Noverasco con la viabilità di Milano. Costituisce di fatto il collegamento con il casello dell'autostrada Piacenza Torino di Castel San Giovanni. La recente realizzazione della Variante di Villanterio e Valera Fratta, che accompagna il declassamento dell'arco sotteso dell'arteria in attraversamento ai centri abitati, ha modificato la viabilità nel comparto nordovest del Lodigiano. La strada è stata da poco trasferita alla competenza di questa Amministrazione ed ha provocato sicuramente una modifica radicale della viabilità anche sul tratto dell'arteria precedentemente mappata e, di riflesso sulla rete stradale limitrofa. Il nuovo tracciato dell'arteria provinciale, in Provincia di Lodi, lambisce l'abitato nella parte di edificato posta a nord ovest del vecchio tracciato oggetto di mappatura il quale in origine attraversava il centro abitato di Valera Fratta.

### **La SP “26 Lodi – Castiglione d'Adda”**

La SP 26 “Lodi – Castiglione d'A.” insieme alla SP 27 “Castiglione d'A. – Castelnuovo B.A.”, attraverso il manufatto di attraversamento del fiume Po in località San Nazzaro, terzo ponte di attraversamento del fiume Po nel territorio lodigiano oltre a quello della SS. 9 Via Emilia e autostradale, costituisce la dorsale viabilistica di collegamento con la Provincia di Piacenza. Tale arteria è intersecata da numerose e primarie strade di importanza sovra locale che costituiscono sul lato sx il collegamento con la Provincia di Cremona (SP 169, SP ex SS 591, SP ex SS 234, SP 196) e sul lato dx vie di rilievo per i collegamenti locali (SP 191, SP 192, SP 108, 193, SP 116)

La SP 26 oltre al tratto compreso tra il Km 0+000 e il Km 5+500 con l'introduzione della limitazione al transito dei mezzi pesanti sulla SS. 9 Via Emilia all'interno del Comune di Casalpusterlengo, viene di fatto utilizzata per i collegamenti da e verso Lodi. Tale situazione determina “a cascata”, significative ripercussioni lungo la SP 27 Maleo Castiglione d'Adda e più in generale sulla viabilità insistente nei territori di Maleo e Bertonico. Tali situazioni, purchè ritenute temporanee e limitate nel tempo, si sono trasformate in situazioni stabili e permanenti con ricadute significative sulle modalità di ripartizione del traffico sulla viabilità alternativa esistente.

### **SP ex SS 234 “Variante di Codogno”**

Altresì, nel comparto sud del territorio provinciale lodigiano, l'apertura della variante di Codogno, ha modificato le dinamiche del traffico veicolare in attraversamento l'abitato di Codogno. In tale scenario, molti dei tratti della rete stradale connessa alla nuova arteria sono tutt'ora oggetto di un aumento complessivo della circolazione veicolare. La nuova arteria che si stacca dalla SS. 9 Via Emilia nel territorio del comune di Casalpusterlengo prosegue il suo percorso fino a connettersi a Pizzighettone con il tracciato storico dell'arteria provinciale verso Cremona, senza attraversare nessuno degli abitati dei comuni territorialmente competenti.

### **Il tronco della SP ex SS 234 tra Casalpusterlengo – Orio Litta - confine pavese**

Il tracciato attraversa l'abitato di Ospedaletto e Oriolitta e presenta delle consistenti variazioni di traffico, in particolare nel tratto confine pavese - casello autostradale A1 di Ospedaletto L., a causa dell'apertura di poli logistici di grande polarità. Un aggiornamento dei monitoraggi e rilevamenti del traffico sono sicuramente auspicabili.

### **SP 19 “Sant’Angelo – Graffignana – S Colombano al L.” Tratto “Sant’Angelo – Graffignana”**

L'arteria provinciale in oggetto si stacca dall'abitato di Sant'Angelo e attraversando l'abitato di Graffignana collega la Provincia di Lodi al comune di San Colombano in provincia di Milano. Il percorso assume particolare importanza poiché consente al bacino territoriale limitrofo al territorio di Sant'Angelo L., sfruttando la SP 23 e successivamente la viabilità provinciale pavese, un veloce itinerario verso il casello di Castel San Giovanni dell'Autostrade Piacenza – Torino.

### **SP 17 “Mairano – Sant’Angelo – conf. Pavese” Tratto “Mairano – Sant’Angelo”**

La SP 17 arteria primaria della rete stradale provinciale del lodigiano parte da Melegnano per poi congiungersi a Monte Leone alla SP ex SS 234 e alla SP ex SS 412.

Lungo il suo sviluppo attraversa l'abitato di Castiraga Vidardo, confina con la zona industriale di Casaletto Lodigiano e Salerano e costituisce il confine dell'abitato della Frazione Mairano di Casaletto Lodigiano.

L'arteria in parola rappresenta il collegamento più veloce per l'accesso al sistema delle tangenziali di Milano attraverso il casello di Melegnano circostanza per la quale il volume di traffico risulta molto consistente

### **SP 23 Lodi Borghetto L.**

Dorsale della rete stradale della Provincia di Lodi, di indiscutibile valenza per le connessioni garantite tra la SS. 9 Via Emilia, in comune di Lodi, la SP ex SS 234, in comune di San Colombano, e il casello dell'autostrada Piacenza – Torino, nel comune di Castel San Giovanni, nel 2002 è stata oggetto di un importante intervento di riqualificazione. Interessata lungo il suo sviluppo da una serie di nodi con strade di rilievo provinciale, per i collegamenti e spostamenti locali, e soggetta ad un traffico pesante generato dalle logistiche localizzata sul territorio dei vari comuni attraversati. Lungo il suo sviluppo nel territorio di competenza di questa Amministrazione attraversa in sequenza l'abitato della Fraz. Motta Vigana di Massalengo, l'abitato del Comune di Borghetto e della sua Fraz. Casoni. Su tale arteria recentemente sono stati effettuati specifici studi di traffico pertanto i dati rispecchiano le dinamiche di traffico odierne.

### **SP ex SS 472 “Bergamina”**

L'arteria in parola è una storica via di veloce collegamento con la vicina Provincia di Cremona e poco dopo con la Provincia di Bergamo. Oggetto di una recente modifica del tracciato, nel territorio del capoluogo provinciale in località Riolo, lambisce l'edificato e si collega con il sistema delle tangenziali di Lodi e alla SP ex SS 235 tratto Lodi Crema.

### **SP ex SS 415 “Paulese”**

La ex Strada Statale 415 “Paulese” percorre il territorio regionale in direzione nord/sud, collegando tra loro i capoluoghi di Milano e Cremona e passando per il centro abitato di Crema. La strada ha inizio al casello autostradale di Paullo. I primi 6 chilometri, sino a Peschiera Borromeo, sono a carreggiata doppia per complessive 4 corsie, con 2 intersezioni a raso semaforizzate presso San Donato Milanese mentre nel tratto successivo invece, che prosegue oltre l'abitato di Peschiera, la sede stradale si restringe, riducendosi ad un'unica carreggiata. Proseguendo lungo l'asse viario si incontrano i centri di Paullo e Zelo Buon Persico, su cui confluisce la vecchia Paulese. Alla progressiva chilometrica 13+300, prima del ponte sul fiume Adda, sito in località Binate, l'asse stradale entra, per un breve tratto, in territorio lodigiano per continuare poi dal Km 15+993 in quello cremasco. Poco oltre il confine provinciale, incrocia la ex SS 472 “Bergamina” Treviglio-Lodi e prosegue in direzione Crema. Attraversato il centro abitato di Madignano (unico attraversamento urbano vero e proprio in tutto lo sviluppo della strada) e lambito il comune di Castelleone, giunge a Cremona.

La sezione stradale presenta una larghezza complessiva pari a m. 10,50 così articolata:

- n° 2 corsie di marcia di larghezza pari a 3,75 m ciascuna;
- n° 2 banchine bitumate in affiancamento le corsie con sezione pari a 1,50 m ciascuna;
- n° 2 ulteriori spazi denominati margini esterni, in fondo stabilizzato nei quali trovano spazio i necessari dispositivi di sicurezza ed elementi di arredo.

### **SP 25 “Lodi – Boffalora d'Adda”**

La strada provinciale in oggetto, partendo dal centro abitato di Lodi, si collega alla SP ex SS 415 “Paulese” nel territorio del comune di Spino d'Adda, in provincia di Cremona. Lungo lo sviluppo del suo tracciato in Provincia di Lodi attraversa l'abitato di Boffalora d'Adda. A fronte della realizzazione di nuove pseudo logistiche al confine tra Lodi e Boffalora d'Adda presenta delle modifiche significative dei volumi di traffico.

### **SP 22 Casalbusterlengo – Castiglione + SP 192 Terranova de P. - Bertonico**

Il tracciato oggetto della mappatura si compone di due tratti delle strade in questione.

Infatti il tratto della SP 22 tra Casalbusterlengo – Castiglione d'A., costituisce il naturale proseguimento della SP 192 che partendo dalla SP 26, nel territorio del comune di Bertonico, interseca la SS. 9 Via Emilia tra Casalbusterlengo e la Fraz. di Zorlesco. In analogia ai tratti della SP 27 tra Maleo – Castiglione e della SP 26 tra Castiglione e Bertonico, subisce, in termini di aumento dei volumi di traffico, la deviazione imposta a causa dell'introduzione della limitazione al transito dei mezzi pesanti nell'abitato di Casalbusterlengo.

Lungo lo sviluppo del tracciato nel suo insieme lambisce la zona industriale di Casalbusterlengo e attraversa il minuscolo edificato di Terranova dei Passerini.

### **SP 27 Castiglione d'Adda – Castelnuovo Bocca d'Adda**

La SP 27 inizia a Castiglione d'Adda e si attesta sul manufatto di attraversamento del fiume Po nel territorio del comune di San Nazzaro in Provincia di Piacenza. Nello sviluppo del suo tracciato

attraversa progressivamente lo stesso comune di Castiglione d'Adda, costituisce il confine dell'abitato di Camairago e Cavacurta (oggi costituiscono un unico comune CastelGerundo), nel territorio del comune di Maleo divide la zona industriale dall'abitato e costituisce la spina viabilistica su cui si è sviluppato l'abitato di Castelnuovo B.A.. Attualmente da Maleo a Castiglione è oggetto del traffico proveniente da Piacenza che non potendo transitare nell'abitato di Casalpusterlengo, per effetto della limitazione ai mezzi pesanti, utilizza in sequenza la SP 27 e SP 26 (e viceversa) quale percorso alternativo.

