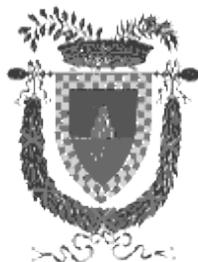


PROVINCIA DI PISTOIA



0



DIPARTIMENTO TECNOLOGIE
DELL'ARCHITETTURA E DESIGN
PIERLUIGI SPADOLINI



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
FIRENZE

Laboratorio di Fisica Ambientale per la Qualità Edilizia

Via San Niccolò 89a, 50125 Firenze
tel. +39.55.2491541-537-538, fax. +39.55.2347152
E-Mail: LAB.AMBIENTALE@TAED.UNIFI.IT

Direttiva 2002/49/CE - D.Lgs. 194/2005

IT_A_DF8_2012_ROADS_IT_A_RD0042_REPORT RELAZIONE TECNICA INERENTE LA MAPPATURA ACUSTICA

**Strade provinciali con flusso veicolare compreso tra 3 e 6 milioni veicoli/anno
SP2 - SP5 - SP7 - SP14 - SP15 - SP19**

Responsabile del Procedimento: Ing. Alessandro Morelli, Servizio Viabilità e Infrastrutture di
Comunicazione, Provincia di Pistoia (PT)

Tecnici della Provincia: Ing. Alessandro Silviotti, coordinatore
Geom. Federico Anzuini, Dott.ssa Ligia del Pilar Montalvo

Università di Firenze: Prof. Arch. Gianfranco Cellai, Prof. Arch. Simone Secchi
Laboratorio Fisica Ambientale, Dip. Tecnologie Architettura e Design

Collaboratrice in tirocinio: Dott.ssa. Erika Cellai

Luglio 2012

1. PREMESSA.....	3
2. IL QUADRO NORMATIVO.....	6
2.1 Mappatura acustica - Raccomandazione 2003/613/CE del 6 agosto 2003.....	6
2.2 Campo d'indagine e valori limite di immissione: DPR 142/2004 e DPCM 14.11.97.....	6
3. STRUMENTI E METODI.....	6
3.1 Metodologia.....	6
3.2 Flussi veicolari sulle strade in esame.....	6
3.3 Flussi veicolari sulla SP 2 e ambito di indagine.....	6
3.4 Flussi veicolari sulla SP 5 e ambito di indagine.....	6
3.5 Flussi veicolari sulla SP 7 e ambito d'indagine.....	6
3.6 Flussi veicolari sulla SP 14 e ambito d'indagine.....	6
3.7 Flussi veicolari sulla SP 15 e ambito d'indagine.....	6
3.8 Flussi veicolari sulla SP 19 e ambito d'indagine.....	6
4. IL MODELLO DI SIMULAZIONE.....	6
4.1 Ipotesi di calcolo.....	6
4.2 Taratura del modello.....	6
5. RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA.....	6
APPENDICE 1 SCHEDE RILEVAZIONI FONOMETRICHE.....	6
APPENDICE 2 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI -MAPPE ACUSTICHE.....	53
APPENDICE 3 RISULTATI SUL NUMERO DELLE PERSONE ESPOSTE.....	65

1. Premessa

Il presente studio, svolto in collaborazione tra i tecnici della Provincia ed il Laboratorio di Fisica Ambientale dell'Università di Firenze, prosegue gli adempimenti previsti dal D.Lgs.194/2005 del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio, e specificatamente quelli inerenti la mappatura acustica così come definita nel suddetto decreto all'art. 2 comma 1 lettera o):

o) «mappatura acustica»: *la rappresentazione di dati relativi a 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 in una determinata area o il numero di abitazioni esposte a determinati valori di un descrittore acustico in una certa zona.*

In particolare nella figura 1.1 sono riportate per maggior chiarezza le fasi nelle quali si articola l'adempimento agli obblighi imposti dalla vigente normativa, e dal quale si evince che la prima fase dello studio qui presentato attiene l'individuazione delle aree critiche.

Nella seconda fase, a seguito degli esiti della mappatura acustica degli assi stradali principali in questione, la Provincia elaborerà i piani di azione e le sintesi da trasmettere alla Regione.

Ciò premesso, la Provincia di Pistoia, ai sensi dell'art. 3 comma 1, sulla base dei rilievi di traffico e delle indicazioni emerse dal Piano Provinciale dei Trasporti (PPT) ha individuato al momento i seguenti tratti stradali principali definiti come “infrastruttura stradale su cui transitano più di 3.000.000 di veicoli all'anno”, per i quali è stata redatta la mappatura acustica e precisamente (v. figure 1.2÷1.7):

- SP 2, PRATESE tratto di 480 m nel comune di Montale, tra Ponte alla Trave e Via Lavagnini a confine della Provincia;
- SP 5, MONTALESE tratto di 5.285 m nei comuni di Pistoia e Montale, tra il confine provinciale e l'incrocio con Via Sestini a Pistoia;
- SP 7, MONTALE-AGLIANA tratto di 1.665 m, nel comune di Montale tra la SP 5 e Via Walter Tobagi;
- SP 14 - FRANCESCA NORD, tratto di 78 m nel Comune di Pieve a Nievole in loc. Colonna;
- SP 15 – BUGGIANESE, tratto di 6367 m nei Comuni di Buggiano, P.Te Buggianese e Chiesina Uzzanese;
- SP 19, QUARRATA-CASALGUIDI tratto di 5.604 m nei comuni di Quarrata e Serravalle P.se.

Per i sei assi stradali così individuati è stata eseguita la pianificazione ed in parte l'esecuzione del monitoraggio acustico ai fini della validazione del modello di simulazione come nel seguito descritto.

Tale studio definisce pertanto un primo quadro conoscitivo finalizzato all'individuazione di casi tipo da relazionarsi a specifiche tipologie di tessuto urbano attraversato da infrastrutture provinciali, e delle eventuali “aree critiche” dove l'inquinamento acustico provocato dal traffico stradale può superare i limiti fissati dal DPR n. 142 del 30 marzo 2004.

Nella seconda fase dello studio saranno invece estese le indagini all'intera rete stradale della Provincia valutando sulla base degli esiti della campagna di monitoraggio:

- le possibilità di estendere le valutazioni a tratti stradali simili a quelli dei casi studio;
- l'eventuale estensione delle indagini ad altri tratti stradali significativi;
- il numero di persone esposte ai diversi livelli sonori (numero ricettori);
- i conseguenti piani di azione e di contenimento secondo i criteri indicati nel DM del 29/11/2000 con indicati i possibili interventi di mitigazione acustica e le relative priorità.

I tratti suddetti hanno le seguenti caratteristiche:

- la SP 2 presenta edificazioni su entrambi i lati della strada nella zona iniziale dove sono presenti le residenze (strada ad U di circa 250m);
- la SP 5 presenta una tipologia mista con edificazioni di tipo su un solo lato e due lati (strada aperta ed a L), con prevalenza di case sparse e concentrazioni in corrispondenza delle località di Pontenuovo e Santomato; in anni recenti è stata realizzata la variante a sud di Montale e pertanto i flussi veicolari di transito sono stati dirottati sulla nuova direttrice con notevole riduzione dei flussi veicolari, specie di quelli dei mezzi pesanti, nel centro suddetto;
- la SP7 presenta edificazioni solo di case sparse e può essere sostanzialmente suddivisa in due tratti: quello che va dalla SP5 fino a Via Garibaldi in Loc. Stazione di Agliana, che presenta un flusso veicolare molto più intenso rispetto al tratto di via W.Tobagi fino alla sua unione con la SP2;
- la SP14 è un breve tratto ma interessato da un flusso veicolare molto intenso e soprattutto con una percentuale di mezzi pesanti in direzione di Monsummano terme molto elevata (circa il 30%);
- la SP 15 che collega Chiesina Uzzanese a P.te Buggianese e quindi a Buggiano con tratti aperti scarsamente abitati e con maggiore impatto per P.te Buggianese;
- la SP19 è una strada di importante comunicazione tra Quarrata e Casalguidi (Viale Europa) e presenta tipologie di fabbricati sia sparsi che ad U in corrispondenza delle loc. di Santonuovo;

L'indagine, per confronto ed ai fini di una maggiore conoscenza dei flussi veicolari circolanti sulla rete provinciale, è stata estesa anche a strade che potrebbero risultare potenzialmente non critiche e che pertanto non sono state inserite nella presente relazione:

- SP13 Romana, tratto di 4534 m nel Comune di Pescia, dall'uscita del casello autostradale di Chiesina Uzzanese della A-11 fino a Pescia;
- SP16 San Baronto-Castel Martini, tratto di 9691 m nei Comuni di Lamporecchio e Larciano;
- SP17 Femminamorta tratto di 16645 m nei Comuni di Pistoia e Marliana;
- SP28 Cantagrillo –Biccimurri, tratto di 8634 m nei Comuni di Larciano e Serravalle.

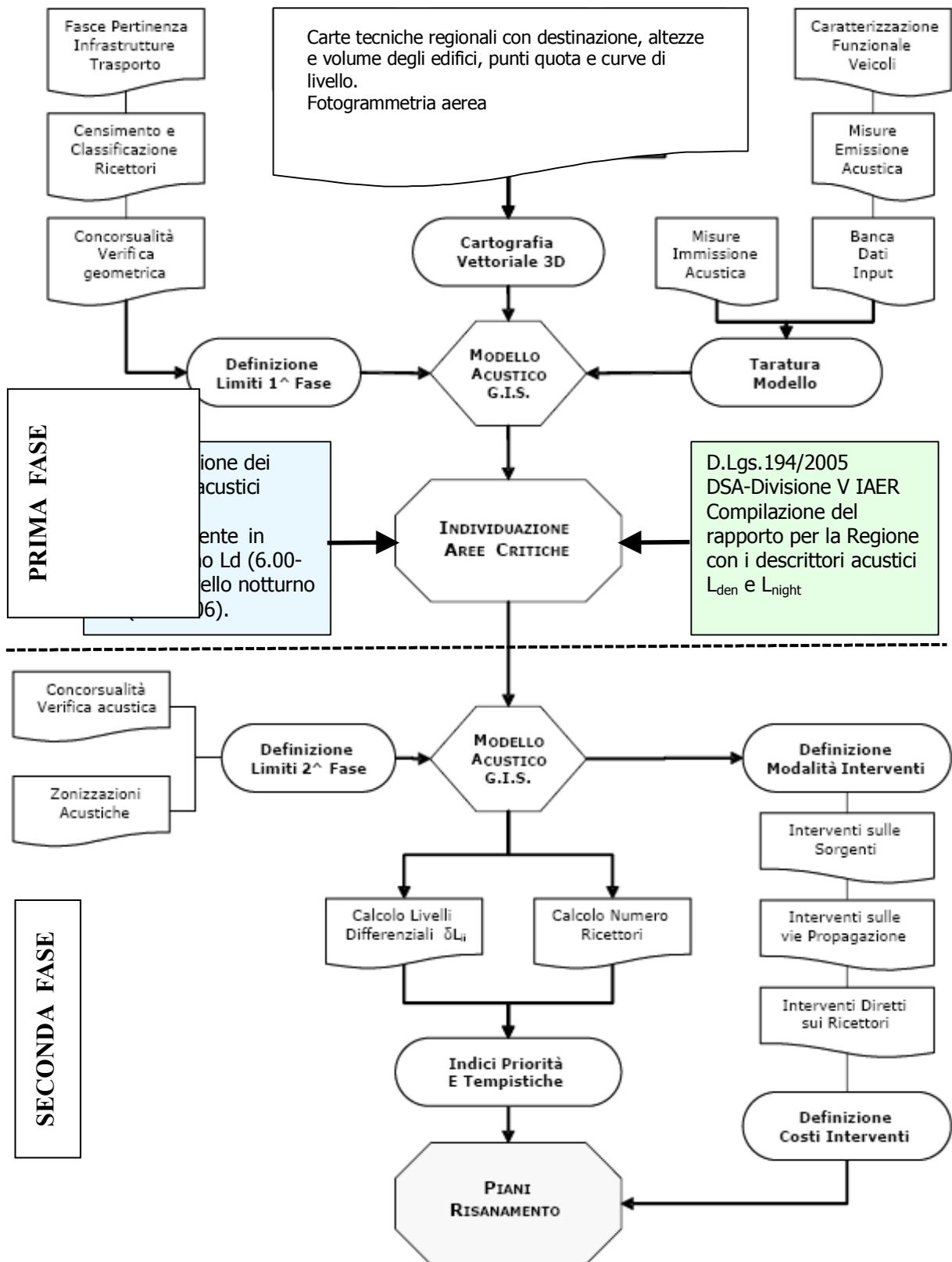


Figura 1.1 Diagramma di flusso della procedura per il piano di azione ai fini del risanamento acustico