#### **SP ex SS 591 Bertonico Castiglione Codogno.**

L'arteria di cui trattasi collega il comune di Bergamo con il comune di Codogno attraversando tre provincie: Bergamo, Cremona e Lodi. Tra Cremona e Lodi insiste il ponte strallato di attraversamento del fiume Adda, che con i suoi piloni di sostegno alti 70 metri, lo rende uno dei più alti realizzati in Italia. Lungo lo sviluppo del suo percorso nel territorio del lodigiano, attraversa il comune di Castiglione D'Adda per poi attestarsi alla nuova Variante della SP ex SS 234 dir, recentemente realizzata dalla Provincia di Lodi per l'eliminazione dell'attraversamento dell'abitato del comune di Codogno.

#### **SP Ex SS 235 "di Orzinuovi"**

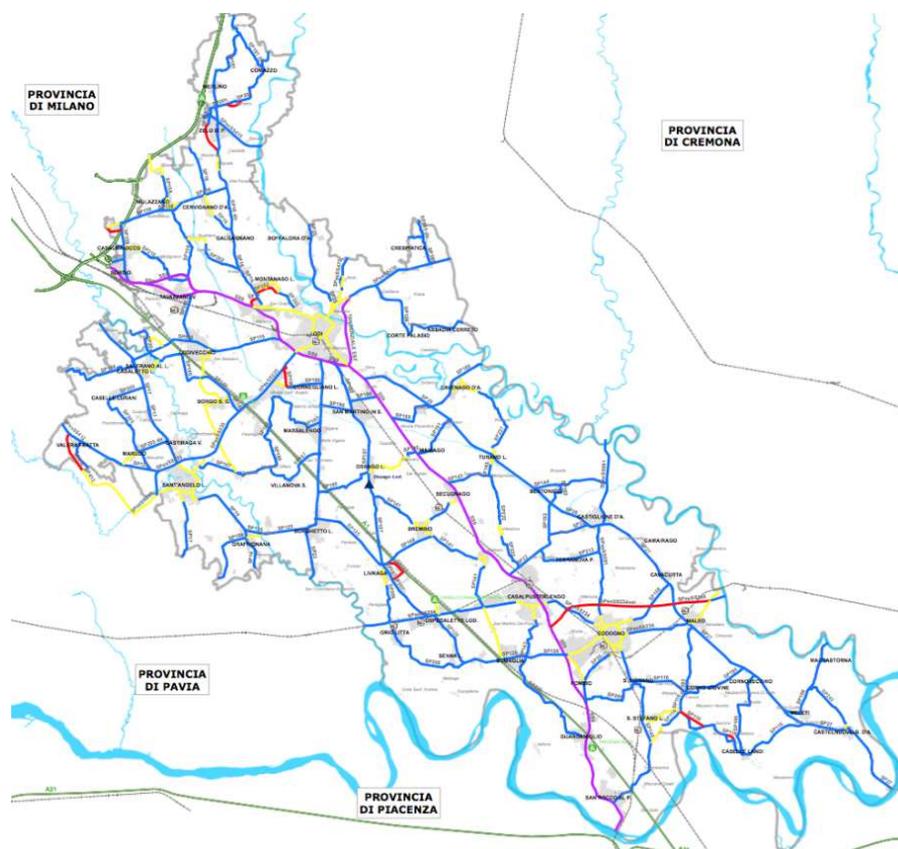
La ex SS 235 è una delle principali arterie che attraversano il territorio provinciale. Origina a Pavia, dalla periferia est della città, ed estendendosi per una lunghezza complessiva di 98,800 km, è la più importante via di collegamento verso i capoluoghi di Lodi e Brescia. Si sviluppa su un tracciato tipicamente di pianura che, nel tratto pavese, tocca tra gli altri, i comuni di Copiano e Gerenzago, nei pressi del quale interseca la ex Strada Statale 412 della Val Tidone. Alla progressiva chilometrica 20+572 entra in territorio lodigiano, attraversando il territorio del comune di Sant'Angelo Lod. interseca la SP 17 ove costituisce il limite invalicabile dell'abitato. Proseguendo in direzione est, dopo aver intersecato il rettilineo dell'A1 al km 28+600, lambisce le aree industriali/commerciali dei comuni di Borgo San Giovanni e Pieve Fissiraga. A ridosso del confine tra il comune di Pieve Fissiraga e Cornegliano Laudense costituisce in un primo momento il confine dell'edificato e successivamente il confine della piattaforma commerciale del Codognino di Cornegliano Laudense. Superato il territorio del comune di Cornegliano Laudense l'asse stradale prosegue oltre l'abitato del capoluogo di Lodi, per poi proseguire in direzione est per attestarsi al Km 45+041 a confine con la Provincia di Cremona.

La sezione stradale è di categoria C1, riservata, secondo la classificazione funzionale introdotta dal D.M. 05-11-2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" alle strade extraurbane secondarie. Ha larghezza complessiva pari a m. 10,50 così articolata:

- n° 2 corsie di marcia di larghezza pari a 3,50 m ciascuna;
- n° 2 banchine bitumate in affiancamento le corsie con sezione pari a 1,25 m ciascuna;
- n° 2 ulteriori spazi denominati margini esterni, in fondo stabilizzato nei quali trovano spazio i necessari dispositivi di sicurezza e gli elementi di arredo.

Il pacchetto stradale è formato da un primo strato di base in conglomerato bituminoso, da un secondo strato di collegamento nel medesimo materiale, ed infine, da un terzo e ultimo strato di finitura superficiale in conglomerato bituminoso a pezzatura fine di circa 3 cm di spessore.

## 4 Caratterizzazione dell'area di indagine e relativi ricettori



La provincia di Lodi è una provincia della regione Lombardia popolata da 230.198 abitanti (secondo censimento EUROSTAT 2019), con capoluogo a Lodi. Il territorio confina a nord con la provincia di Milano, ad est con la provincia di Cremona, a sud con la provincia di Piacenza ad ovest con la provincia di Pavia e con il Comune di San Colombano al Lambro ricadente nella provincia di Milano, includendo 61 Comuni.

Il territorio lodigiano si estende per circa 782 km<sup>2</sup> ed è quasi interamente delimitato dalla riva destra del fiume Adda, dalla sponda sinistra del fiume Lambro e dalla riva sinistra del fiume Po. Gli elementi tipici sono proprio i corsi d'acqua naturali e artificiali, e una regolare pianura inclinata leggermente da Nord a Sud-Est (declivio circa dell'1,5 per mille). Unica eccezione, il limitato rilievo delle colline di San Colombano al Lambro, che raggiungono l'elevazione massima di 144 metri sul livello del mare. Il terreno è tipicamente alluvionale, generalmente composto di arena o siliceo calcarea, o argilloso silicea e calcarea che unita a strato di carbonato di calcio, mista spesso ad allumina, forma la crosta vegetale o arabile.

I tratti stradali analizzati giacciono quindi su questa tipologia di territorio e per questo motivo si trovano in condizioni pianeggianti o poco rilevate. Ove necessario proseguono come ponti sui corsi d'acqua.

Sul territorio di pertinenza delle strade sono presenti diversi ricettori sensibili. Nella tabella seguente sono riportati gli edifici scolastici e sanitari presenti nelle aree calcolate (raggio di 300m dalla mezzeria della strada):

Strada	Ricettori sensibili
SP 16 "Lodi – Zelo B.P. e dir. per Paullo.	No
SP 159 "Sordio – Dresano – Bettola"	Scuola Primaria "C. Battisti" (Sordio) Scuola dell'Infanzia "G. Rodari" (Sordio)
SP 219 Casalmaiocco – Vizzolo P.	No
SP 138 "Pandina"	Scuola Secondaria "A. Gramsci" (Mulazzano) Scuola Primaria "A. Manzoni" (Mulazzano)
SP 115 "Lodi – Lodivecchio – Salerano sul L."	Scuola Primaria "A. Negri" (Lodi Vecchio) Scuola dell'Infanzia "M. Montessori" (Lodi Vecchio)
SP 20 "Mantovana"	Scuola Materna "Don Milani" (Fombio) Scuola Primaria "Don Milani" (Fombio) Scuola dell'Infanzia "Retegno" (Fombio)
SP ex SS 412 "Valtidone"	No
SP 26 "Lodi – Castiglione d'Adda"	Scuola dell'Infanzia (Mairago) Scuola dell'Infanzia (Turano Lodigiano) Scuola dell'Infanzia "Raggio di sole" (Castiglione d'Adda)
SP ex SS 234 tra Casalpusterlengo – Orio Litta - confine pavese	No
SP 19 "Sant'Angelo – Graffignana – S Colombano al L." Tratto "Sant'Angelo – Graffignana"	Scuola Materna Parrocchiale (Graffignana) Scuola Media Statale (Graffignana) Scuola Primaria Statale (Graffignana) ASL Territoriale (Sant'Angelo Lodigiano)
SP 17 "Mairano – Sant'Angelo – conf. Pavese" Tratto "Mairano – Sant'Angelo"	Scuola Primaria (Casaletto Lodigiano) Scuola dell'Infanzia (Castiraga Vidardo) ASL Territoriale (Mairano)
SP 23 Lodi Borghetto L.	Scuola dell'Infanzia "C. Collodi" (Massalengo) Scuola dell'Infanzia (Borghetto Lodigiano)
SP ex SS 472 "Bergamina"	Scuola Primaria "G. Agnelli" (Riolo)
SP ex SS 415 "Paulese"	Scuola Primaria "Don Milani" (Zelo Buon Persico)
SP 25 "Lodi – Boffalora d'Adda"	Scuola Secondaria "Duca degli Abruzzi" (Borghetto Lodigiano)
SP 22 Casalpusterlengo – Castiglione + SP 192 Terranova de P. - Bertinico	No
SP 27 Castiglione d'Adda – Castelnuovo B.A.	Scuola dell'Infanzia (Castelnuovo Bocca d'Adda) Scuola Secondaria (Castelnuovo Bocca d'Adda) Scuola dell'Infanzia (Cavacurta)
SP ex SS 235 di Orzinuovi	Scuola Primaria (Muzza)
SP ex SS 591 Codogno Castiglione	Scuola Primaria (Castiglione d'Adda)

## 5 Metodi di calcolo e modelli applicati

La costruzione della mappatura acustica degli assi con traffico superiore ai 3.000.000 veicoli annuali gestiti dalla Provincia di Lodi, ha seguito il percorso illustrato di seguito.