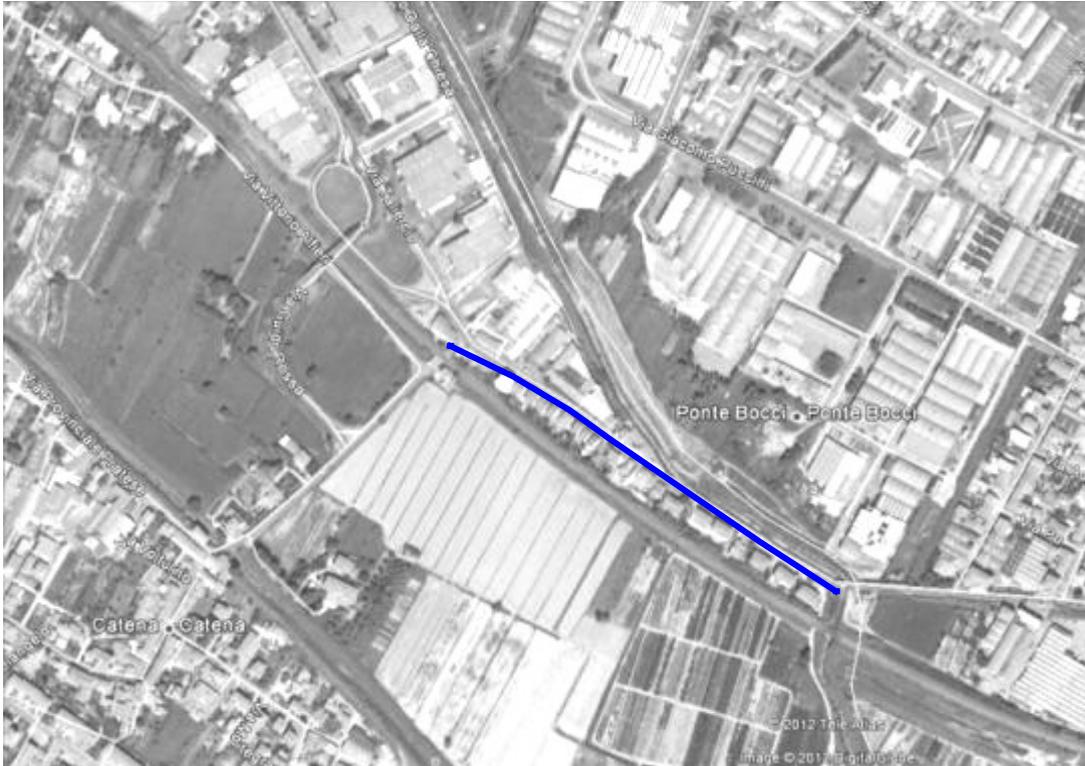


Figura 1.2 Tratto della SP 2

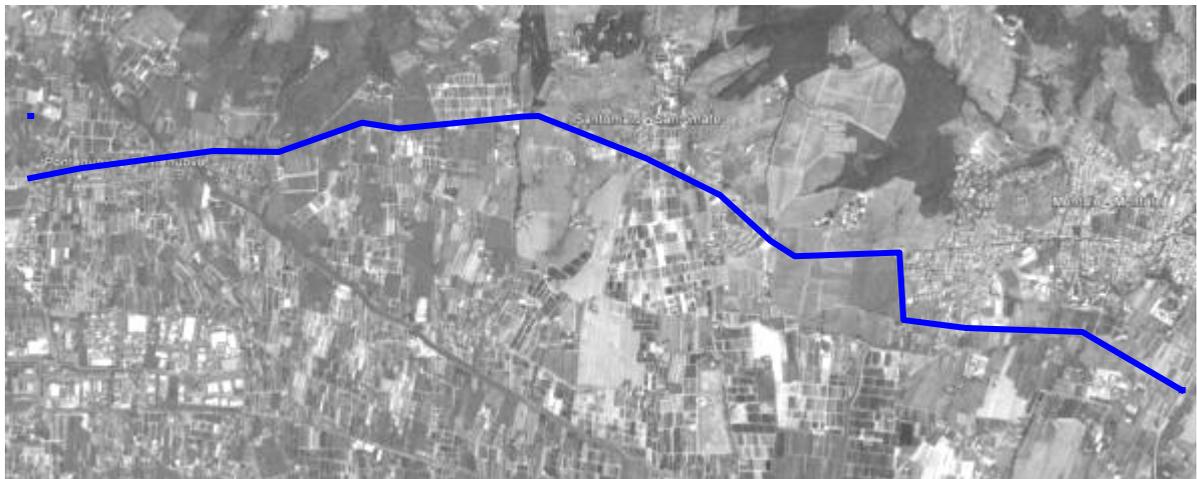


Figura 1.3 Tratto della SP 5



Figura 1.5 Tratto della SP14

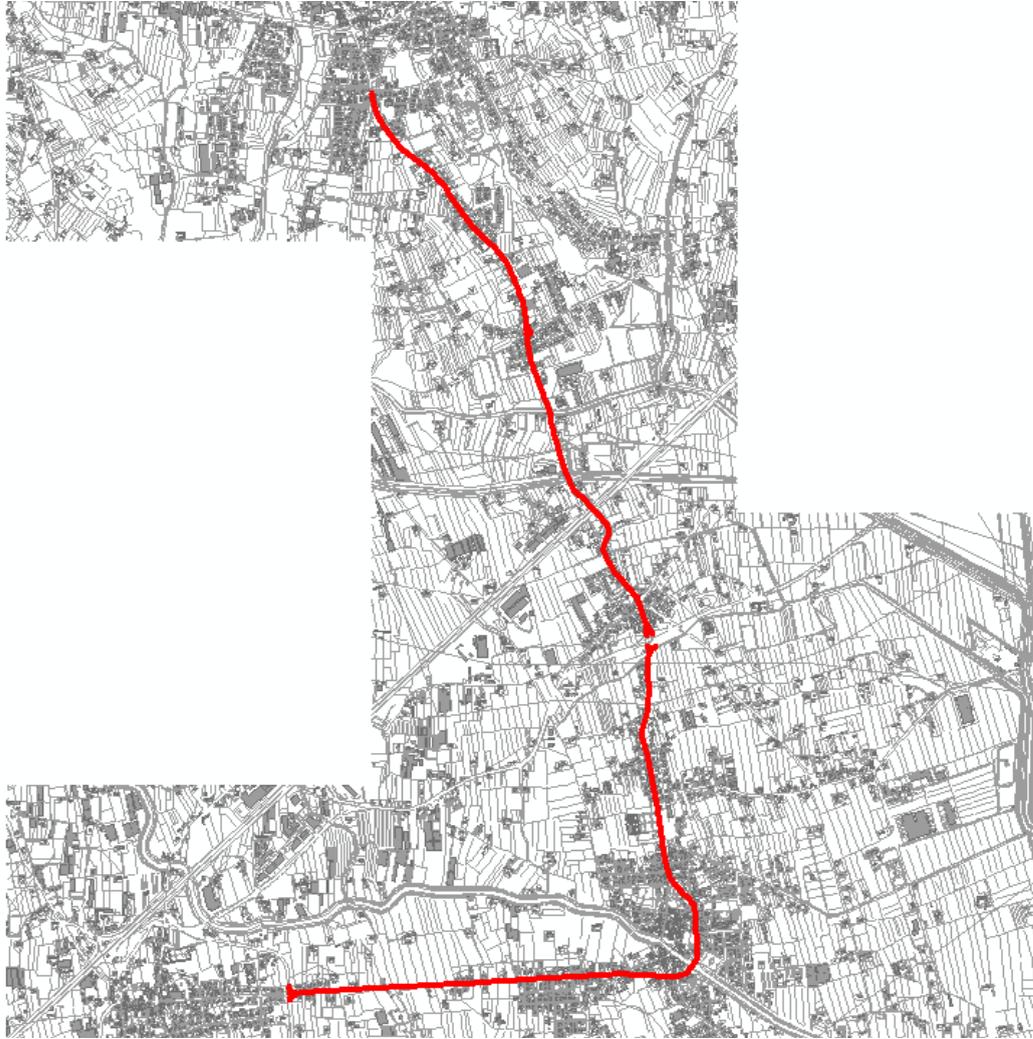


Figura 1.6 Tratto della SP 15

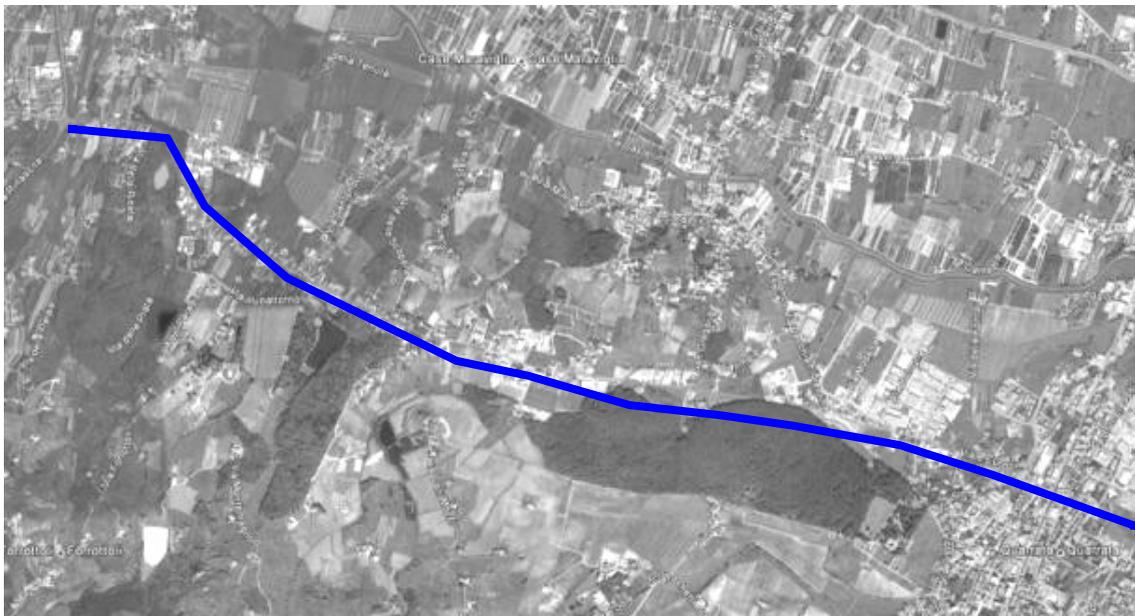


Figura 1.7 Tratto della SP 19

2. Il quadro normativo

Il D.lgs 19 agosto 2005, n.194 «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale» al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi dell'esposizione al rumore ambientale, definisce le competenze e le procedure per:

a) l'elaborazione della mappatura acustica e delle mappe acustiche strategiche;
b) l'elaborazione e l'adozione dei piani di azione, volti ad evitare e a ridurre il rumore ambientale laddove necessario, in particolare, quando i livelli di esposizione possono avere effetti nocivi per la salute umana, nonché ad evitare aumenti del rumore nelle zone silenziose;
c) assicurare l'informazione e la partecipazione del pubblico in merito al rumore ambientale ed ai relativi effetti. Particolarmente importanti per quanto attiene le strade sono le definizioni che individuano le conseguenti azioni; si definiscono allora:

- «**asse stradale principale**»: un'infrastruttura stradale su cui transitano ogni anno più di 3.000.000 di veicoli;
- «**agglomerato**»: area urbana, individuata dalla regione, costituita da uno o più centri abitati ai sensi dell'articolo 3 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni, contigui fra loro e la cui popolazione complessiva è superiore a 100.000 abitanti;
- «**L_{den} (livello giorno-sera-notte)**»: il descrittore acustico relativo all'intera giornata;
- «**L_{day} (livello giorno)**»: il descrittore acustico relativo al periodo dalle 06:00 alle 20:00;
- «**L_{evening} (livello sera)**»: il descrittore acustico relativo al periodo dalle 20:00 alle 22:00;
- «**L_{night} (livello notte)**»: il descrittore acustico relativo al periodo dalle 22.00 alle 06.00;
- «**mappatura acustica**»: la rappresentazione di dati relativi a 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 in una determinata area o il numero di abitazioni esposte a determinati valori di un descrittore acustico in una certa zona;
- «**piani di azione**»: i piani destinati a gestire i problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti, compresa, se necessario, la sua riduzione;
- «**pianificazione acustica**»: il controllo dell'inquinamento acustico futuro mediante attività di programmazione, quali la classificazione acustica e la pianificazione territoriale, l'ingegneria dei sistemi per il traffico, la pianificazione dei trasporti, l'attenuazione del rumore mediante tecniche di insonorizzazione ed il controllo dell'emissione acustica delle sorgenti.
- «**rumore ambientale**»: i suoni indesiderati o nocivi in ambiente esterno prodotti dalle attività umane, compreso il rumore emesso da mezzi di trasporto, dovuto al traffico veicolare, al traffico ferroviario, al traffico aereo e proveniente da siti di attività industriali.
- «**facciata silenziosa**»: la facciata delle abitazioni in cui il valore di L_{den} a 4 m di altezza dal suolo e a 2 m di distanza dalla facciata, per i rumori emessi da una specifica sorgente, sia inferiore di oltre 20 dB a quello registrato sulla facciata avente il valore più alto di L_{den} .

Il livello (giorno-sera-notte) L_{den} in dBA, è definito dalla seguente formula:

$$L_{den}=10\lg[(14 \times 10^{L_{day}/10} + 2 \times 10^{(L_{evening}+5)/10} + 8 \times 10^{(L_{night}+10)/10})/24] \text{ in dBA}$$

dove:

- a) L_{den} e' il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato «A», determinato sull'insieme dei periodi giornalieri di un anno solare;
- b) L_{day} e' il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato «A», determinato sull'insieme dei periodi diurni di un anno solare;
- c) $L_{evening}$ e' il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato «A», determinato sull'insieme dei periodi serali di un anno solare;
- d) L_{night} e' il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato «A», determinato sull'insieme dei periodi notturni di un anno solare.

La determinazione dei descrittori suddetti sull'insieme dei periodi diurni, serali e notturni potrà avvenire attraverso l'applicazione di tecniche previsionali e/o di campionamento statistico. In tal caso i punti prescelti per il calcolo del rumore sono posti ad un'altezza dal suolo di 4,0 m e sulla facciata più esposta, ovvero il muro esterno rivolto verso la sorgente specifica e più vicino ad essa. Per altri fini, quali la pianificazione acustica e la mappatura acustica, possono essere scelti altri punti di misura, ma la loro altezza dal suolo non deve mai essere inferiore a 1,5 m, ad esempio nel caso di:

- zone rurali con case a un solo piano;
- elaborazione di misure locali atte a ridurre l'impatto acustico su abitazioni specifiche;
- mappatura acustica dettagliata di un'area limitata, con rappresentazione dell'esposizione acustica di singole abitazioni.