È stata eseguita una campagna di misure a scopo di raccolta di informazioni relative allo stato di clima acustico del territorio e a scopo di taratura del modello di simulazione acustica e validazione finale dei dati ottenuti. La campagna di misura è stata effettuata programmando un alto numero di rilievi fonometrici estesi su tutto il territorio comunale.

Limitando la descrizione al percorso intrapreso per la costruzione della mappatura acustica, i principali passi intrapresi sono stati i seguenti.

- Caratterizzazione delle sorgenti. Per ogni tratto stradale in oggetto si è così proceduto: attualizzazione dei valori orari di traffico, attribuzione della velocità media di percorrenza, caratterizzazione del percorso stradale.
- Basi dati Territoriali. Costruzione delle basi dati informative territoriali per l'individuazione dei recettori sensibili.
- Modello. Applicazione di un modello a griglia per la determinazione della distribuzione spaziale dei livelli di  $L_{den}$  e  $L_n$  attorno alle infrastrutture. Validazione dei risultati anche per mezzo del confronto con gli esiti delle misure effettuate in campo.
- Mappatura acustica. Classificazione degli edifici sulla base del criterio della facciata più esposta, sia rispetto a  $L_{den}$  che a  $L_n$ ; calcolo delle superficie e del numero di edifici compresi tra due isofone di  $L_{den}$ .
- Stime della popolazione esposta.

### 5.1 Caratterizzazione delle sorgenti

Il tracciato degli assi stradali oggetto del presente studio è stato ricavato dalla cartografia in formato shapefile presente nel Database Topografico della Lombardia, essendo la Provincia di Lodi sprovvisto di un sistema cartografico digitale.

Il tematismo di partenza è stato elaborato al fine di ottenere un file contenente i dati morfologici ed urbanistici nel formato e con le informazioni richieste dal software che implementa il modello di diffusione del rumore. Le principali elaborazioni eseguite sono state le seguenti:

- Verifica della continuità topologica degli archi relativi ad ogni singola strada ed eliminazione delle eventuali interruzioni dovute ad errori di digitalizzazione;
- Eliminazione dei nodi di interruzione associati a discontinuità non significative da un punto di vista dell'emissione di rumore: passaggi a livello, ponti, manufatti, ecc.
- Suddivisione degli archi stradali unicamente in relazione a variazioni che hanno effetto sulla produzione di rumore: variazione dei limiti di velocità, intersezioni che comportano variazioni del traffico, attraversamento dei centri urbani;
- Attribuzione agli archi di ogni strada dei valori orari di flusso suddivisi tra veicoli pesanti e veicoli leggeri. L'attribuzione è avvenuta a partire dai dati di censimento esistenti.

I dati di traffico sono stati ricavati da sopralluoghi di ANAS degli anni precedenti. Le strade in questione sono state censite ripetutamente ed i valori di traffico considerati sono quindi aggiornati ed affidabili.

Ad ogni arco sono stati associati i valori di velocità. Ai tratti urbani, o in presenza di specifici limiti, si è attribuita la velocità in funzione delle caratteristiche stradali e del raffronto con i risultati forniti dalla campagna di misure.

## **5.2 Base dati territoriali**

Al fine di una modellizzazione più dettagliata possibile della propagazione del rumore prodotto dalle infrastrutture si è deciso di realizzare un modello del territorio circostante le strade che tenesse in conto ogni singolo edificio presente. Il modello del territorio include tutti i dati relativi alla morfologia del territorio ed allo stato urbanistico relativo agli edifici ed ai canali di traffico da analizzare.

L'area da "mappare" è stata individuata nella totalità del territorio comunale.

I poligoni degli edifici sono stati caratterizzati attraverso i seguenti attributi: identificativo univoco dell'edificio, altezza dell'edificio, coefficiente di riflessione, tipologia destinazione d'uso, eventuale tipologia recettore sensibile.

Il sistema di riferimento adottato è il ETRS89 – GRS80 (EPSG 4258) come specificato dalle linee guida "Specifiche tecniche per la predisposizione e la consegna dei set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e alle mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/2005) – Marzo 2022".

## **5.3 Modello e sua implementazione**

In letteratura esistono numerosi modelli d'emissione e diffusione del rumore stradale, da quelli adottati ufficialmente dalle amministrazioni statali di diverse nazioni, a quelli proposti da centri di ricerca o da aziende private. La maggior parte di questi modelli sono implementati all'interno d'applicativi software commerciali o pubblici, che ne rendono agevole l'utilizzo, la presentazione dei risultati e l'esportazione dei dati.

La DIRETTIVA (UE) 2015/99 ha istituito CNOSSOS-EU 2015 come modello unificato europeo che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE.

L'applicazione effettiva del modello è avvenuta utilizzando un programma commerciale appositamente predisposto per la simulazione acustica. Il programma utilizzato è stato SoundPLAN.

SoundPLAN è un prodotto per il calcolo e la previsione della propagazione nell'ambiente del rumore derivato da: traffico veicolare, traffico ferroviario, traffico aeroportuale, insediamenti industriali, sorgenti puntuali, areali e lineari. Può inoltre essere utilizzato per il calcolo di barriere acustiche e degli effetti prodotti dal loro inserimento.

La modellizzazione acustica di SoundPLAN 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.

Generalmente i valori prodotti da un modello sono caratterizzati da un fondo d'incertezza e perciò devono essere sempre sottoposti al vaglio critico d'esperti e soprattutto essere validati dal raffronto con la situazione reale misurata in campo.

## 5.4 Taratura del modello

L'accuratezza della modellizzazione è stata verificata confrontando i dati generati dal modello con i dati riscontrati nelle misure fonometriche effettuate in precedenza.

Data la variabilità dei livelli di rumore riscontrati dalle misure fonometriche effettuate nei punti di misura esterni, è stato individuato un intervallo di confidenza sul valore medio delle misure effettuate in ogni punto. Quest'analisi statistica è stata compiuta in modo da permettere il confronto dei risultati in considerazione, non solo del valore medio, ma anche della variabilità dei risultati delle misure.

L'incertezza associata alle previsioni modellistiche è di 2.88 dB(A) come specificato al paragrafo 5.18. Di conseguenza si può ritenere validato il dato modellistico, in quanto il discostamento tra i valori misurati e quelli calcolati sono inferiori all'incertezza stessa del modello.

## 5.5 Software implementazione modello

I descrittori acustici da utilizzare per la mappatura acustica sono: il livello giorno-sera-notte (Lden) ed il livello notte (Ln), entrambi espressi in dBA. La Direttiva prevede che il livello giorno-sera-notte si ottenga dalla combinazione del livello giorno (Lday), del livello sera (Levening) e del livello notte (Ln) secondo la seguente formula, che combina i 3 livelli calcolati nel corso delle 24 ore, penalizzando i livelli sera e notte rispettivamente di 5 e 10 dBA.

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

dove, secondo la ripartizione delle 24 ore giornaliera adottata dall'Italia, valgono le seguenti definizioni:

- Lday: è livello sonoro medio a lungo termine ponderato «A», definito alla norma ISO1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi diurni di un anno;
- Levening: è livello sonoro medio a lungo termine ponderato «A», definito alla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi serali di un anno,
- Lnight: è il livello sonoro medio a lungo termine ponderato «A», definito alla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi notturni di un anno;
- nd: è il numero di ore del periodo diurno (dalle 06:00 alle 20:00);
- ne: è il numero di ore del periodo serale (dalle 20:00 alle 22:00);
- nn: è il numero di ore del periodo notturno (dalle 22:00 alle 06:00).

## 5.6 Parametri di calcolo

All'interno del modulo di SoundPLAN di implementazione del modello «CNOSSOS-EU 2015» sono stati impostati i seguenti parametri di calcolo.

- Griglia di calcolo. La griglia è costituita da un reticolo con maglia 10 metri. All'interno di ogni maglia della griglia di calcolo, SoundPLAN utilizza una sotto-griglia costituita da 81 (9x9) ricettori interni. Il calcolo è fatto per ogni elemento della sotto-griglia e poi per interpolazione è determinato il valore attribuito al centroide dalla griglia di calcolo. Impostando i parametri

“min/max” e “differenza”, rispettivamente uguali a 10 e 0,15 dBA, si ottiene una precisione elevata. I parametri stabiliscono che tra gli angoli di ciascuna cella non ci siano più di 10 dBA di differenza, e che la differenza tra valore interpolato e calcolato sia minore di 0,15 dBA.

- Parametri meteorologici. I parametri meteorologici da considerare in input sono l'umidità relativa, la temperatura e la pressione atmosferica. In mancanza di dati meteo climatici ufficiali annui, sono stati inseriti i seguenti valori standard:
  - Umidità relativa: 70 %
  - Temperatura atmosferica: 15 °C
  - Pressione atmosferica: 1013.25 hPa
  - Velocità e direzione vento: Nessuna
- Altezza dal suolo. La mappa del rumore è calcolata ad un'altezza di 4 metri dal suolo. Il terreno è stato considerato ad altezza variabile secondo quanto riportato negli elaborati di shapefiles relativi alla stesura delle isoipse e le strade sono state ipotizzate pari alla situazione reale, ricreando quote, rilevati, sistemi di barriere e quant'altro riportato negli ulteriori shapefiles dedicati.

## **5.7 Modellizzazione degli elementi territoriali**

Attorno all'asse stradale sono stati considerati gli elementi territoriali di seguito descritti, opportunamente modellizzati tenendo conto delle loro caratteristiche geometriche, morfologiche ed acustiche.

- Strade. Per ogni strada sono stati inseriti in SoundPLAN i principali parametri morfologici e strutturali: il numero di corsie, la larghezza d'ogni corsia e la tipologia di asfalto utilizzata.
- Edifici. Gli edifici presenti nel territorio comunale sono stati georeferenziati e inseriti all'interno di un apposito file relativo a morfologia del territorio ed edifici creato in SoundPLAN. Gli edifici sono stati considerati edifici “standard”, cioè senza fonte di emissione e con coefficienti di riflessione superficiale esterno pari a 1. Gli edifici sono modellati come parallelepipedi aventi dimensioni di base uguali alle dimensioni riportate negli shapefiles di riferimento.
- Interventi di mitigazione del rumore in atto. Le barriere e gli interventi di mitigazione acustica attualmente presenti sul territorio sono state inserite nel modello di calcolo e rimandiamo ai capitoli successivi per una descrizione più approfondita.
- Suolo e vegetazione. L'attribuzione delle caratteristiche acustiche del territorio circostante le infrastrutture è avvenuta sulla base dell'uso del suolo indicato dalle cartografie e dagli aerofotogrammetrici disponibili.

## **5.8 Costruzione della mappatura acustica**

SoundPLAN implementa un modello di calcolo “a griglia”. Il risultato della simulazione è costituito da una griglia a maglie quadrate di lato 10 metri, posta a 4 metri dal suolo, che copre tutta l'area d'interesse. In ogni punto d'incrocio della griglia, il software calcola il valore dei  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$  e  $L_n$ , più il valore di  $L_{den}$  ottenuto da questi applicando la formula vista ai paragrafi precedenti.

Il valore dei descrittori in ogni punto dipende dall'intensità della sorgente, dalla distanza del punto considerato dalla sorgente, dagli eventuali ostacoli presenti, dai coefficiente di riflessione/assorbimento delle superfici poste nelle vicinanze.

La griglia dei valori risultanti è georeferenziata e può essere esportata da SoundPLAN come mappa del rumore e come tabella convertibile in file excel. Partendo dalla tabella è possibile ricavare il numero degli edifici ricadenti in questa superficie a determinati intervalli di isofoniche successive sia nell'ambito Lden che nell'ambito Lnight e, conoscendo il numero di residenti d'ogni edificio, la popolazione compresa nell'intervallo che separa le curve isofoniche.

Conoscendo il numero di residenti degli edifici è immediato calcolare il numero degli abitanti esposti. Il metodo di stima dei residenti appena esposto si basa sul criterio della presenza degli edifici all'interno di zone del territorio associate a intervalli di livelli del descrittore acustico Lden (criterio della presenza). Al fine della mappatura acustica, il D.lgs.194/2005 esige che gli edifici (e quindi i loro residenti) siano acusticamente classificati anche sulla base del criterio del "livello della facciata più esposta".

Una volta assegnato ad ogni edificio il valore della faccia più esposta, gli edifici possono essere raggruppati per intervalli di livello dei descrittori acustici. Conoscendo la distribuzione dei residenti tra i diversi edifici si può ottenere il numero di persone che occupa edifici esposti a ciascuno dei seguenti intervalli di livello Lden: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB(A) e che occupa edifici esposti a ciascuno dei seguenti intervalli di livello Ln: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 dB(A).

Sono stati recepiti gli eventuali piani di risanamento presentati dalle aziende presenti sul territorio comunale.

## 5.9 Mappe di rumore

I valori di Ln calcolati da SoundPLAN coincidono con i valori di livello equivalente, Leq(A)n, previsti dalla normativa italiana come indicatore del rumore prodotto da una strada nel periodo notturno. Approfittando della libertà data dalla Direttiva in tal senso ai singoli stati, il D.lgs. 194/05 ha fatto coincidere l'inizio e la durata del periodo di riferimento di Ln con quelli già previsti per il periodo notturno, cioè dalle ore 22:00 alle ore 6:00.

Il periodo diurno invece, secondo la normativa italiana, è formato da un unico intervallo di tempo che inizia alle ore 06:00 e termina alle ore 22:00. La direttiva spezza invece la parte diurna della giornata in due parti, introducendo il periodo serale (evening). Il livello equivalente diurno, Leq(A)d, può comunque essere ancora ottenuto dai risultati del modello CNOSSOS-EU 2015 forniti da SoundPLAN combinando i valori di Lday e Levening con la seguente formula di somma pesata:

$$Leq(A)_d = 10 * \log \frac{1}{16} \left( 14 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 2 * 10^{\frac{L_{evening}}{10}} \right)$$

## 5.10 Grandezze considerate ai fini dell'attenuazione acustica

### - Direttività della sorgente

Il modello matematico riporta fedelmente la situazione emissiva delle sorgenti includendo la distribuzione in frequenza. Per emissioni particolarmente concentrate sulle medie ed alte frequenze, si nota che l'emissione acquista una certa direttività, ovvero una direzione preferenziale di emissione.

In questi casi sarà quindi necessario tenere conto della eventuale direzionalità della sorgente e considerare come livello di potenza sonora non tanto quello globale fornito ma un livello corretto che tenga conto della direttività

$$L_{WD} = L_W + D_C$$

dove:

$L_{Wd}$  è il livello di potenza sonora corretto (dB);

$L_W$  è il livello di potenza sonora medio (dB);

$D_C$  è la correzione da applicare al livello di potenza sonora (dB).

La condizione in cui il fattore correttivo  $D_C=0$  dB indica che la sorgente è omnidirezionale, ossia che l'emissione della sorgente è uniforme in tutte le direzioni senza alcuna particolare preferenza per una direzione particolare.

I termini che compongono  $D_C$  sono fondamentalmente due: l'indice di direttività (*directivity index*  $D_i$ ) e l'indice di emissione sull'angolo solido ( $D_\Omega$ ).

$$D_C = D_i + D_\Omega$$

Il fattore di correzione  $D_\Omega$  sarà:

$D_\Omega = 0$  dB emissione su  $4 \pi$  radianti (radiazione sferica sull'intero spazio);

$D_\Omega = 3$  dB emissione su  $2 \pi$  radianti (una superficie riflettente);

$D_\Omega = 6$  dB emissione su  $\pi$  radianti (due superfici riflettenti);

$D_\Omega = 9$  dB emissione su  $\pi / 2$  radianti (tre superfici riflettenti).

Questi fattori correttivi vanno bene seguendo il metodo di calcolo proposto in queste pagine, in quando l'influenza dell'assorbimento del terreno viene tenuta in conto nei prossimi paragrafi. Nel caso di metodi diversi in cui l'attenuazione del terreno non viene contemplata i valori saranno i seguenti:

$D_{\Omega} = 0$  dB emissione su  $4\pi$  radianti (radiazione sferica sull'intero spazio);

$D_{\Omega} = 3$  dB emissione su  $2\pi$  radianti (una superficie riflettente che non sia il terreno);

$D_{\Omega} = 3$  dB emissione su  $\pi$  radianti (due superfici riflettenti di cui una il terreno);

$D_{\Omega} = 6$  dB emissione su  $\pi$  radianti (due superfici riflettenti di cui nessuna sia il terreno);

$D_{\Omega} = 6$  dB emissione su  $\pi/2$  radianti (tre superfici riflettenti di cui una il terreno);

$D_{\Omega} = 9$  dB emissione su  $\pi/2$  radianti (tre superfici riflettenti).

### Elementi di attenuazione sul percorso dell'onda acustica

Il livello di pressione sonora  $L_p$  presente nella posizione del ricevitore sarà fornita dal valore di partenza della potenza sonora a cui devono essere detratti i contributi di attenuazione.

$$L_p = L_{wd} + A$$

dove:

$L_p$  è il livello di pressione sonora al ricevitore (dB);

$L_{wd}$  è il livello di potenza sonora corretto (dB);

$A$  è la correzione da applicare che tiene conto dei fattori di attenuazione (dB).

I fattori di assorbimento che concorrono nella formazione del nostro termine  $A$  possono essere riassunti nella seguente relazione:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{ter} + A_{rifi} + A_{dif} + A_{misc}$$

dove:

$A_{div}$  è l'attenuazione per la divergenza geometrica (dB);

$A_{atm}$  è l'attenuazione per le condizioni meteorologiche (dB);

$A_{ter}$  è l'attenuazione del terreno (dB);

$A_{rifi}$  è l'attenuazione per la riflessione su ostacoli (dB);

$A_{dif}$  è l'attenuazione per effetti schermanti (dB);

$A_{misc}$  è l'attenuazione per effetti diversi (dB).

Le condizioni del vento non entrano in questo contesto supponendole di entità non influente, per aree ad intensa presenza di vento si correggerà la direzionalità di emissione della sorgente.

#### 5.11 Specifiche del modello matematico usato

Il modello matematico per acustica usato è Soundplan ver. 6.4 agg. 2006 prodotto dalla Braunstein + BerntGmb.

E' il modello acustico più diffuso e testato nel mondo e consente attraverso i suoi moduli di poter sopperire a tutte le problematiche di emissione delle diverse sorgenti presenti sul territorio.

Tuttavia è opportuno verificare i dati di uscita, sia grafici che tabellari, a scopo di individuare eventuali imprecisioni e conseguenti correzioni. Per questo motivo è stato successivamente inserito un capitolo dedicato alle incertezze associate alle valutazioni.

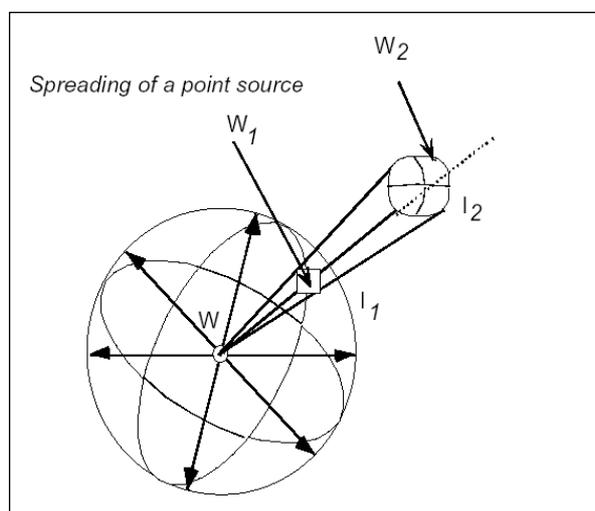
### 5.12 Tecnica di ritracciamento dei raggi (*Raytracing*)

Nel calcolo del livello presente nei diversi punti della rappresentazione spaziale della zona è stata utilizzata la tecnica di ritracciamento.