Per il rumore del traffico veicolare si è utilizzato il metodo di calcolo ufficiale francese «NMPB-Routes-96 (SETRACERTU-LCPC-CSTB)», citato nell'«Arreté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routieres, Journal Officiel du 10 mai 1995, article 6» e nella norma francese «XPS 31-133». Per i dati di ingresso concernenti l'emissione, questi documenti fanno capo al documento «Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prevision des niveaux sonores, CETUR 1980».

I dati da trasmettere alla Regione sono i seguenti:

- il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che vivono nelle abitazioni esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di L_{den} in dB a 4 m di altezza sulla facciata più esposta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, ≥ 75 ; le cifre vanno arrotondate al centinaio per eccesso o per difetto: (ad esempio: 5.200 = tra 5.150 e 5.249; 100 = tra 50 e 149; 0 = meno di 50);
- il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che occupano abitazioni esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di L_{night} in dB a 4 m di altezza sulla facciata più esposta: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, ≥ 70 ;
- la superficie totale, in km², esposta a livelli di L_{den} rispettivamente superiori a 55, 65 e 75 dB. Occorre inoltre fornire il numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di abitazioni e il numero totale stimato di persone, arrotondato al centinaio, presenti in ciascuna zona. Le cifre includono gli agglomerati. Occorre rappresentare anche le curve di livello sonoro 55 e 65 dBA su una o più mappe, che devono comprendere informazioni sull'ubicazione di paesi, città e agglomerati all'interno delle curve di livello.

Sono altresì forniti i dati d'ingresso del modello di calcolo utilizzato, ed in particolare la caratterizzazione dell'asse stradale riportando:

- ubicazione, dimensione e andamento planoaltimetrico;
- tipologia del manto stradale e stato di conservazione;
- flussi di traffico con suddivisione nei periodi di calcolo e velocità veicolari;
- tipologia di veicoli (pesanti e leggeri)¹

2.1 Mappatura acustica - Raccomandazione 2003/613/CE del 6 agosto 2003

La raccomandazione del 6 agosto 2003 concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità, per quanto attiene il traffico veicolare, per il procedimento di calcolo fa riferimento alla citata «Guide du Bruit 1980» quale modello di emissioni di uso generale per il calcolo del rumore del traffico veicolare che viene descritto in seguito.

Per quanto attiene ai tipi di veicoli ai fini della previsione del rumore, si usano due categorie:

- veicoli leggeri (veicoli con portata netta inferiore a 3,5 tonnellate),
- veicoli pesanti (veicoli con portata netta uguale o superiore a 3,5 tonnellate).

Per quanto attiene la velocità dei veicoli, le spire suddette consentono la lettura della velocità espressa anche in valori medi ai quali pertanto si è fatto riferimento per i calcoli.

Gli effetti della velocità sono tenuti conto nel modello di calcolo utilizzato per tutta la gamma di velocità medie (da 20 a 120 km/h), introducendo un'ulteriore correzione per la gamma di velocità basse (inferiore a 60 o 70 km/h, a seconda della situazione), in funzione della quale occorre applicare correzioni per uno dei quattro tipi di flusso di traffico descritti di seguito.

Il tipo di flusso di traffico è un parametro complementare alla velocità, che tiene conto dell'accelerazione, della decelerazione, del carico del motore e del movimento discontinuo o continuo del traffico. Sono definite quattro categorie:

- Flusso fluido continuo: i veicoli si muovono a velocità pressoché costante sul segmento stradale osservato. Il flusso è «fluido» in quanto stabile in termini spaziali e temporali per periodi di almeno dieci minuti. Durante la giornata si possono osservare variazioni, che però non sono improvvise o ritmiche. Il traffico non è né accelerato né decelerato e mantiene invece una velocità costante. Questo tipo di flusso corrisponde al traffico di un'autostrada o superstrada, di una strada interurbana, di una grande direttrice urbana (fuori orario di punta) e di strade principali in ambiente urbano.
- Flusso continuo disuniforme: si tratta di un flusso in cui una quota significativa di veicoli si trova in situazione transitoria (in accelerazione o in decelerazione) instabile nel tempo (si verificano improvvise variazioni di flusso durante brevi periodi di tempo) e nello spazio (ad ogni dato momento si riscontrano concentrazioni irregolari di veicoli nel segmento stradale osservato). Tuttavia, è ancora possibile definire una velocità media complessiva per questo tipo di flusso, che risulta stabile e ripetitivo per un periodo di tempo sufficientemente lungo. Questo tipo di flusso si riscontra nelle arterie dei centri cittadini, su strade principali vicine alla saturazione, su bretelle o

¹All'interno dei veicoli leggeri dovrebbero essere individuati anche i motocicli.

raccordi con molti incroci, nei parcheggi, in corrispondenza di attraversamenti pedonali e di vie di accesso alle abitazioni.

- Flusso accelerato disuniforme: si tratta di un flusso disuniforme e turbolento. Tuttavia, una quota significativa di veicoli è in accelerazione, con la conseguenza che la nozione di velocità è significativa solo in punti discreti perché non rimane stabile durante lo spostamento. Questo flusso si verifica sulle grandi direttrici urbane dopo un incrocio, sulle rampe autostradali di accesso, ai caselli autostradali, ecc.
- Flusso decelerato disuniforme: è l'opposto del caso precedente, in cui una quota significativa di veicoli è in decelerazione. Tende a verificarsi in avvicinamento ai principali incroci urbani, su rampe autostradali in uscita, in avvicinamento ai caselli autostradali, ecc.

Nelle strade esaminate il flusso è risultato normalmente continuo, mentre si è assunto accelerato e decelerato in corrispondenza delle rampe di accesso e uscita della SP47.

Per quanto attiene i profili longitudinali dell'asse stradale si definiscono tre profili per tenere conto della differenza di emissione sonora in funzione dell'inclinazione della carreggiata:

— carreggiata orizzontale o segmento orizzontale di carreggiata con pendenza nel senso del flusso di traffico inferiore al 2 %,

— carreggiata ascendente con pendenza ascendente nel senso del flusso di traffico maggiore del 2 %;

— carreggiata discendente con pendenza discendente nel senso del flusso di traffico maggiore del 2 %.

Le definizioni si applicano direttamente nel caso di strade a senso unico. In caso di doppio senso di marcia, per ottenere una stima precisa occorre effettuare un calcolo separato per ciascun senso di marcia e successivamente cumulare i risultati. Tale differenziazione è stata fatta solo per la SP47, mentre per le altre strade non essendoci differenziazioni rilevanti nei sensi di marcia si sono assunti per semplicità valori medi tali che la carreggiata ascendente compensa quella discendente.

Infine per quanto attiene alla superficie stradale si rileva che il rumore complessivo emesso da un veicolo è influenzato in modo diverso dal rumore di contatto del pneumatico sul fondo stradale in funzione della velocità, fino a dominarlo nel caso di velocità molto elevate.

Oltre che dalla velocità del veicolo, la rumorosità emessa è pertanto funzione anche del tipo di rivestimento stradale (per esempio superfici porose e rivestimenti antirumore) e dal tipo di pneumatico. La «Guide du bruit 1980» fornisce un'emissione acustica standard per una superficie stradale standard. Lo schema descritto in appresso introduce correzioni di superficie stradale ed è compatibile con le disposizioni della norma EN ISO 11819-1:

— Asfalto liscio (calcestruzzo o mastiche): è il rivestimento stradale di riferimento definito dalla norma EN ISO 11819-1. Si tratta di una superficie densa, di tessitura fine, rivestita di calcestruzzo bituminoso o di asfalto SMA con pezzatura massima dei granuli compresa fra 11 e 16 mm.

— Superficie porosa: si tratta di una superficie con volume vuoto pari almeno al 20 %. Deve avere meno di 5 anni²;

² la limitazione di età dipende dalla tendenza delle superfici porose di perdere capacità di assorbimento man mano che il vuoto si riempie; normalmente dopo i primi 5 anni occorre effettuare misurazioni per determinare le proprietà acustiche della superficie. L'effetto di riduzione sonora di questa superficie è funzione della velocità del veicolo).

— Calcestruzzo di cemento e asfalto grezzo: comprende il calcestruzzo di cemento e l'asfalto a tessitura grezza.

— Tasselli con finitura fine: pavimentazione a tasselli con distanza inferiore a 5 mm fra i tasselli.

— Tasselli con finitura grezza: pavimentazione a tasselli con distanza uguale o superiore a 5 mm fra i tasselli.

Le correzioni raccomandate corrispondenti al tipo di asfalto sono riportate nella Tabella seguente.

Schema proposto di correzione della superficie stradale

Categorie di superficie stradale	Correzione del livello acustico Ψ		
	0-60 km/h	61-80 km/h	81-130 km/h
Superficie porosa	- 1 dB	- 2 dB	- 3 dB
Asfalto liscio (calcestruzzo o mastice)	0 dB		
Calcestruzzo di cemento e asfalto grezzo	+ 2 dB		
Tasselli con finitura fine	+ 3 dB		
Tasselli con finitura grezza	+ 6 dB		

Per le simulazioni si è utilizzata la tipologia di asfalto liscio considerato che il modello è stato tarato sulla base di misurazioni in campo.

Inoltre, dal confronto tra i valori misurati nel corso di campagne di monitoraggio acustico in campo e valori calcolati con il modello in esame, risulta che quest'ultimo tende a sovrastimare l'emissione sonora dei veicoli e pertanto non è apparso opportuno penalizzare ulteriormente le valutazioni³.

2.2 Campo d'indagine e valori limite di immissione: DPR 142/2004 e DPCM 14.11.97

Ai fini dell'estensione del campo di indagine, in prima applicazione, è sufficiente prendere in esame il DPR 142/2004 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare", che stabilisce l'ampiezza delle fasce di pertinenza acustica per le strade di tutte categorie, fissando anche i limiti di immissione per quelle di categoria "superiore" (da A a D), mentre per le strade urbane di quartiere e per le strade locali (Cat. E ed F) tale competenza è attribuita ai Comuni, tenuti a provvedere "nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al DPCM in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane", riportate nella Tabella I.

Le strade provinciali in esame, dal punto di vista acustico, possono essere classificate sulla base delle indicazioni fornite, in strade extraurbane secondarie di tipologia Cb⁴, con larghezza fino a m.10,50 comprendente doppia corsia, senza separazione delle carreggiate..

³ L. Moran, D. Casini, A. Poggi, "Fattori correttivi per i dati di emissione da utilizzare nei modelli previsionali di rumore stradale in ambito urbano", atti del 32°Convegno nazionale AIA, Ancona 2005.

⁴ Nuove norme funzionali e geometriche per la costruzione della strada (D.M. 5 nov. 2001)

Tuttavia, a parte l'estensione della fascia di pertinenza acustica B (che passa da 150 a 50 m per il tipo Cb mentre è assente per la Da) non variano i limiti di immissione nei primi 100m, mentre una particolare protezione è riservata ai ricettori definiti sensibili (Scuole, ospedali, case di cura e di riposo e assimilati) per i quali i limiti diventano particolarmente stringenti (20 dB e 15 dB inferiori a quelli degli altri ricettori rispettivamente nella fascia A e B).

Negli agglomerati urbani è evidente che l'effetto schermante esercitato dalle prime file di fabbricati prospicienti la strada è notevole, potendo anche superare i 20 dB, tuttavia non si è deciso di limitare l'indagine ai primi 100 m, dove verosimilmente si troveranno i fabbricati maggiormente disturbati, ma di estendere prudenzialmente la mappatura all'incirca a 250m per lato⁵.

In sintesi l'ampiezza delle fasce di pertinenza acustica varia da 100 a 250 m per lato, ma con le immissioni di rumore più rilevanti che sono riferite alla prima fascia denominata A di 100 m a ridosso dell'infrastruttura, dove si hanno i seguenti limiti:

- 50 e 40 dBA , rispettivamente di giorno e di notte per i ricettori sensibili;
- 70 e 60 dBA rispettivamente di giorno e di notte per tutti gli altri ricettori entro i primi 100m (fascia A);
- 65 e 55 dBA rispettivamente di giorno e di notte per tutti gli altri ricettori oltre i primi 100m e nell'ambito della fascia di pertinenza acustica definita Fascia B, quest'ultimi valori corrispondenti alla classe IV della classificazione acustica territoriale predisposta dai Comuni;
- Oltre la fascia B (assente per le strade tipo D) valgono i limiti della classificazione acustica comunale di cui la DPCM 14.11.97 "*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*"(v. Tabella C).

Occorre evidenziare che il periodo di riferimento diurno va dalle ore 6.00 alle 22.00 senza il periodo serale introdotto dal D.lgs 19 agosto 2005, e pertanto il valore diurno L_{day} non potrebbe essere confrontato direttamente con i valori limite dei DPR 142/2004 e DPCM 14.11.97, e quindi si riporterà anche questo ulteriore indice mentre rimane invariato il periodo di riferimento per L_{night} , dalle 22.00 alle 6.00.

In corrispondenza di incroci una abitazione può avere un apporto non trascurabile da altre infrastrutture, ma la facciata direttamente esposta sulla strada provinciale avrà, salvo casi particolari al momento non verificatesi, sicuramente livelli più elevati.

Al fine di valutare l'impatto acustico esercitato da ogni singola infrastruttura provinciale in esame, si sono pertanto trascurati gli apporti di rumore delle strade comunali.

Inoltre si è accertato che analoga considerazione potesse essere fatta per le intersezioni con altre strade con flussi veicolari importanti, sempre tenuto conto del fatto che in questa fase è fondamentale conoscere l'apporto della singola infrastruttura anche in relazione alla decisione di attuare o meno interventi di risanamento.