Vengono in sostanza sparati dei raggi che partono dalle diverse sorgenti e quando un raggio colpisce un ostacolo il punto di proiezione diventa esso stesso una sorgente di tipo puntiforme.

Il modello riproduce l'emissione sonora mediante raggi e, nel momento in cui un raggio colpisce un ostacolo, l'ostacolo stesso diventa sorgente, riemettendo esso stesso un raggio. Il raggio viene riemesso dall'ostacolo con variazioni di intensità e direzione imposte dalla natura dell'ostacolo stesso.

La situazione viene descritta nella figura seguente.



**Figura 1** – Emissione dei raggi di tracciamento

Viene infine calcolato il contributo dei diversi raggi che arrivano all'ascoltatore ipotetico come somma energetica dei livelli.

### 5.13 Le tipologie di sorgenti

Le sorgenti possono essere considerate fondamentalmente di tre tipi:

- ✓ puntiformi
- ✓ lineiformi
- ✓ areali

Per quanto riguarda la modalità di propagazione delle sorgenti puntiformi, il modello riproduce la legge della divergenza geometrica, per la quale si ha che ad ogni raddoppio della distanza dalla sorgente si registra un'attenuazione di 6 dB del livello sonoro.

Nel caso di sorgente lineare, che è la componente modellistica rappresentativa di tutte le sorgenti viarie, si ha la situazione rappresentata nella figura di seguito.

Per le sorgenti areali la propagazione è una composizione delle diverse tipologie di sorgenti ed è un componente modellistica fondamentale nella riproduzione di impianti e strutture industriali.

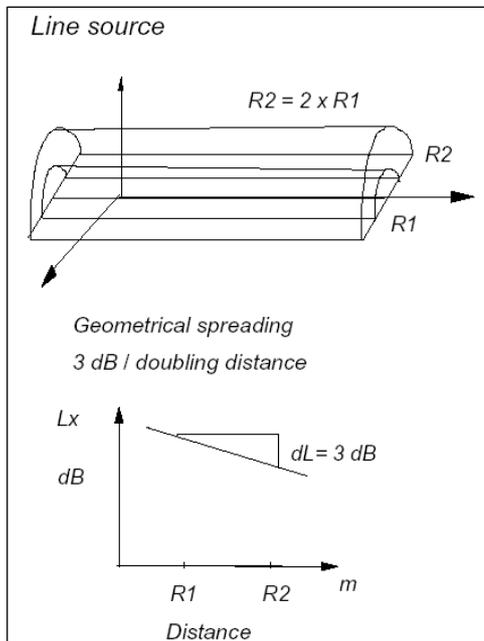


Figura 2 – Emissione di una sorgente lineiforme

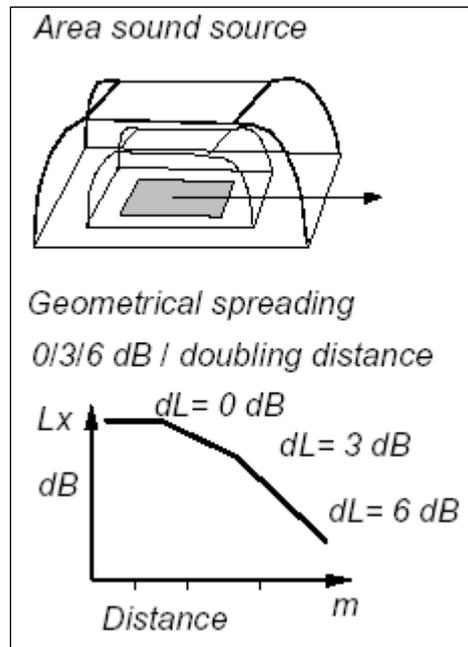


Figura 3 – Emissione di una sorgente areale

#### 5.14 La diffrazione degli ostacoli

Elemento importante soprattutto per la caratterizzazione degli eventuali risanamenti sono le metodologie di calcolo per le barriere e gli eventuali ostacoli.

Nella figura sottostante si possono notare i diversi percorsi dell'onda acustica nel suo cammino quando incontra una barriera.

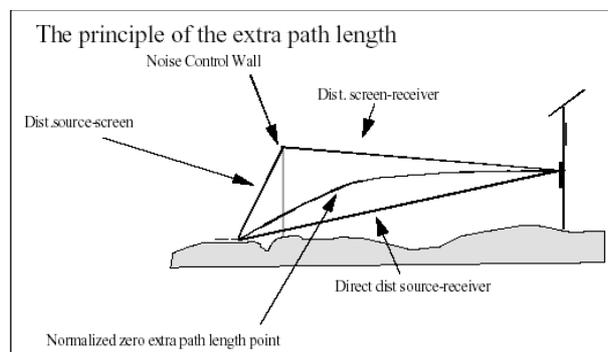
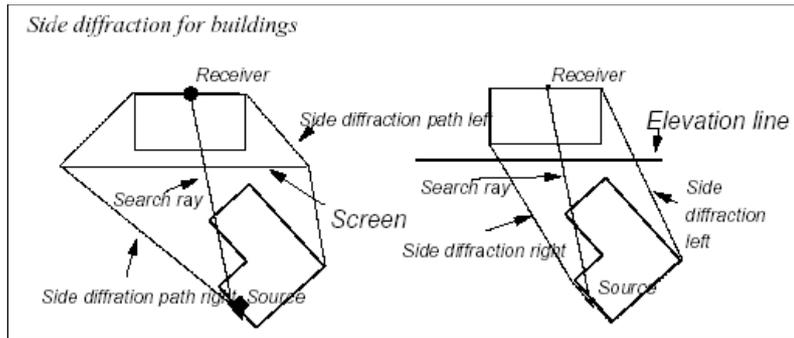


Figura 4 – Diffrazioni verticali

All'interno del programma di calcolo vengono considerate non solo le diffrazioni dei bordi superiori di eventuali ostacoli (barriere, edifici, ecc.) ma anche le diffrazioni laterali, cosa molto importante nel caso di strutture industriali.

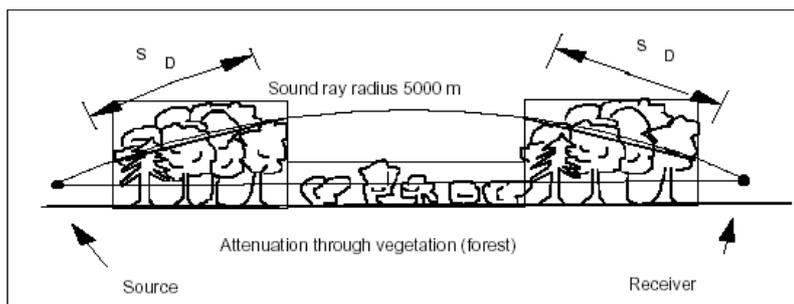


**Figura 5 – Diffrazioni laterali**

### 5.15 L'assorbimento di elementi

Lungo il suo percorso l'onda sonora può incontrare elementi che assorbono parte dell'energia come può avvenire nel caso di boschi o di aree particolari con moltitudine di ostacoli.

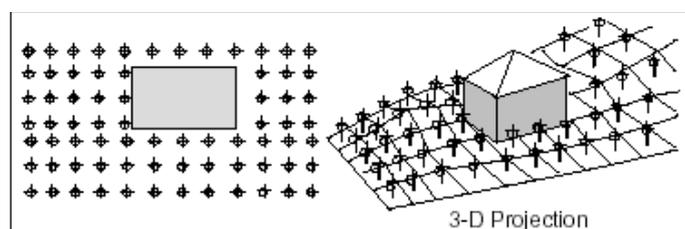
Nel programma è possibile considerare queste aree fornendo un valore di assorbimento per frequenza o semplicemente impostando la tipologia del fogliame.



**Figura 6 – Calcolo di una mappa ad una certa quota dal terreno**

### 5.16 Quote di calcolo delle mappe

Le mappature sono ottenute ad una certa altezza relativa dal terreno in modo che anche in condizioni di morfologie particolari i livelli sono quelli che si misurerebbero andando su quel punto con un cavalletto di altezza pari alla quota scelta.



**Figura 7 – Calcolo di una mappa ad una certa quota dal terreno**

### 5.17 Riferimenti normativi del modello utilizzato

Il modello usato (Soundplan) risponde a diverse linee guida europee tra cui:

*NMBP Route 96*

*CoRTN - Calculation of Road Traffic Noise*

*ISO 9613-1 "Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1"*

*ISO 9613-2 "Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2"*

*VDI 2714 "Sound propagation outdoors"*

*VDI 2720 "Noise control by screening"*

*RLS90 "Guideline for noise protection along highways"*

*SHALL 03 "Guideline for calculating sound immision of railroads"*

*VDI 2751 "Sound radiation of industrial buildings"*

*StatensPlanverk 48*

*CNOSSOS-EU: 2015*

Come previsto dal Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194, la linea guida utilizzata è CNOSSOS-EU: 2015.

Come illustrato nelle linee guida WG-AEN 2006, gli elementi che concorrono all'incertezza dei dati forniti da una valutazione previsionale possono essere fundamentalmente riassunti nei seguenti punti:

- stima delle incertezze dei dati di ingresso del modello;
- stima delle incertezze dei dati di uscita del modello (propagazione);
- caratterizzazione delle incertezze associate a diverse impostazioni del modello;
- caratterizzazione delle incertezze del modello derivanti da valori usati per la validazione dello stesso (taratura del modello con misure acustiche).

### 5.18 Il livello di accuratezza

Per la modellazione della situazione esistente, il livello di accuratezza, seguendo queste indicazioni, migliora fino a portarsi vicino all'accuratezza della sola misura. È chiaro che quando si affrontano le simulazioni di stato futuro, con l'introduzione di sorgenti specifiche e con gli elementi di bonifica acustica (dossi o barriere), si possono introdurre nuove incertezze che vanno a peggiorare il valore di accuratezza globale.