Questo è del resto congruente con la procedura che vede l'esposizione dei fabbricati, e conseguentemente dei residenti, assunta uniforme sui quattro lati e pari al valore massimo di

⁵ In campo libero, per una sorgente lineare stradale, l'attenuazione per divergenza d'onda è pari a circa 3 dB per ogni raddoppio di distanza, pertanto, in assenza di ostacoli, i livelli sonori a bordo strada a 100 m risultano attenuati di circa 15 dB e quindi ciò giustifica la limitazione della mappatura nell'intorno dei primi 250 m .

esposizione a 4m, così come evidenziato in figura 2.1.1; parimenti si può fare riferimento anche ai livelli massimi di esposizione, a 4m di altezza, così come evidenziato dalla mappatura acustica (v. figura 2.1.2)

In sintesi in questa fase conoscitiva la mappatura prende in esame solo il rumore ambientale attribuibile alla infrastruttura provinciale di volta in volta in esame.

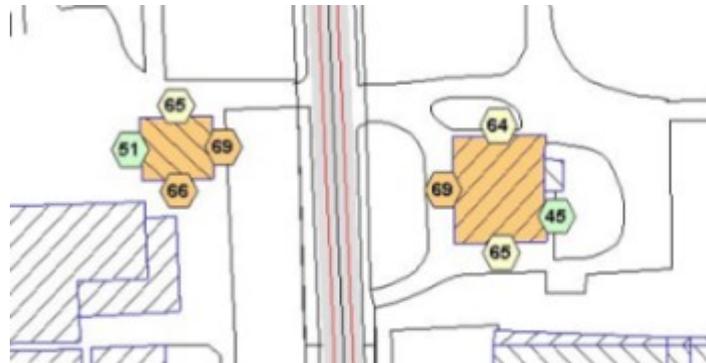


Figura 2.1.1 Livello di esposizione dei fabbricati pari a 69 dBA assunto eguale a quello sulla facciata più esposta



Figura 2.1.2 Livello di esposizione dei fabbricati pari a 70 dBA assunto eguale a quello sulla facciata più esposta

Tabella I VALORI LIMITE DI IMMISSIONE STRADE ESISTENTI E ASSIMILABILI (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti)						
TIPO DI STRADA (secondo Codice della Strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo Norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole ¹ , ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturno dB(A)	Diurno dB(A)	Notturno dB(A)
A - autostrada	100 (fascia A)	50	50	40	70	60
	150 (fascia B)				65	55

B - extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)				50	40
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995.			
F - locale		30				
¹ per le scuole vale il solo limite diurno						

Tabella C: valori limite assoluti di immissione - Leq in dB (A) (art.3)

classi di destinazione d'uso del territorio	tempi di riferimento	
	diurno (06.00-22.00)	notturno (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

3. Strumenti e metodi

A base della mappatura acustica vi è la taratura del modello di simulazione descritto in seguito, effettuata a partire da misure spot a bordo strada (taratura del modello di emissione) al fine di consentire il confronto tra i risultati dei calcoli previsionali ed i valori delle misurazioni eseguite.

Per le misurazioni sono stati impiegati i seguenti strumenti :

- fonometro 01dB-Metravib tipo BLUE SOLO 01 (numero di serie 61044), con microfono GRAS tipo MCE 212 (n° di serie 91467) e preamplificatore tipo PRE 21S (n° di serie 13820), tale da soddisfare le specifiche delle norme I.E.C. 651 e I.E.C. 804 classe 1, con certificato di

taratura n° LAT068-30162-A del 25.05.2012 rilasciato dal Centro di taratura LCE srl accreditato LAT n°068; certificato di taratura dei filtri 1/3 di ottava n° n° LAT068-30163-A del 25.05.2012 rilasciato sempre dal suddetto laboratorio;

- fonometro 01dB-Metravib tipo SOLO 01 (numero di serie 61937), con microfono GRAS tipo MCE 212 (n° di serie 103534) e preamplificatore tipo PRE 21S (n° di serie 15197), tale da soddisfare le specifiche delle norme I.E.C. 651 e I.E.C. 804 classe 1, con certificato di taratura n° LAT068-30155-A del 25.05.2012; certificato di taratura dei filtri 1/3 di ottava n° n° LAT068-30156-A del 25.05.2012 rilasciato sempre dal suddetto laboratorio;

- Calibratore acustico Bruel & Kjaer tipo 4230, classe 1 secondo la norma IEC 942, numero di serie 1102941, certificato di taratura n. LAT068-30157-A del 25.05.2012 rilasciato dal Centro di taratura LCE srl accreditato LAT n°068.

La catena di misura è stata calibrata alla frequenza di 1000 Hz con segnale di 94 dB prima e dopo ogni ciclo di misurazioni, verificandone la correttezza.

Gli strumenti erano posti ad una altezza di 1,5 m dal suolo, in prossimità della sede stradale, e le misure si sono svolte in periodo diurno, in condizioni meteorologiche di cielo sereno, in assenza di vento e precipitazioni. La durata delle misure si è protratta per un tempo non inferiore a 15 minuti.

I risultati delle misure sono riportate in apposite schede in **Appendice 1** (*Schede delle rilevazioni fonometriche*).

Considerata la limitazione dei tempi e delle risorse concessi per l'indagine, diventa essenziale utilizzare tecniche di campionamento temporale che possono consentire di determinare un valore a lungo termine della rumorosità ambientale sulla base di una serie di dati rilevati in prefissati intervalli di tempo, sapendo che l'attendibilità della stima dipende fortemente dalla variabilità del rumore nel tempo, per cui è necessario adattare la tecnica in funzione di detta variabilità. Ad esempio, è stato dimostrato come sia possibile rappresentare compiutamente il rumore di una strada urbana effettuando misure del livello equivalente ad intervalli di 10 minuti in sequenza continua per una settimana⁶ riportati nel grafico di figura 3.1, dove appare evidente come la variabilità giornaliera registra accentuate caratteristiche di periodicità, che possono essere distinte in giorni lavorativi e prefestivi-festivi.

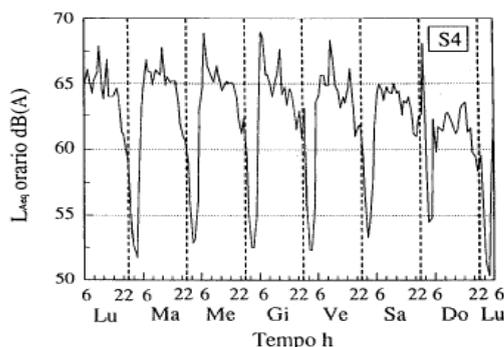


Figura 3.1. Andamento tipico del livello equivalente orario nell'arco settimanale

Si può ormai assumere che questa osservazione abbia carattere generale in quanto è stata verificata in città diverse ed è indipendente dall'andamento stagionale. A conferma di ciò, e

⁶ G.Brambilla, L.Cipelletti *Valutazione degli errori associati a tecniche di campionamento nel tempo per il rilievo del rumore ambientale* – Rivista Italiana di Acustica – Vol.XVIII 1994

solo a titolo esemplificativo, si possono consultare gli studi accurati condotti dall’Agenzia per la protezione dell’Ambiente della Provincia autonoma di Trento⁷ e quelli condotti dalla Provincia di Genova⁸, che hanno costruito e messo a confronto l’andamento dei livelli sonori su giornate tipo individuate sulla base di rilevazioni annuali nelle città suddette.

Tali studi hanno messo in evidenza la sostanziale stabilità dell’andamento dei livelli sonori, indipendentemente dalle stagioni, mentre si registrano differenze notevoli (anche superiori a 5 dB) solo tra giorni lavorativi e prefestivi da un lato e festivi dall’altro (v. figura 3.1).

Pertanto, le rilevazioni eseguite con la tecnica del campionamento sono, salvo casi di forte variabilità dei flussi veicolari, idonee a descrivere con adeguata accuratezza le caratteristiche della sorgente sonora predominante, costituita in tal caso dal traffico stradale.

Tale tecnica è quindi applicabile alle strade in esame aventi traffico sostenuto, dove le fluttuazioni dei flussi veicolari per entità e tipologia su base settimanale e stagionale sono trascurabili, ovvero tali da non modificare i valori rilevati per un giorno tipo (variazioni contenute entro 1 dB).

Si evidenzia poi che rilievi eseguiti tra le ore 9.00 e le 12.00 e tra le 14.00 e le 19.00, in strade con flussi veicolari superiori a 500 veicoli/h sono adeguati per fornire una stima sufficientemente accurata sul tempo di riferimento diurno^{9,10}.

Del resto, le misure eseguite nelle fasce orarie suddette per 10 minuti hanno rivelato che il 67% degli scarti è contenuto entro 1 dBA, mentre il 91 % è entro 2 dBA; il valore medio è intorno a 0,9 dBA e quindi assai contenuto.

Poiché gli studi citati applicati anche in altri contesti urbani¹¹ hanno confermato che la variabilità dei L_{Aeq} orari è contenuta normalmente entro 1 dBA, possiamo ragionevolmente affermare che le probabilità di rilevare con misure spot un valore rappresentativo della rumorosità emessa dall’infrastruttura sono all’incirca dell’80% se non superiori.

In sintesi, per le strade con flussi veicolari elevati o con variabilità contenute, possiamo ragionevolmente ritenere che i livelli misurati siano sufficientemente attendibili per caratterizzare la rumorosità su base giornaliera, in un’ottica di compromesso accettabile tra numerosità dei rilievi e contenimento di tempi e risorse, e per tarare in modo accurato il modello di simulazione.

In merito si ricorda che un raddoppio del traffico provoca al massimo un incremento di 3 dB, a parità di velocità media e tipologia di traffico.

Ciò premesso le misurazioni hanno lo scopo fondamentale di tarare il modello di simulazione utilizzato per le valutazioni previsionali di impatto acustico, e pertanto sulle strade oggetto di indagine si sono eseguite, nel periodo diurno e nelle fasce orarie suddette, misure per intervalli temporali ciascuno di 15÷20 minuti, e per ogni strada si sono fatti, a seconda dell’estensione e dell’omogeneità dei flussi, fino a tre punti di misura per una durata complessiva variabile da un minimo di 20 fino a circa 50 minuti.

⁷ Agenzia provinciale per la protezione dell’ambiente “Controllo della Rumorosità da traffico veicolare” Provincia autonoma di Trento 1996

⁸ Piromalli W et al. *Inquinamento atmosferico ed acustico* – Provincia di Genova 1992

⁹ ARPA Emilia Romagna *Linee Guida per la caratterizzazione acustica delle aree urbane* - 2001

¹⁰ Piromalli W. Et al *Indagine sui livelli sonori in Genova: andamento nelle 24 ore ed attendibilità di misure Leg su breve periodo* Rivista Italiana di Acustica, 53, 32, 1983

¹¹ Palmeri S. ARTA Abruzzo *Rumore da traffico stradale a Pescara: rilievi ed elaborazioni modellistiche* Atti 32° Convegno AIA-Associazione Italiana di Acustica, ISBN 88-88942-09-2, pag. 159-163, Ancona, giugno 2005

Una volta calibrato il modello acustico si è proceduto alla simulazione dell'intera infrastruttura considerando come input i dati di traffico relativi al giorno feriale tipo. La scelta di utilizzare il dato relativo al giorno feriale tipo, piuttosto che il dato settimanale indicato dalla normativa, è stata ritenuta una semplificazione accettabile in favore della sicurezza.

3.1 Metodologia

In fase preliminare ciascuna strada provinciale è stata suddivisa in tratti omogenei in termini di emissione e propagazione acustica.

Per ciascun tratto sono state individuate un numero di postazioni variabile tra 1 a 3, individuando al momento 16 postazioni in cui è stato eseguito il conteggio dei flussi di traffico durante il periodo di misura (v. figura 3.1.1).

Il monitoraggio del traffico per periodi da uno a tre giorni e con misurazione della velocità è stato svolto su tutte le strade in corrispondenza dei tratti selezionati tenendo conto sia della densità delle abitazioni, sia dell'elevato volume di traffico sia della tipologia di sezione stradale (tratti aperti, ad L ed a U).

I tratti suddetti sono stati considerati come i tratti di strada tipo "*potenzialmente critici*" in grado di rappresentare la rumorosità immessa dalla strada anche nei restanti tratti non oggetto di monitoraggio.

Durante le misurazioni si sono individuati tratti di strada nei quali le misure spot hanno fornito valori dei livelli diurni rilevati inferiori di oltre 3 dBA ai limiti fissati dal D.P.R. n° 142/2004: tali tratti di strada possono al momento essere considerati "*potenzialmente non critici*".

I dati relativi al monitoraggio acustico e dei flussi di traffico sono stati, infine, utilizzati per la calibrazione e validazione del modello di simulazione per la mappatura acustica.

La mappatura acustica eseguita ai sensi del D.lgs. 194/2005 con i livelli sonori in facciata agli edifici ricettori consente infine di valutare dove si verificano i superamenti dei limiti fissati dal D.P.R. n° 142/2004 ed il conseguente numero dei soggetti esposti per la determinazione delle aree di intervento e del relativo indice di priorità (D.M. 29/11/2000).