La differenza in questa situazione si può avere su come un modello calcola, a differenza di un altro, le attenuazioni delle barriere. Analizzando le relazioni di Fresnel si può dire che l'ampiezza di errore dovrebbe essere limitata entro 1 dB(A), il che ci porta verso un'incertezza totale sulla simulazione pari a:

$$u(s) = 2.88 \text{ dBA}$$

## 6 Misure antirumore già in atto e progetti in preparazione

Ad oggi la Provincia di Lodi ha già attuato alcuni interventi di mitigazione acustica lungo i tratti presi in considerazione. Di seguito vengono riportati gli interventi effettuati negli ultimi 5 anni. I progetti in preparazione, a seguito della valutazione effettuata nei presenti Piani di Azione 2018, sono invece illustrati nel capitolo 10.

Negli ultimi 5 anni la Provincia, a fronte di una rete stradale inadeguata alle esigenze del traffico sviluppato dalle nuove realtà industriali/commerciali/artigianali/logistica, ha provveduto, anche in collaborazione con altri Enti confinanti o nell'ambito di progetti viabilistici regionali e/o nazionali, ad un potenziamento e riqualificazione della rete stradale di livello provinciale mediante la creazione di tangenziali esterne ai centri abitati con l'intento di risolvere l'attraversamento dell'abitato spostando il traffico su arterie scorrevoli e prive di ostacoli. Progetti con tali finalità viabilistiche già realizzati sono:

1. Variante di Codogno alla SP ex SS 234;
2. Variante di Valera Fratta alla SP ex SS 412;
3. Variante di Zelo Buon Persico alla SP 16;
4. Variante di Sordio e Casalmaiocco alla SP 159;
5. Variante di Riolo alla SP ex SS 472;
6. Variante di Codogno alla SP ex SS 234 (tratto in nuova sede Casalpusterlengo – Maleo);
7. Variante di Calvenzano alla SP 17

L'iter di altri interventi in avanzato stato e prossimi all'esecuzione sono:

8. Variante di Ospedaletto Lodigiano alla SP ex SS 234 (tratto Casalpusterlengo Oriolitta);
9. Variante di Motta Vigana alla SP 23.

I benefici ottenuti sulla componente rumore sono stati i seguenti: riduzione del transito veicolare all'interno dei centri abitati e miglioramento delle condizioni di vivibilità e sicurezza per la cittadinanza. Allontanamento della sorgente rumorosa (strada) rispetto ai recettori (abitazioni).

Oltre agli interventi sopra citati sono in fase di esecuzione e prossimi alla realizzazione interventi di messa in sicurezza delle intersezioni ai quali sono subordinate ricadute significative di abbattimento della velocità e quindi di emissione di rumori molesti.

I principali interventi riguardano:

10. La realizzazione di una rotatoria lungo la SP 16 a ridosso dell'abitato di Galgagnano;
11. La realizzazione di una rotatoria lungo la SP 138 nel tratto di arteria confinante con l'abitato di Mulazzano.

## 7 I rilievi fonometrici

### 7.1 Criteri di scelta

Le misure sono state eseguite con microfono posto a 4 m di altezza rispetto al piano campagna.

I punti sono stati individuati preventivamente dalla Provincia di Lodi (LO). Si tratta di 20 punti distribuiti sulle Strade Provinciali con più di 3.000.000 di veicoli/anno. Le misure eseguite tra il 23 e il 25 febbraio 2022, sono state realizzate il più possibile vicino agli elementi oggetto di analisi ed hanno avuto ognuna una durata complessiva di 24h.

### 7.2 Strumentazione utilizzata

La strumentazione di misura usata per la verifica del rumore ambientale è conforme alle indicazioni di cui all'art. 2 del D.M. 16/03/1998 ed in particolare soddisfa le specifiche di cui alla classe 1 della norma CEI EN 61672. I filtri e i microfoni utilizzati sono conformi, rispettivamente, alle norme CEI EN 61260 e CEI EN 61094. I calibratori sono conformi alla norma CEI EN 60942 per la classe 1.

Sono stati utilizzati analizzatori in tempo reale di ultima generazione prodotti dalla 01 dB, del modello DUO).



*Analizzatore in frequenza DUO*

Per quanto riguarda la calibrazione della strumentazione, questa è stata eseguita prima e dopo ogni ciclo di misura; le misure fonometriche eseguite sono state considerate valide se le calibrazioni differiscono al massimo di  $\pm 0,5$  dB(A).

Gli strumenti di misura sono provvisti di certificato di taratura sia per la parte fonometrica che per i filtri rilasciato da un laboratorio accreditato (laboratori di ACCREDIA - LAT) per la verifica della conformità alle specifiche tecniche.

Le catene di misure utilizzate sono tarate da un laboratorio Accredia (LAT-068) o dal laboratorio metrologico del costruttore se appena acquistati. Si riportano nella tabella sottostante gli estremi dei certificati di taratura delle catene di misure utilizzate.



Strumento	Modello	Costruttore	Matricola (Sigla interna)	Data Certificato	N. Certificato	Laboratorio
Analizzatore	DUO	01 dB	12184 (M41)	2021-12-07	48211-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2021-12-07	48212-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	12183 (M46)	2021-12-06	48209-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2021-12-06	48210-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	12186 (M44)	2021-09-24	47843-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2021-09-24	47844-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	12185 (M42)	2021-02-17	46530-V	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2020-03-24	44930-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	10440 (M46U)	2021-09-25	47851-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2021-09-27	47852-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	10455 (M14)	2021-12-28	48277-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2021-12-28	48278-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	10644 (M42U)	2021-10-05	47907-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2021-10-05	47908-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	10449 (M44U)	2021-09-24	47841-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2021-09-24	47842-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	10753 (M104)	2021-09-16	47802-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2021-09-16	47803-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	12725 (M54)	2021-01-13	46302-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2021-01-13	46303-A	LAT-068
Calibratore	4231	Brüel & Kjær	2518174	2021-09-15	47797-A	LAT-068

**Tabella 1** - Estremi dei certificati di taratura delle catene di misura utilizzate

La catena di misura utilizzata è stata calibrata all'inizio e alla fine della sessione di misura senza riscontrare differenze, tra la calibrazione iniziale e quella finale, superiori ai 0.5 dB.



### 7.3 Punti di misura

#### Posizione dei punti di misura

I punti di misura sono riportati nella tabella seguente con le rispettive coordinate e data.

PUNTO DI MISURA	COORDINATE X	COORDINATE Y	DATA
SP16	9°27'21.2"E	45°19'59.4"N	24-25/02/2022
SP159	9°22'0.30"E	45°21'8.86"N	24-25/02/2022
SP219	9°21'57.0"E	45°21'31.9"N	24-25/02/2022
SP138	9°25'07.0"E	45°22'41.2"N	24-25/02/2022
SP115	9°24'38.5"E	45°18'26.0"N	24-25/02/2022
SP20	9°42'17.98"E	45°9'18.50"N	23-24/02/2022
EX SS412	9°19'30.01"E	45°15'51.74"N	23-24/02/2022
SP26	9°33'2.93"E	45°17'14.18"N	23-24/02/2022
EX SS234	9°38'40.95"	45°10'31.81"N	23-24/02/2022
SP19	9°27'00.7"E	45°12'41.40"N	23-24/02/2022
SP17	9°24'24.4"E	45°13'58.2"N	24-25/02/2022
SP23	9°30'07.2"E	45°15'26.6"N	23-24/02/2022
EX SS472	9°32'27.9"E	45°22'15.0"N	24-25/02/2022
EX SS415	9°25'55.22"E	45°24'57.47"N	24-25/02/2022
SP25	9°30'30.3"E	45°19'47.5"N	24-25/02/2022
SP22	9°39'38.60"E	45°12'55.85"N	23-24/02/2022
SP27	9°45'46.04"E	45° 9'43.42"N	23-24/02/2022
EX SS591	9°41'42.88"E	45°12'50.16"N	23-24/02/2022

#### Risultati dei rilievi fonometrici

Riportiamo in allegato le schede di calcolo complete delle misure fonometriche.



## 8 Stima della popolazione esposta e sintesi risultati

### 8.1 Stima della popolazione esposta

Come abbiamo visto nei paragrafi precedenti, le procedure di costruzione dei risultati di una mappatura acustica richiedono sempre prima l'attribuzione di un valore di un qualche descrittore acustico ad ogni edificio esposto, e successivamente il calcolo della popolazione esposta sulla base del numero di abitanti presenti in ogni edificio. L'attribuzione del numero esatto di residenti ad un singolo edificio è quindi uno dei passaggi fondamentali della mappatura.

Per realizzare questa attribuzione in modo esatto bisognerebbe conoscere la disposizione delle singole unità abitative all'interno di ogni edificio e la distribuzione dei residenti al loro interno. Partendo da queste informazioni, sarebbe possibile differenziare il livello dell'esposizione a cui sono soggetti gli abitanti degli appartamenti collocati dietro la facciata più esposta da quello degli abitanti degli appartamenti più interni che beneficiano della schermatura dell'edificio stesso. La caratterizzazione acustica delle varie unità abitative e l'aggregazione degli abitanti esposti negli stessi intervalli di rumore permette il calcolo esatto della popolazione esposta alle differenti classi di  $L_{den}$  e  $L_n$ .

Un livello d'informazione così dettagliato è estremamente difficile da ottenere, sia per l'elevato numero d'edifici da indagare, sia per le difficoltà che si incontrano nel ricercare informazioni private presso la popolazione.

Nell'impossibilità di disporre del numero esatto dei residenti e della disposizione degli appartamenti di ogni singolo edificio, la numerosità della popolazione esposta può essere solo stimata in base a valutazioni relative alla densità abitativa.

In Italia non sono state definite procedure standardizzate per la stima della popolazione. In mancanza d'indicazioni ufficiali, ARPA Lombardia ha sperimentato e testato diversi metodi alternativi per la stima della distribuzione spaziale dei residenti di un territorio. I metodi differiscono principalmente per la diversa qualità dell'informazione di partenza e per il grado di precisione con cui riescono a stimare la distribuzione della popolazione all'interno degli edifici, mentre hanno in Provincia l'utilizzo di banche dati geografiche e di GIS per le operazioni di calcolo e georeferenziazione.

Quando l'analisi della distribuzione di dettaglio della popolazione riguarda zone estese di territorio, la scelta del metodo migliore deve tener conto non solo del parametro "precisione", ma anche d'altri fattori.