Figura 3.1.1 Punti di misura fonometrici evidenziati in rosso per le strade con oltre 3 milioni di veicoli/anno

3.2 Flussi veicolari sulle strade in esame

La rumorosità in corrispondenza di un ricettore indotta dal traffico stradale (espressa in Livello equivalente continuo ponderato A, L_{Aeq}) dipende da due classi di parametri: la distribuzione temporale dei veicoli (nelle varie ore del giorno, secondo il giorno della settimana) e le caratteristiche di circolazione del luogo (rettilineo, curva, pendenza della strada, ecc.), oltre ovviamente alla tipologia dei veicoli stessi. In altre parole il L_{Aeq} è correlato alla portata oraria della strada ed alla velocità media dei veicoli. Si può osservare che, a parità di tipologia del traffico, finché la velocità media si mantiene elevata, il livello più alto si verifica in corrispondenza dei flussi di traffico più intensi; viceversa, se con traffico molto intenso la velocità media si riduce sensibilmente (ad esempio auto in colonna) si possono riscontrare riduzioni della rumorosità anche se transitano un numero complessivamente maggiore di veicoli; considerare quindi il flusso massimo di traffico di una strada come la condizione più gravosa dal punto di vista acustico non è condizione di per sé sufficiente se non si tiene conto anche della velocità media dei veicoli.

Per quanto attiene alle velocità dei veicoli, si è fatto riferimento ai valori medi registrati nei punti di rilevazione assunti eguali per tutti i veicoli e per tutti i periodi di riferimento.

Ciò premesso nel periodo di giugno sono state eseguite misure dei flussi veicolari sulle strade in esame (v. figura 3.2.1).

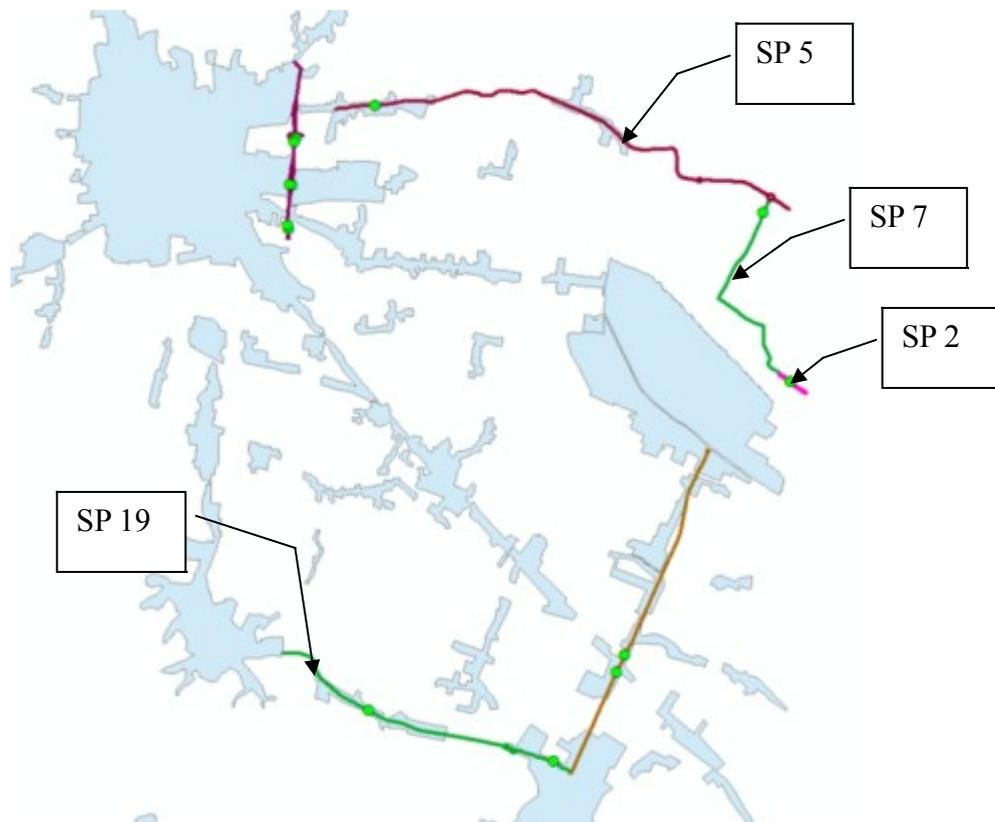


Figura 3.2.1 Sezioni di rilievo del traffico veicolare (punti verdi) in alcune delle strade oggetto di mappatura

Ai fini acustici, si è assunto che il valore globale fosse diviso equamente sia sul lato destro che sinistro della sede stradale.

Analogamente anche per le rotonde il traffico è stato suddiviso in relazione al senso di marcia assumendo i flussi veicolari corrispondenti a ciascun senso di marcia.

Per alcune strade, è stato poi necessario suddividere i flussi veicolari in tratti distinti per le differenze riscontrate sugli stessi.

Di seguito sono riportati i dati di ingresso per le strade utilizzati per le mappe acustiche, secondo la Guide du Bruit e precisamente:

- veicoli/h nei vari tratti distinti per periodo (06-20, 20-22, 22-06);
- velocità in km/h assunte eguali per veicoli leggeri e pesanti e per tutti i periodi;
- flusso di traffico;
- fondo stradale ;
- corrispondenti livelli di emissione distinti per periodo in dB(A).

Infine sono riportate le fasce di 100m di pertinenza acustica all'interno delle quali si trovano gli edifici maggiormente esposti al rumore del traffico.

3.3 Flussi veicolari sulla SP 2 e ambito di indagine

I flussi veicolari assunti a base delle valutazioni, suddivisi nei tre periodi 6.00-20.00, 20.00-22.00, 22.00-06, sono riportati nella figura 3.3.1. I veicoli pesanti sono mediamente circa il 7,5 % dei veicoli circolanti. La velocità media è stata assunta costante nelle 24 ore pari a 55 km/h per tutti i veicoli.

Nella figura sono rilevabili anche i livelli di emissione per ciascun periodo suddetto.

Proprietà della strada
Nome: SP2

Calcolo dell'emissione secondo "Guide du Bruit"

Traffico | Velocità, Flusso di traffico, Addizionali

Tipo di input: Veic./h manualmente (3)

Senso unico

TGM (veic./24h): 10796

	Veic/h(d)	p(g)[%]	Veic/h(e)	p(e)[%]	Veic/h(n)	p(n)[%]
	673,0	100,0	343,0	100,0	86,0	100,0
Leggeri	623,0	92,6	317,0	92,4	80,0	93,0
Pesanti	50,0	7,4	26,0	7,6	6,0	7,0

Livelli	d(6-20h)	e(20-22h)	n(22-6h)
[dB(A)]	82,63	79,74	73,56

Proprietà della strada
Nome: SP2

Calcolo dell'emissione secondo "Guide du Bruit"

Traffico | Velocità, Flusso di traffico, Addizionali

Velocità veicoli [km/h]

Intervallo di tempo	vLeggeri	vPesanti	Flusso traffico
giorno	55,0	55,0	fluido
sera	55,0	55,0	fluido
notte	55,0	55,0	fluido

Inverti il tipo di flusso rispetto al verso di inserimento

Fondo stradale (ISO 11819-1)
Asfalto liscio (calcestruzzo o resina)

Riflessioni multiple (in accordo a RLS 90)
Drift (dB): 0,0

Livelli	d(6-20h)	e(20-22h)	n(22-6h)
[dB(A)]	82,63	79,74	73,56

Figura 3.3.1 SP2 - Flussi veicolari, percentuali di veicoli pesanti e velocità medie

L'ambito di indagine definito dall'ampiezza delle fasce di pertinenza di 100 m è rappresentato in figura 3.3.2.

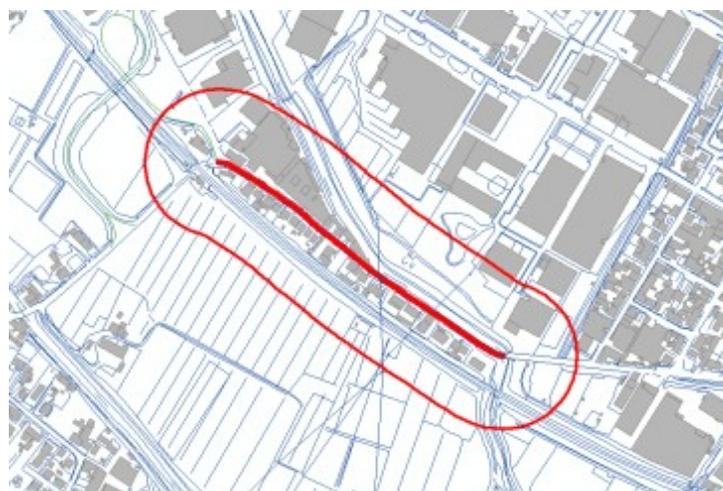


Figura 3.3.2 SP 2 - Fasce di pertinenza acustica di 100 m

3.4 Flussi veicolari sulla SP 5 e ambito di indagine

I flussi veicolari assunti a base delle valutazioni, suddivisi nei periodi in esame, sono riportati nella figura 3.4.1. I veicoli pesanti sono mediamente circa l'8 % dei veicoli circolanti. La velocità media è stata assunta costante nelle 24 ore e pari a 59 km/h per tutti i veicoli.

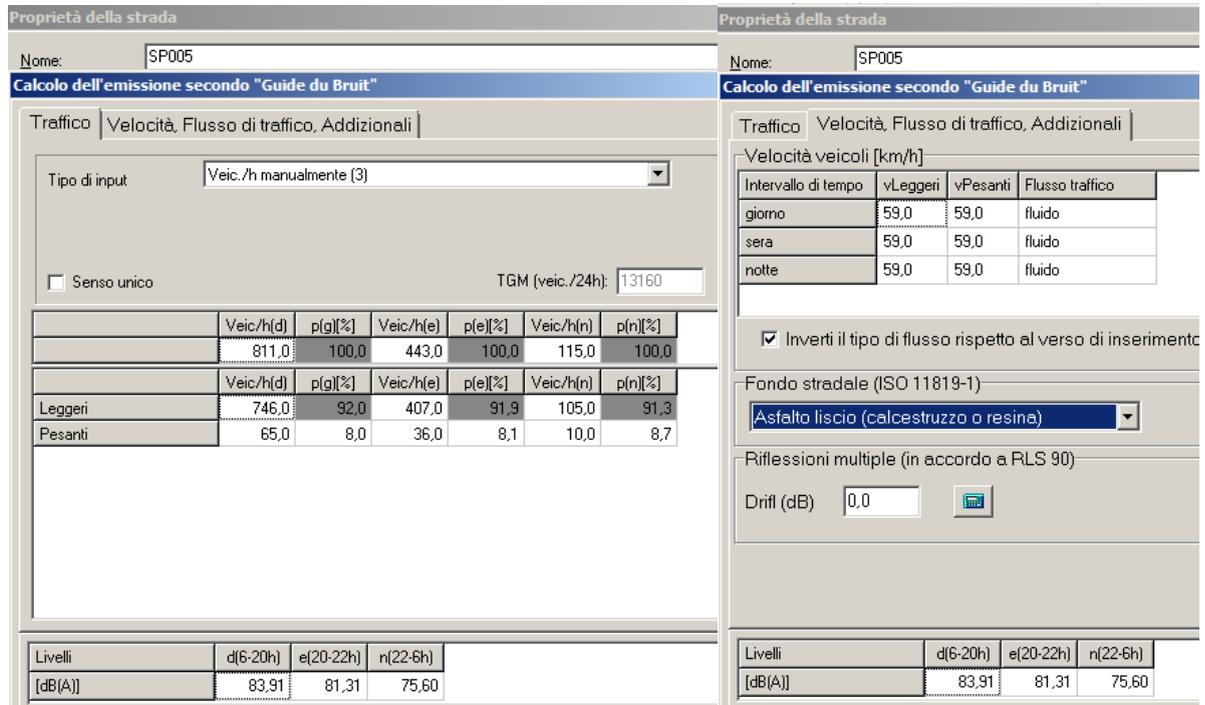


Figura 3.4.1 SP5 - Flussi veicolari, percentuali di veicoli pesanti e velocità medie

Nella figura sono rilevabili anche i livelli di emissione per ciascun periodo suddetto. L'ambito di indagine definito dall'ampiezza delle fasce di pertinenza di 100 m è rappresentato in figura 3.4.2.



Figura 3.4.2 SP 5 - Fasce di pertinenza acustica di 100 m

3.5 Flussi veicolari sulla SP 7 e ambito d'indagine

I flussi veicolari assunti a base delle valutazioni, suddivisi nei periodi in esame, sono riportati nella figura 3.5.1 rispettivamente per il tratto nord dalla SP5 a Via Garibaldi verso Agliana e a ovest da Via Garibaldi verso la SP2 lungo Via Walter Tobagi, distinti per la differenza riscontrata nei flussi veicolari risultati pari a circa la metà su quest'ultimo tratto sulla base delle rilevazioni fonometriche eseguite.

I veicoli pesanti sono mediamente circa il 3 % dei veicoli circolanti e la velocità media è di 56 km/h. Nelle figure sono rilevabili anche i livelli di emissione per ciascun periodo suddetto.