- Difficoltà di ricognizione e raccolta delle informazioni presenti presso le diverse amministrazioni. Queste ultime, anche quando sono disponibili a collaborare, spesso non sono attrezzate per fornire in tempo rapido i dati richiesti. La raccolta dei dati può diventare molto onerosa, anche quando i dati esistono e sono disponibili.
- Disomogeneità delle informazioni. Operando a scala vasta è importante mantenere un grado di dettaglio omogeneo per tutto il territorio.
- Difficoltà nel fare combaciare limiti amministrativi (scala alla quale sono normalmente aggregati i dati territoriali) con l'effettiva area oggetto di studio.

Si tratta di problemi che a scala ridotta possono essere affrontati e risolti con sopralluoghi e rilievi diretti sul territorio, ma che nel caso d'infrastrutture lineari estese comportano un aumento esponenziale dei costi e dei tempi di raccolta ed organizzazione dei dati.



Sulla base di queste considerazioni, tra i differenti approcci possibili si è deciso d'adottare un metodo che ha il pregio di essere applicabile in modo uniforme a tutti i comuni della Regione e di basarsi su informazioni omogenee, aggiornate e facilmente reperibili. Il metodo scelto calcola la distribuzione spaziale della popolazione a scala comunale.

Nome del Comune	m <sup>2</sup> /abitante	Nome del Comune	m <sup>2</sup> /abitante
Sordio	124.62	Zelo Buon Persico	81.32
Lodi	142.05	Fombio	13.02
Codogno	45.39	Casaletto Lodigiano	82.98
Casalmaiocco	27.38	San Martino in Strada	111.66
Sant'Angelo Lodigiano	134.20	Graffignana	140.48
Salerano sul Lambro	175.07	Ospedaletto Lodigiano	192.01
Casalpusterlengo	171.07	Valera Fratta	88.82
Castiraga Vidardo	130.57	Orio Litta	202.67
Cervignano d'Adda	125.02	Galgagnano	111.34
Massalengo	192.76	Borghetto Lodigiano	152.73
Cornegliano Laudense	39.67	Somaglia	134.96
Lodi Vecchio	122.07	Cavenago d'Adda	171.89
Caselle Lurani	81.62	Pieve Fissiraga	72.42
Marudo	171.67	Villanova del Sillaro	52.95
Mulazzano	68.04	Mairago	116.48

**Tabella 2** – Tabella densità di popolazione



## 8.2 Risultati

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dal modello di calcolo relativi a: popolazione esposta, edifici esposti e aree chilometriche per le fasce stabilite Lden e Lnight, oltre al numero di edifici sensibili presenti all'interno di esse.

### SP 16 “Lodi – Zelo B.P. e dir. per Paulo”

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	641	80	0	0
	60-64	623	71	0	0
	65-69	226	35	0	0
	70-74	415	37	0	0
	>75	99	13	0	0
Lnight	50-54	715	82	0	0
	55-59	185	45	0	0
	60-64	416	45	0	0
	65-69	190	16	0	0
	>70	8	1	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP 16	2.82	1.86	1.01	0.49	0.29

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP 16	2.05	1.16	0.57	0.37	0.00



SP 159 “Sordio – Dresano – Bettola”

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	655	95	0	0
	60-64	568	70	0	0
	65-69	182	36	1	0
	70-74	398	37	1	0
	>75	0	0	0	0
Lnight	50-54	614	81	1	0
	55-59	207	41	1	0
	60-64	467	51	1	0
	65-69	0	0	0	0
	>70	0	0	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP 159	0.41	0.27	0.17	0.12	0.07

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP 159	0.30	0.20	0.14	0.09	0.01

SP 219 Casalmaiocco – Vizzolo P.

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	0	0	0	0
	60-64	0	0	0	0
	65-69	0	0	0	0
	70-74	0	0	0	0
	>75	0	0	0	0
Lnight	50-54	0	0	0	0
	55-59	0	0	0	0
	60-64	0	0	0	0
	65-69	0	0	0	0
	>70	0	0	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP 219	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP 219	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



SP 138 "Pandina"

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	434	32	1	0
	60-64	402	14	1	0
	65-69	126	21	0	0
	70-74	0	0	0	0
	>75	0	0	0	0
Lnight	50-54	373	12	1	0
	55-59	142	23	0	0
	60-64	20	2	0	0
	65-69	0	0	0	0
	>70	0	0	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP 138	0.85	0.47	0.23	0.14	0.00

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP 138	0.54	0.26	0.15	0.00	0.00

SP 115 "Lodi – Lodivecchio – Salerano sul L."

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	1012	47	2	0
	60-64	196	25	0	0
	65-69	246	13	1	0
	70-74	0	0	0	0
	>75	0	0	0	0
Lnight	50-54	488	33	0	0
	55-59	274	17	0	0
	60-64	23	2	0	0
	65-69	0	0	0	0
	>70	0	0	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP 115	1.26	0.78	0.39	0.00	0.00

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP 115	0.92	0.51	0.24	0.00	-



SP 20 "Mantovana"

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	333	36	0	0
	60-64	336	45	1	0
	65-69	79	17	0	0
	70-74	80	10	0	0
	>75	0	0	0	0
Lnight	50-54	408	46	1	0
	55-59	122	23	0	0
	60-64	80	10	0	0
	65-69	0	0	0	0
	>70	0	0	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP 20	0.25	0.15	0.09	0.04	0.00

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP 20	0.17	0.10	0.05	0.00	0.00

SP ex SS 412 "Valtidone"

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	81	10	0	0
	60-64	23	3	0	0
	65-69	0	0	0	0
	70-74	3	1	0	0
	>75	0	0	0	0
Lnight	50-54	23	3	0	0
	55-59	0	0	0	0
	60-64	0	0	0	0
	65-69	3	1	0	0
	>70	0	0	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP ex SS 412	0.48	0.27	0.13	0.08	0.01

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP ex SS 412	0.37	0.19	0.09	0.05	0.00



SP 26 "Lodi – Castiglione d'Adda"

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	870	145	1	0
	60-64	628	105	1	0
	65-69	324	66	0	0
	70-74	311	42	0	0
	>75	0	0	0	0
Lnight	50-54	754	128	0	0
	55-59	281	61	0	0
	60-64	487	71	0	0
	65-69	13	1	0	0
	>70	0	0	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP 26	2.42	1.47	0.78	0.44	0.13

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP 26	1.76	0.98	0.49	0.28	0.00

SP ex SS 234 tra Casalpusterlengo – Orio Litta - confine pavese

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	133	25	0	0
	60-64	81	17	0	0
	65-69	140	24	0	0
	70-74	48	4	0	0
	>75	0	0	0	0
Lnight	50-54	85	17	0	0
	55-59	128	23	0	0
	60-64	67	8	0	0
	65-69	0	0	0	0
	>70	0	0	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP ex SS 234	1.03	0.61	0.31	0.19	0.01

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP ex SS 234	0.68	0.35	0.22	0.02	0.00



**SP 19 “Sant’Angelo – Graffignana – S Colombano al L.” Tratto “Sant’Angelo – Graffignana”**

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	695	82	1	0
	60-64	218	42	1	0
	65-69	383	55	1	0
	70-74	20	5	0	0
	>75	0	0	0	0
Lnight	50-54	399	47	0	0
	55-59	409	59	0	0
	60-64	44	11	0	0
	65-69	0	0	0	0
	>70	0	0	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP 19	0.58	0.33	0.17	0.11	0.00

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP 19	0.38	0.20	0.13	0.00	0.00

**SP 17 “Mairano – Sant’Angelo – conf. Pavese” Tratto “Mairano – Sant’Angelo”**

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	569	64	0	0
	60-64	515	32	0	0
	65-69	543	30	0	0
	70-74	325	21	0	0
	>75	25	2	0	0
Lnight	50-54	642	120	1	0
	55-59	330	58	0	0
	60-64	526	90	0	0
	65-69	210	33	0	0
	>70	6	1	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP 17	1.46	0.84	0.43	0.29	0.01

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP 17	1.19	0.64	0.34	0.18	0.00



SP 23 Lodi Borghetto Lodigiano

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	569	123	0	0
	60-64	515	85	1	0
	65-69	543	82	0	0
	70-74	325	59	0	0
	>75	25	3	0	0
Lnight	50-54	642	120	0	0
	55-59	330	58	1	0
	60-64	526	90	0	0
	65-69	210	33	0	0
	>70	6	1	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP 23	1.46	0.84	0.43	0.29	0.01

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP 23	1.19	0.64	0.34	0.18	0.01

SP ex SS 472 "Bergamina"

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	51	5	0	0
	60-64	98	2	1	0
	65-69	3	1	0	0
	70-74	0	0	0	0
	>75	0	0	0	0
Lnight	50-54	13	1	0	0
	55-59	101	3	0	0
	60-64	0	0	0	0
	65-69	0	0	0	0
	>70	0	0	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP ex SS 472	0.26	0.14	0.07	0.04	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP ex SS 472	0.19	0.09	0.05	0.01	0



SP ex SS 415 "Paullese"

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	472	65	0	0
	60-64	481	48	0	0
	65-69	195	27	0	0
	70-74	109	14	0	0
	>75	6	1	0	0
Lnight	50-54	443	66	0	0
	55-59	317	31	0	0
	60-64	149	18	0	0
	65-69	61	8	0	0
	>70	0	0	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP ex SS 415	0.71	0.53	0.33	0.18	0.12

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP ex SS415	0.62	0.42	0.24	0.12	0.07

SP 25 "Lodi – Boffalora d'Adda"

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	135	25	0	0
	60-64	139	20	0	0
	65-69	65	14	0	0
	70-74	31	3	0	0
	>75	0	0	0	0
Lnight	50-54	157	21	0	0
	55-59	74	17	0	0
	60-64	31	3	0	0
	65-69	0	0	0	0
	>70	0	0	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP 25	0.37	0.21	0.11	0.04	0.00

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP 25	0.22	0.11	0.05	0.00	0.00



SP 22 Casalpusterlengo – Castiglione + SP 192 Terranova de P. - Bertonico

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	60	5	0	0
	60-64	29	2	0	0
	65-69	42	5	0	0
	70-74	0	0	0	0
	>75	0	0	0	0
Lnight	50-54	29	2	0	0
	55-59	42	5	0	0
	60-64	0	0	0	0
	65-69	0	0	0	0
	>70	0	0	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP 22	0.48	0.24	0.12	0.04	0.00

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP 22	0.25	0.12	0.04	0.00	0.00

SP 27 Castiglione d'Adda – Castelnuovo B.A.