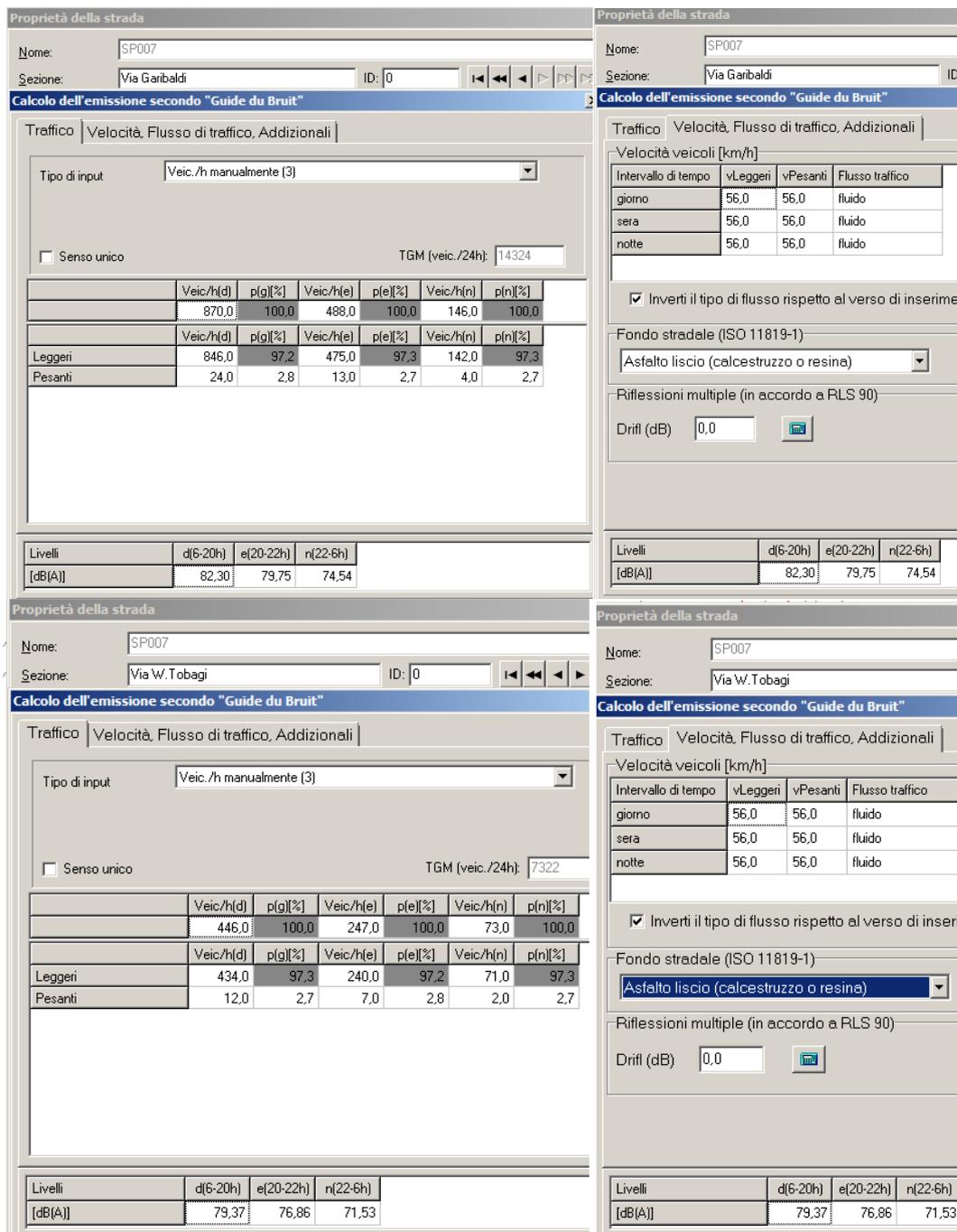


Figura 3.5.1 SP7 da SP5 a Via Garibaldi (in alto) da Via Garibaldi a SP2(in basso)
Flussi veicolari, percentuali di veicoli pesanti e velocità medie

L'ambito di indagine definito dall'ampiezza delle fasce di pertinenza è rappresentato in figura 3.5.2.

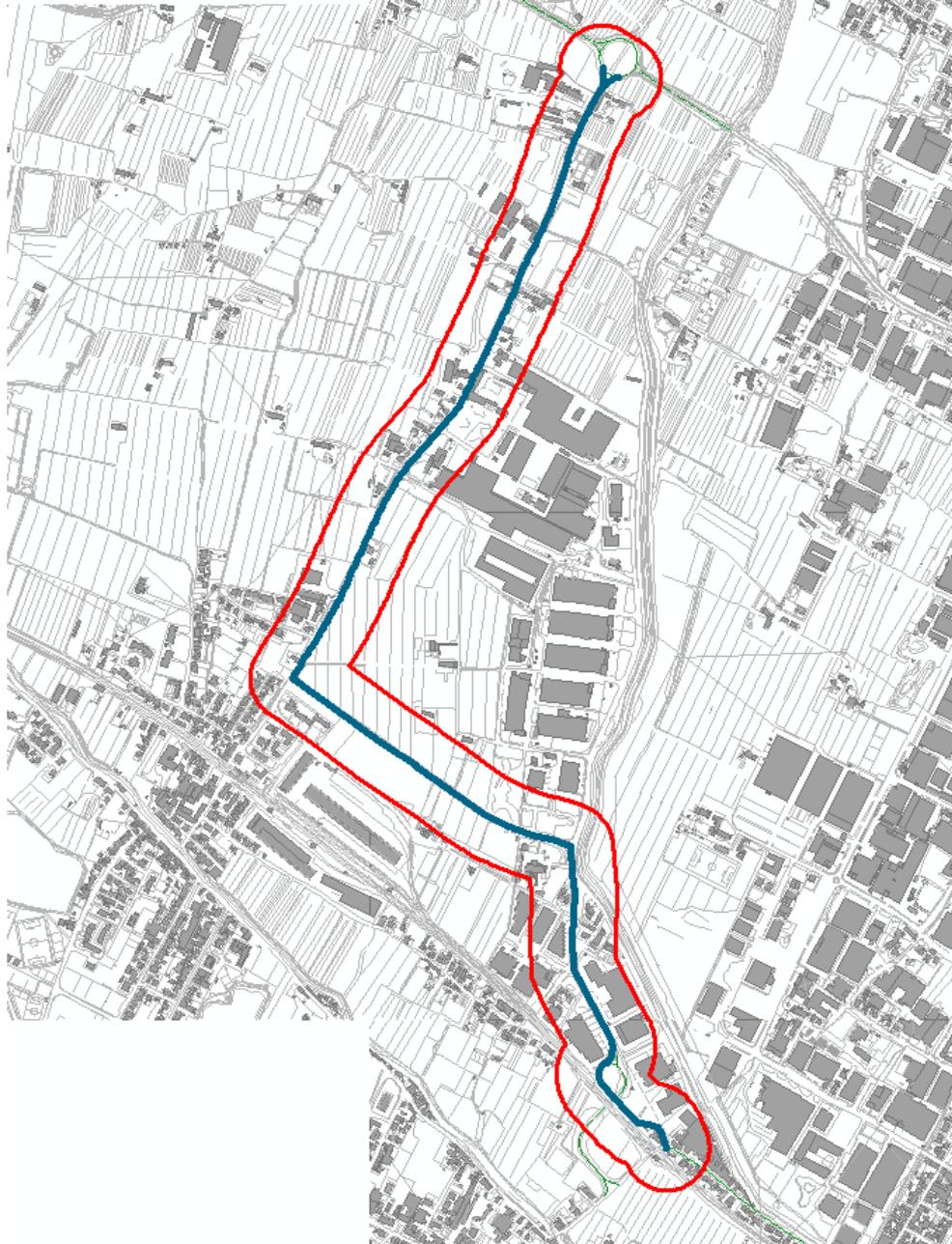


Figura 3.5.2 SP7 - Fasce di pertinenza acustica di 100 m

3.6 Flussi veicolari sulla SP 14 e ambito d'indagine

I flussi veicolari assunti a base delle valutazioni, suddivisi nei periodi in esame, sono riportati nella figura 3.6.1. I veicoli pesanti sono mediamente circa il 20% dei veicoli circolanti. Sussiste una differenza sostanziale tra l'incidenza del traffico pesante verso Monsummano Terme, pari al 30%, e l'incidenza verso la Colonna pari all'11%, pur rimanendo tali percentuali tra le più elevate in assoluto tra le strade esaminate.

La velocità media è stata assunta costante nelle 24 ore e pari a 46 km/h per tutti i veicoli. L'ambito di indagine definito dall'ampiezza delle fasce di pertinenza è rappresentato in figura 3.6.2.

Calcolo dell'emissione secondo "Guide du Bruit"

Traffico | Velocità, Flusso di traffico, Addizionali |

Tipo di input: Veic./h manualmente (3)

Senso unico

TGM (veic./24h): 11712

	Veic/h(d)	p(g)[%]	Veic/h(e)	p(e)[%]	Veic/h(n)	p(n)[%]
	690,0	100,0	506,0	100,0	130,0	100,0
Leggeri	550,0	79,7	406,0	80,2	102,0	78,5
Pesanti	140,0	20,3	100,0	19,8	28,0	21,5

Livelli	d(6-20h)	e(20-22h)	n(22-6h)
[dB(A)]	85,44	84,00	78,41

Calcolo dell'emissione secondo "Guide du Bruit"

Traffico | Velocità, Flusso di traffico, Addizionali |

Velocità veicoli [km/h]

Intervallo di tempo	vLeggeri	vPesanti	Flusso traffico
giorno	46,0	46,0	fluido
sera	46,0	46,0	fluido
notte	46,0	46,0	fluido

Inverti il tipo di flusso rispetto al verso di inserime

Fondo stradale (ISO 11819-1): Asfalto liscio (calcestruzzo o resina)

Riflessioni multiple (in accordo a RLS 90)

Drift (dB): 0,0

Livelli	d(6-20h)	e(20-22h)	n(22-6h)
[dB(A)]	85,44	84,00	78,41

Figura 3.6.1 SP14 - Flussi veicolari, percentuali di veicoli pesanti e velocità medie



Figura 3.6.2 SP14 - Fasce di pertinenza acustica di 100 m

3.7 Flussi veicolari sulla SP 15 e ambito d'indagine

I flussi veicolari assunti a base delle valutazioni, suddivisi nei tre periodi in esame, sono riportati nella figura 3.7.1. I veicoli pesanti sono mediamente circa il 9 % dei veicoli circolanti. La velocità media è stata assunta costante nelle 24 ore e pari a 53 km/h per tutti i veicoli. L'ambito di indagine definito dall'ampiezza delle fasce di pertinenza è rappresentato in figura 3.7.2.

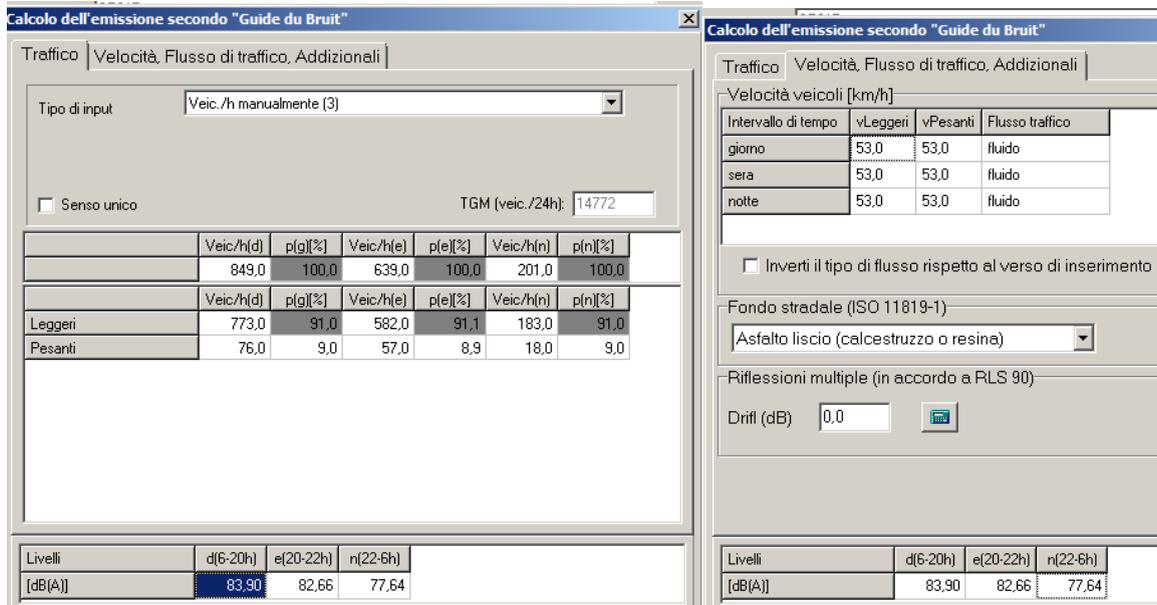


Figura 3.7.1 SP15 - Flussi veicolari, percentuali di veicoli pesanti e velocità medie

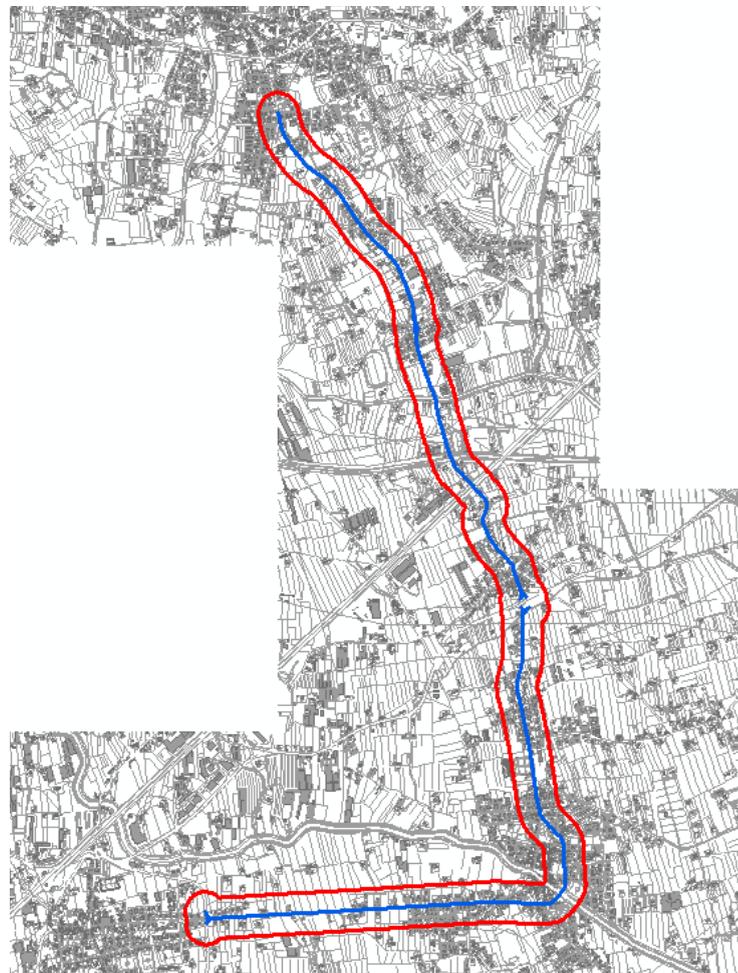


Figura 3.7.2 SP15 - Fasce di pertinenza acustica di 100 m

3.8 Flussi veicolari sulla SP 19 e ambito d'indagine

I flussi veicolari assunti a base delle valutazioni, suddivisi nei periodi in esame, sono riportati nella figura 3.8.1 rispettivamente per il tratto est dalla rotonda verso Quarrata e a ovest dalla rotonda verso Casalguidi, distinti per la differenza riscontrata nei flussi veicolari. I veicoli pesanti sono mediamente circa il 4,5 % dei veicoli circolanti e la velocità media è rispettivamente nei due tratti di 58 e 64 km/h.

Nelle figure sono rilevabili anche i livelli di emissione per ciascun periodo suddetto.

L'ambito di indagine definito dall'ampiezza delle fasce di pertinenza è rappresentato in figura 3.8.2.

The figure displays four screenshots of a software interface for noise assessment, arranged in a 2x2 grid. Each screenshot shows the 'Proprietà della strada' (Road Properties) and 'Calcolo dell'emissione secondo "Guide du Bruit"' (Calculation of emission according to "Guide du Bruit") sections.

Top Left Screenshot: Road name: SP019. Input type: 'Veic./h manualmente (3)'. TGM (veic./24h): 13086. The 'Livelli' table shows d(6-20h) = 82,92, e(20-22h) = 79,82, and n(22-6h) = 72,68.

	Veic/h(d)	p(g)[%]	Veic/h(e)	p(e)[%]	Veic/h(n)	p(n)[%]
	830,0	100,0	397,0	100,0	84,0	100,0
Leggeri	793,0	95,5	378,0	95,2	81,0	96,4
Pesanti	37,0	4,5	19,0	4,8	3,0	3,6

Top Right Screenshot: Road name: SP019. Input type: 'Veic./h manualmente (3)'. TGM (veic./24h): 13086. The 'Livelli' table shows d(6-20h) = 82,92, e(20-22h) = 79,82, and n(22-6h) = 72,68.

Intervallo di tempo	vLeggeri	vPesanti	Flusso traffico
giorno	58,0	58,0	fluido
sera	58,0	58,0	fluido
notte	58,0	58,0	fluido

Bottom Left Screenshot: Road name: SP019. Section: casale-quarrata. ID: 0. Input type: 'Veic./h manualmente (3)'. TGM (veic./24h): 13642. The 'Livelli' table shows d(6-20h) = 84,32, e(20-22h) = 81,50, and n(22-6h) = 74,54.

	Veic/h(d)	p(g)[%]	Veic/h(e)	p(e)[%]	Veic/h(n)	p(n)[%]
	859,0	100,0	444,0	100,0	91,0	100,0
Leggeri	820,0	95,5	423,0	95,3	87,0	95,6
Pesanti	39,0	4,5	21,0	4,7	4,0	4,4

Bottom Right Screenshot: Road name: SP019. Section: casale-quarrata. ID: 0. Input type: 'Veic./h manualmente (3)'. TGM (veic./24h): 13642. The 'Livelli' table shows d(6-20h) = 84,32, e(20-22h) = 81,50, and n(22-6h) = 74,54.

Intervallo di tempo	vLeggeri	vPesanti	Flusso traffico
giorno	64,0	64,0	stazionario
sera	64,0	64,0	stazionario
notte	64,0	64,0	stazionario

Figura 3.8.1 SP19 – Dalla rotonda verso Quarrata (in alto) e dalla rotonda verso Casalguidi (in basso) - Flussi veicolari, percentuali di veicoli pesanti e velocità medie

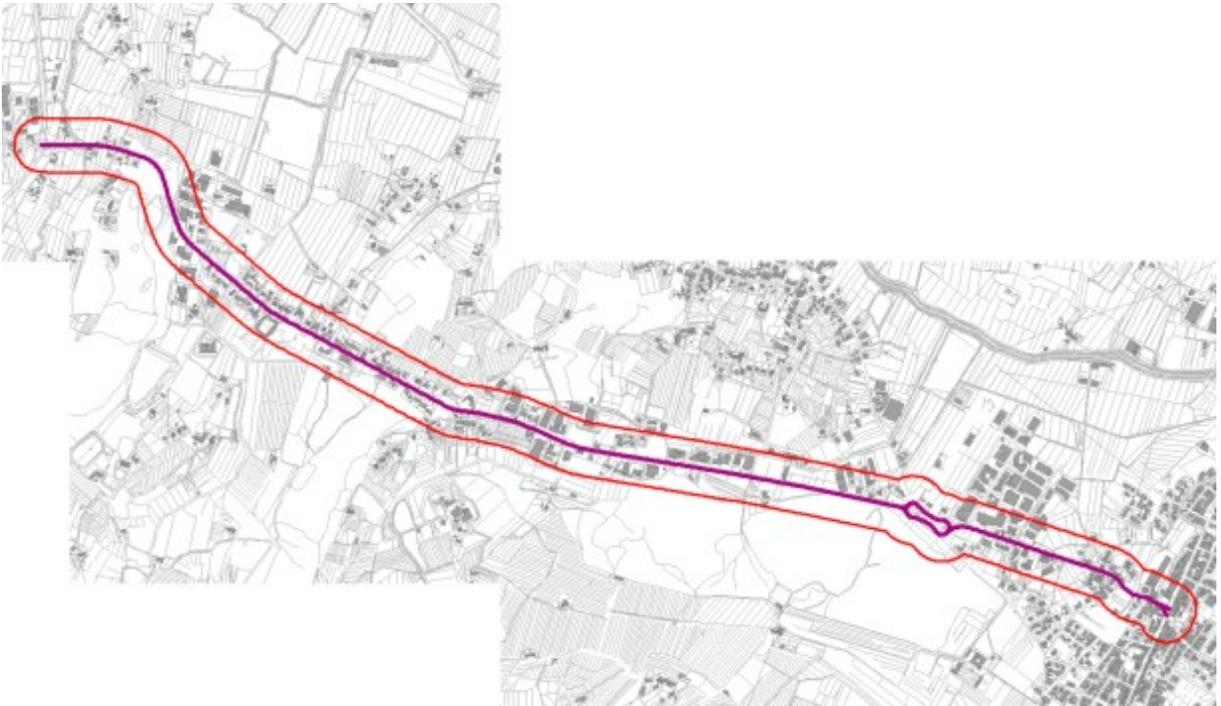


Figura 3.8.2 SP19 - Fasce di pertinenza acustica di 100 m

4. Il modello di simulazione

Il problema della previsione del rumore si suddivide in due sotto-problemi: la modellazione della sorgente, al fine di determinare il livello di potenza sonora di questa, e quella della propagazione. Le correzioni al modello di emissione e propagazione determinate precedentemente durante la fase di calibrazione del modello acustico, sono state associate a tutti i tratti della stessa infrastruttura ritenuti simili.

La singola infrastruttura, come evidenziato dai dati dei flussi veicolari di calcolo, è stata suddivisa in tratti omogenei per composizione dei flussi in questione (variabile che incide in maniera significativa sull'emissione sonora della sorgente).

A monte di tali problematiche vi è tuttavia la costruzione del modello geometrico tridimensionale del territorio DGM (Digital Ground Model), fondamentale per ottenere un'appropriata simulazione della propagazione sonora tanto quanto l'esattezza dei dati sulle sorgenti. Tale modello può essere calcolato partendo dai dati relativi alle curve di livello, ai punti quota, all'altezza degli edifici, ecc.

Un ulteriore aspetto è relativo alla griglia di calcolo: tanto più questa è ridotta e tanto maggiore è la precisione della simulazione (v. figura 4.1).

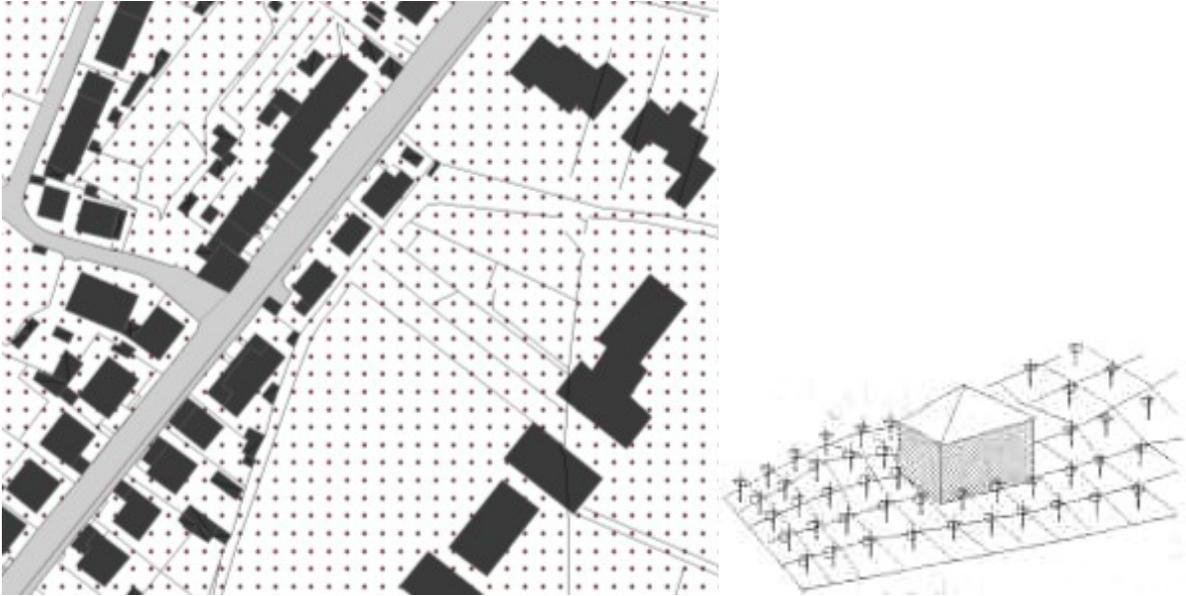


Figura 4.1 Rappresentazione di una griglia di punti distribuiti uniformemente sul territorio: ogni punto può riportare i risultati del calcolo (L_{den} , L_d , L_e , L_n)

L'uso della griglia di calcolo permette contemporaneamente di ottenere una rappresentazione dei livelli di rumore attraverso aree di uguale intensità, ed evidenziare il livello sonoro percepito nel singolo punto in cui è posto il ricevitore. Nel caso specifico la griglia di calcolo usata è stata di 5 m, che rappresenta un ragionevole compromesso tra la dimensione dei fabbricati ed il contenimento dei tempi di calcolo che altrimenti si dilaterrebbero a valori inaccettabili.

Nella determinazione dei livelli sonori per ciascun ricevitore si usa la tecnica del “ray-tracing”. Tale tecnica si basa sul fatto che ciascun ricevitore “lancia” omnidirezionalmente dei raggi di ricerca secondo lo schema di figura 4.2 (incremento utilizzato di 1 grado per una estensione di 1 km) grazie ai quali vengono intercettate le sorgenti presenti sul cammino di tale raggio. Il contributo delle sorgenti sul livello percepito dal ricevitore viene calcolato tenendo presenti, oltre ai parametri acustici, la geometria e tipologia della sorgente e del territorio. Per ciascun raggio di ricerca sarà quindi attribuito un preciso livello di rumore al ricevitore, che deriva dalle sorgenti e degli ostacoli intercettati da quel singolo raggio, e che sarà sommato ai livelli derivanti da tutti i raggi di ricerca partiti da quel ricevitore.

Il percorso d'ogni singolo raggio descrive, mediante i principi dell'ottica geometrica, in che modo è attenuata l'onda incidente a partire da una determinata sorgente di rumore.

Non vi è limite al numero delle riflessioni o diffrazioni che il modello può considerare, se non quello posto dai tempi di calcolo. E', infatti, molto importante definire i parametri d'input: numero dei raggi sonori da lanciare, lunghezza massima del percorso di propagazione prima di arrestare il calcolo dell'attenuazione, ecc. Più accurata ed estesa sarà la “ricerca” degli elementi che influenzano la propagazione, tanto maggiore sarà la precisione del risultato, ma anche il tempo di elaborazione richiesto. Occorre tener conto anche del fatto che con l'aumento della distanza fra sorgente e ricevitori, la precisione del risultato decresce. Come regola pratica è bene considerare, in via cautelativa, un'incertezza di 2-3 dB.