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	482	83	0	0
	60-64	929	102	0	0
	65-69	273	44	0	0
	70-74	304	17	0	0
	>75	0	0	0	0
Lnight	50-54	923	97	0	0
	55-59	304	44	0	0
	60-64	237	12	0	0
	65-69	0	0	0	0
	>70	0	0	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP 27	1.53	0.75	0.48	0.01	0.00

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP 27	0.71	0.42	0.01	0.00	0.00



SP ex SS 591 Codogno Castiglione

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	240	44	0	0
	60-64	125	24	0	0
	65-69	341	51	0	0
	70-74	68	7	0	0
	>75	0	0	0	0
Lnight	50-54	923	97	0	0
	55-59	304	44	0	0
	60-64	237	12	0	0
	65-69	0	0	0	0
	>70	0	0	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP ex SS 591	0.99	0.49	0.25	0.11	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP ex SS 591	0.71	0.42	0	0	0

SP ex SS 234 - Diramazione

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	190	23	0	0
	60-64	15	2	0	0
	65-69	11	3	0	0
	70-74	0	0	0	0
	>75	0	0	0	0
Lnight	50-54	84	12	0	0
	55-59	7	2	0	0
	60-64	5	1	0	0
	65-69	0	0	0	0
	>70	0	0	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP ex SS 234 dir	1.72	1.05	0.53	0.25	0.11

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP ex SS 234 dir	1.40	0.77	0.35	0.22	0.00



SP ex SS 235 di Orzinuovi

		POPOLAZIONE ESPOSTA	EDIFICI ABITATIVI	SCUOLE	OSPEDALI
Lden	55-59	901	107	0	0
	60-64	495	70	0	0
	65-69	460	73	0	0
	70-74	200	26	0	0
	>75	127	11	0	0
Lnight	50-54	671	75	0	0
	55-59	408	68	0	0
	60-64	381	53	0	0
	65-69	132	12	0	0
	>70	0	0	0	0

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lden (Kmq)				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SP ex SS 235	2.91	1.81	1.04	0.51	0.27

SORGENTE	Superficie esposta ai livelli di Lnight (Kmq)				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SP ex SS 235	2.12	1.25	0.66	0.39	0.00



## 9 Materiale trasmesso

- Cartella RELAZIONE: Contiene la relazione in formato PDF.

CA\_IT\_RD\_0074\_Report.pdf

- Cartella GEOPACKAGE: Contiene la documentazione in formato gis ed excel dei seguenti documenti:

MajorRoadSource.gpkg

MajorRoadSource (geometria)  
MajorRoadSourceVoidables (tabella)  
CodelistProperties (tabella)  
DatasetDefaultProperties (tabella)

MajorRoads-StragicNoiseMaps.gpkg

CodelistProperties (tabella)  
DatasetDefaultProperties (tabella)  
ESTATUnitReference (tabella)  
ExposureValue (tabella)  
ExposureMajorRoad (tabella)  
Voidables (tabella)  
NoiseContours\_majorRoadsIncludingAgglomeration\_Lden (geometria)  
NoiseContours\_majorRoadsIncludingAgglomeration\_Lnight (geometria)

MajorRoads -StragicNoiseMaps\_LineString.gpkg

CodelistProperties (tabella)  
DatasetDefaultProperties (tabella)  
ESTATUnitReference (tabella)  
ExposureValue (tabella)  
ExposureMajorRoad (tabella)  
Voidables (tabella)  
NoiseContours\_majorRoadsIncludingAgglomeration\_Lden (geometria)  
NoiseContours\_majorRoadsIncludingAgglomeration\_Lnight (geometria)

05\_Compentent Authority (DF2) Nov 2021.xlsm

- Cartella ALLEGATI: Contiene le mappe delle isofone e i report delle misure fonometriche:

EX SS234 Lden.plt.pdf  
EX SS234 Ln.plt.pdf  
EX SS234dir Lden.plt.pdf  
EX SS234dir Ln.plt.pdf  
EX SS412 Lden.plt.pdf  
EX SS412 Ln.plt.pdf  
EX SS415 Lden.plt.pdf  
EX SS415 Ln.plt.pdf  
EX SS472 Lden.plt.pdf



EX SS472 Ln.plt.pdf  
EX SS591 Lden.plt.pdf  
EX SS591 Ln.plt.pdf  
EXSS235 Lden.plt.pdf  
EXSS235 Ln.plt.pdf  
SP115 Lden.plt.pdf  
SP115 Ln.plt.pdf  
SP138 Lden.plt.pdf  
SP138 Ln.plt.pdf  
SP159 Lden.plt.pdf  
SP159 Ln.plt.pdf  
SP16 Lden.plt.pdf  
SP16 Ln.plt.pdf  
SP17 Lden.plt.pdf  
SP17 Ln.plt.pdf  
SP19 Lden.plt.pdf  
SP19 Ln.plt.pdf  
SP20 Lden.plt.pdf  
SP20 Ln.plt.pdf  
SP219 Lden.plt.pdf  
SP219 Ln.plt.pdf  
SP22 Lden.plt.pdf  
SP22 Ln.plt.pdf  
SP23 Lden.plt.pdf  
SP23 Ln.plt.pdf  
SP25 Lden.plt.pdf  
SP25 Ln.plt.pdf  
SP26 Lden.plt.pdf  
SP26 Ln.plt.pdf  
SP27 Lden.plt.pdf  
SP27 Ln.plt.pdf

Allegato Rilievi Fonometrici



## 10 Bibliografia

1. Direttiva Europea 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale, Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee 18.7.2002.
2. EC – DG ENV, Reporting Mechanism proposed for reporting under the Environmental Noise Directive 2002/49/EC, Handbook (including data specification) – October 2007.
3. European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WGAEN), Good Practice Guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure – Version 2, 13 August 2007.
4. COM/2011/0321 Final Report from the Commission to the European Parliament and the Council - Relazione della Commissione al Parlamento Europeo e al Consiglio sull'applicazione della direttiva sul rumore ambientale ai sensi dell'articolo 11 della direttiva 2002/49/CE.
5. Directive 2003/4/EC of the European Parliament and of the Council of 28 January 2003 on public access to environmental information and repealing Council Directive 90/313/EEC.
6. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE).
7. JRC Reference Report – Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU).
8. The WHO - World Health Organization - Europe, Night Noise Guidelines for Europe.
9. Directorate-General for Internal Policies – Policy Department A: Economic and Scientific Policy, Towards a comprehensive Noise Strategy – November 2012.
10. EC - Practitioner Handbook for Local Noise Action Plans, Recommendations from the SILENCE project.
11. The WHO - World Health Organization - Europe, WHO LARES Final report Noise effects and morbidity.
12. The WHO – World Health Organization, Regional Office for Europe, JRC European Commission, Burden of disease from environmental noise. 2011
13. A. Tanese, E. di Filippo, R. Rennie, La pianificazione strategica per lo sviluppo del territorio - Analisi e Strumenti per l'innovazione - I Manuali, Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Funzione Pubblica.
14. UNI/TR 11327:2009, Acustica - Criteri per la predisposizione dei piani d'azione destinati a gestire i problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti.
15. UNI/TR 11327, Criteri per la predisposizione dei piani d'azione destinati a gestire i problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti.



Pagina 35 16. UNI 11252:2007, Procedure di conversione dei valori di LAeq diurno e notturno e di LVA nei descrittori Lden e Lnight, novembre 2007.

17. UNI/TR 11327, Criteri per la predisposizione dei piani d'azione destinati a gestire i problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti.

18. DPCM 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

19. DPR 30/03/2004, n.142, "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della L. 26 ottobre 1995, n. 447".

20. DPR 18/11/1998, n.459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario".

21. DM 31/10/1997 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale".

22. DM 29/11/2000 "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"

23. D.Lgs. 19/08/2005, n. 194 "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale".

24. L. 26/10/1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico".

25. DM 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

26. DPCM 1/03/1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno" G.U. Serie Generale n. 57 del 8/3/1991;

27. L. 26/10/1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" G.U. n. 254 del 30/10/1995; Suppl. Ord. n. 125.

28. DM Ambiente 11/12/1996 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo" G.U. Serie Generale n. 52 del 11/12/1996.

29. Circolare Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 06/09/2004 "Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali". G.U. Serie Generale n. 217 del 15/09/2004.

30. DPCM 5/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" G.U. Serie Generale n. 297 del 22/12/1997.

31. DPCM 16/04/1999, n. 215 "Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi" G. U. Serie Generale n. 153 del 2/7/1999.

32. DPCM 31/03/1998 "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b), e dell'art. 2, commi 6, Pagina 36 7 e 8, della L. 26 ottobre 1995, n. 447 Legge quadro sull'inquinamento acustico" G. U. Serie Generale n. 120 del 26/5/1998.



33. DP. 11/12/1997, n. 496 “Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili” G.U. Serie Generale n. 20 del 26/1/1998.

34. DM 20/05/1999 “Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti, nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico” G.U. Serie Generale n. 225 del 24/09/1999.

35. DM Ambiente 3/12/1999 “Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti” G.U. Serie Generale n. 289 del 10/12/1999.

36. D.Lgs. 19/08/2005, n. 194, “Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale”. GU n. 222 del 23.09.2005.

37. L. 07/08/1990, n. 241 “Nuove norme in materia di procedimento amministrativo e di diritto di accesso ai documenti amministrativi”.

38. D.Lgs. 19/08/2005, n. 195 “Attuazione della direttiva 2003/4/CE sull'accesso del pubblico all'informazione ambientale”.

39. D.Lgs. 3/04/2006 n.152, “Norme in materia ambientale”

40. D.Lgs 17/02/2017, Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161.

41. MAATM - “Specifiche tecniche per la predisposizione e la consegna dei set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e alle mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/2005) – marzo 2022”

42. MAATM - “Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore - Linee guida MATTM – marzo 2022”



*Sergio Marco*