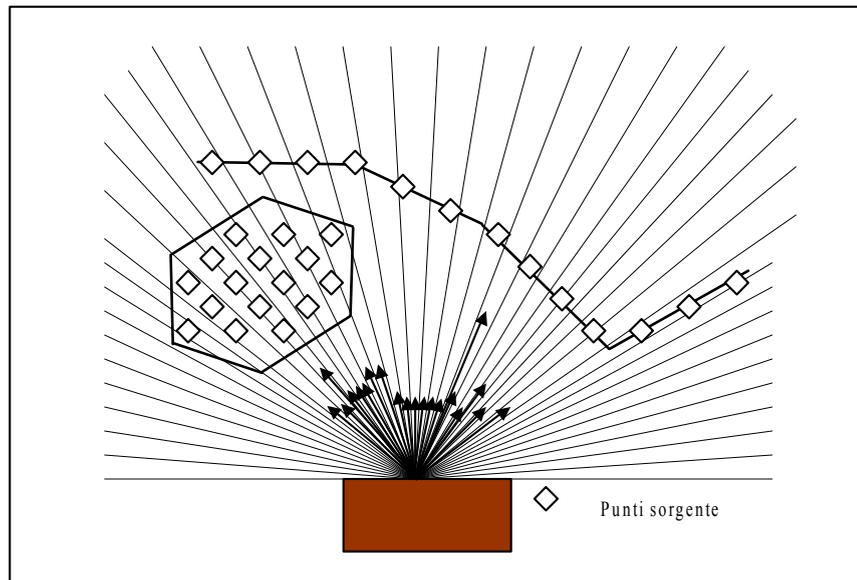


Figura 4.2 I raggi di ricerca partenti dal ricevitore (in questo caso addossato ad un edificio) intercettano le varie tipologie di sorgenti (lineari ed areali).

Per ottenere una corretta simulazione acustica dell'area in esame, è necessario quindi creare un modello dell'area capace di rappresentare la geomorfologia ed i parametri geometrici ed acustici degli elementi che la caratterizzano.

Tale modellazione è stata realizzata tramite tre fasi fra loro propedeutiche:

- una prima fase in cui è stato costruito il modello geometrico tridimensionale del territorio,
- una seconda fase in cui le informazioni geometriche precedentemente inserite sono state integrate con i parametri acustici necessari per la caratterizzazione delle sorgenti,
- una terza fase in cui è stato verificato che il modello costruito rappresentasse correttamente il fenomeno in esame.

Nel caso specifico è stato utilizzato il software SOUNDPLAN versione 7.1, che permette di effettuare simulazioni sui livelli sonori in ambiente esterno dovuto a sorgenti di traffico stradale e ferroviario, nonché a sorgenti fisse di tipo industriale, facendo uso di diversi standard di calcolo selezionabili dall'utente.

È possibile tenere conto di diverse forme d'attenuazione sonora presenti in ambiente esterno, tra cui:

- divergenza geometrica delle onde;
- effetto suolo;
- effetto di barriere;
- effetto di rilevati del terreno;
- assorbimento acustico da parte dell'aria;
- effetto delle riflessioni multiple e della vegetazione.

Per quanto riguarda le impostazioni acustiche e di calcolo sono state adottate le seguenti specifiche:

- condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono pari a 100% nel periodo notturno, 75% nel periodo serale e 50% nel periodo diurno;
- Temperatura media annua di 10° C ed umidità relativa del 70%;
- Calcolo della diffrazione sugli spigoli delle aree fabbricate e degli ostacoli;
- Ordine di riflessione 1
- Distanza massima delle riflessioni dai ricevitori 200 m
- Distanza massima delle riflessioni dalle sorgenti 50 m
- Raggio di ricerca 1000 m
- Ponderazione: dB(A)
- Tolleranza (per Ricerca Dinamica): 0,010 dB
- Griglia di calcolo 5m

Standards:

Strade: NMPB - Routes - 96

Guida a destra

Emissione secondo Guide du Bruit

Limitazione del potere schermante: singolo/multiplo 20 dB /25 dB

Ambiente

Pressione atmosferica 1013,25 mbar

Umidità rel. 70 %

Temperatura 10 °C

Parametri di dissezione:

Fattore distanza dal diametro cilindro 8

Distanza minima [m] 1 m

Max. Difference GND+Diffraction 1 dB

Massimo numero di interazioni 4

4.1 Ipotesi di calcolo

Allo scopo di effettuare la simulazione dei livelli di pressione sonora è stato creato un modello geometrico tridimensionale dell'area di studio costituita dalla sede stradale e delle aree limitrofe per una estensione di circa 300 m.

Nel modello sono compresi gli edifici esistenti e riproduce le sorgenti lineari da traffico come file di sorgenti puntiformi, simulando la divergenza geometrica del suono, l'effetto suolo, l'effetto barriera e la riflessione.

A partire dai dati di traffico presunti (numero di veicoli giornalieri, percentuale di transiti serali, notturni e diurni, percentuale di veicoli pesanti, velocità, ecc.), viene definito il Livello Medio di Emissione che è un livello di riferimento a 25 metri di distanza dalla strada ed a 4 metri di altezza dal suolo.

I risultati sono forniti, per i periodi in esame, come livello equivalente in dBA all'altezza dal suolo definita dall'utente.

Rumore dovuto a strade

Il livello di riferimento $L_{Aw/m,k}$ livello di potenza sonora pesato A per metro lineare di sorgente per il periodo k viene calcolato in base alla seguente relazione:

$$L_{Aw/m,k} = E_{lv,k} + 10 \lg(Q_{lv,k}) + E_{hv,k} + 10 \lg(Q_{hv,k})$$

dove Q è il numero di veicoli leggeri ($Q_{lv,k}$) o pesanti ($Q_{hv,k}$) nel periodo k , E è il livello d'emissione riferito ai veicoli leggeri $E_{lv,k}$ e pesanti $E_{hv,k}$ calcolati con la seguente relazione:

$$E = E_0 + a \lg\left(\frac{v}{v_0}\right)$$

dove E_0 ed a , sono funzione del tipo di traffico (scorrevole o fluttuante), della inclinazione della strada (in salita, discesa o pianura) e della tipologia di veicoli (leggeri o pesanti), mentre v è la velocità dei veicoli e $v_0 = 20$ km/h la velocità di riferimento; $\Delta_{10\text{km/h}}$ rappresenta la variazione d'emissione di un veicolo per una variazione di velocità di 10 km/h (v. Tabella II).

Dal valore $L_{Aw/m,k}$ si determina il livello $L_{Aw/m,\Psi}$ livello medio di potenza sonora per metro lineare di sorgente corretto in base al parametro Ψ funzione della superficie stradale e della velocità dei veicoli relativo al periodo di riferimento:

$$L_{Aw/m,\Psi} = L_{Aw/m} + \Psi$$

Mentre un'ulteriore correzione è fatta in relazione al periodo di misurazione k ed al periodo di riferimento p :

$$L_{Aw/m,\Psi} = 10 \lg \sum_k 10^{\frac{(L_{Aw/m,k} + \Psi)}{10}} \cdot \frac{h_k}{h_p}$$

dove h_k e h_p rappresentano rispettivamente la lunghezza del periodo di misurazione ed il periodo di riferimento (giorno, sera o notte) espressi in ore.

Infine il livello medio di potenza sonora L_{Awi} originato dalla sorgente elementare i -esima ottenuta dividendo ciascuna sezione della strada in numero prefissato di sorgenti puntuali, alle varie bande d'ottava j , è dato dalla seguente relazione:

$$L_{Awi} = L_{Aw/m,\Psi} + 20 + 10 \lg(l_i) + R(j)$$

dove l_i è la lunghezza della sorgente elementare i , e $R(j)$ è il fattore correttivo alla banda d'ottava j deducibile dalla tabella seguente.

Tabella II Parametri per il calcolo dell'emissione E

Light vehicles													
		Slope	v	E ₀	a	Δ _{10km/h}			Slope	v	E ₀	a	Δ _{10km/h}
Continuous fluid	Flat or Down		v < 44	29.4	0	0	Non-differentiated pulsed	Flat or Down		v < 40	34.0	-9.3	-0.8
			v ≥ 44	22.0	21.6	+1.9				40 ≤ v < 53	31.2	0	0
	Up		v < 43	37.0	-10.0	-0.9		Up		v < 43	37.0	-10.0	-0.9
			43 ≤ v < 80	32.1	4.8	+0.4				43 ≤ v < 80	32.1	4.8	+0.4
		v ≥ 80	22.0	21.6	+1.9			v ≥ 80	22.0	21.6	+1.9		
Pulsed Accelerated	Flat		v < 50	37.0	-10.0	-0.9	Pulsed Decelerated	Flat		v < 60	29.4	0	0
			50 ≤ v < 64	33.0	0	0				60 ≤ v < 100	13.0	34.3	+2.3
			v ≥ 64	22.0	21.6	+1.9				v ≥ 100	22.0	21.6	+1.9
	Up		v < 32	37.0	-10.0	-0.9		Up		v < 40	34.0	-9.3	-0.8
			v ≥ 32	34.0	5.2	+0.5				40 ≤ v < 53	31.2	0	0
			v < 40	34.0	-9.3	-0.8				v ≥ 53	22.0	21.6	+1.9
Down		40 ≤ v < 53	31.2	0	0	Down		v < 60	27.4	0	0		
		v ≥ 53	22.0	21.6	+1.9			v ≥ 60	11.3	33.8	+3.0		

Heavy vehicles													
		Slope	v	E ₀	a	Δ _{10km/h}			Slope	v	E ₀	a	Δ _{10km/h}
Continuous fluid	Flat or Down		v < 51	47.0	-10.3	-0.9	Non-differentiated pulsed	Flat or Down		v < 51	47.0	-10.3	-0.9
			51 ≤ v < 70	42.8	0	0				51 ≤ v < 70	42.8	0	0
	Up		v ≥ 70	32.3	19.4	+1.7		Up		v ≥ 70	32.3	19.4	+1.7
			v < 63	48.0	-10.4	-0.9				v < 63	48.0	-10.4	-0.9
		63 ≤ v < 70	42.8	0	0			63 ≤ v < 70	42.8	0	0		
		v ≥ 70	32.3	19.4	+1.7			v ≥ 70	32.3	19.4	+1.7		
Pulsed Accelerated	Flat or Down		v < 51	47.0	-10.3	-0.9	Pulsed Decelerated	Flat		v < 65	36.0	3.9	+0.3
			51 ≤ v < 70	42.8	0	0				v ≥ 65	16.7	41.7	+3.6
			v ≥ 70	32.3	19.4	+1.7				Up	v < 65	41.0	0
	Up		v < 63	48.0	-10.4	-0.9		Down		v ≥ 65	27.9	25.7	+2.2
			63 ≤ v < 70	42.8	0	0				v < 51	47.0	-10.3	-0.9
			v ≥ 70	32.3	19.4	+1.7				v ≥ 70	32.3	19.4	+1.7

Sound power level of an elementary source i in a given octave band j	$L_{Awi} = L_{Awi/m,\Psi} + 20 + 10 \lg(l_i) + R(j)$								
Length of elementary source line	Li	Length of the elementary source line resulting from the segmentation used for the calculation							
Spectral value for octave band j	R(j)	j	1	2	3	4	5	6	Normalised A-weighted octave band traffic noise spectrum calculated from third octave spectrum of ISO 1793-3
		Octave band (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	
		Value of R(j) in dB(A)	-14.5	-10.2	-7.2	-3.9	-6.4	-11.4	

Nella figura 4.1.1 è rappresentato un esempio del risultato di rappresentazione territoriale DGM e relativa mappatura acustica ottenuto per la SP15 (altezza 4 m).
Nella scala colorata dei livelli il territorio con colore bianco

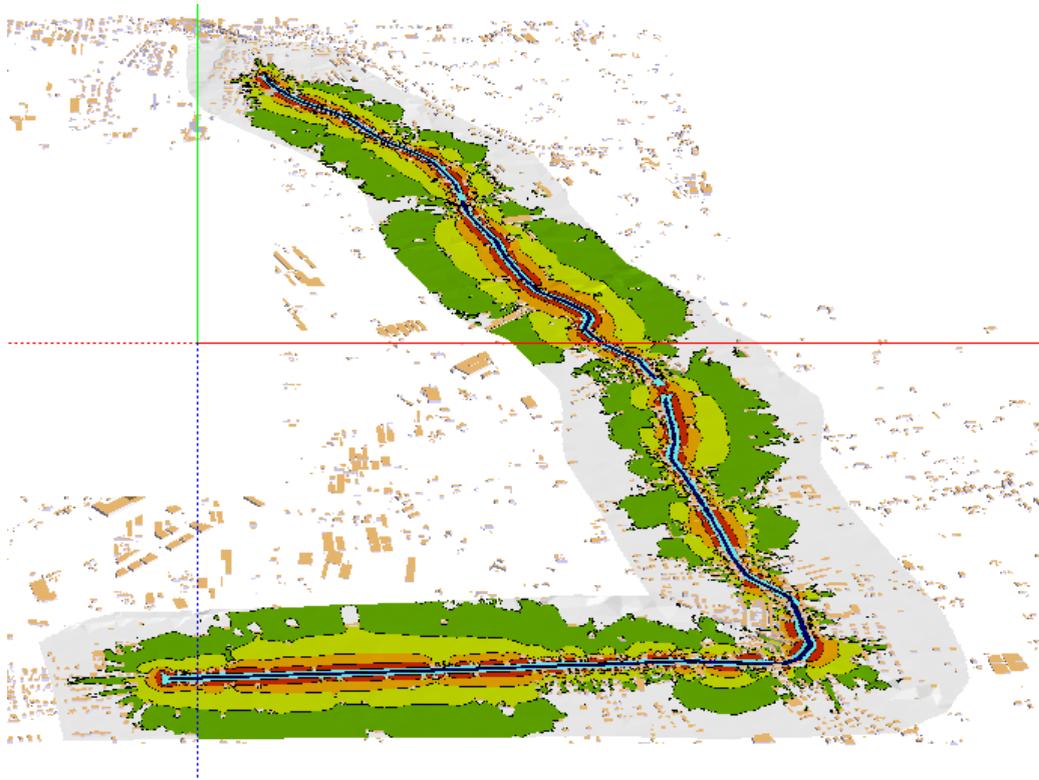


Figura 4.1.1 SOUNDPLAN 7.1 Mappa acustica SP15 - L_{den} a 4m di altezza dal suolo

4.2 Taratura del modello

Si è proceduto alla taratura del modello di emissione confrontando i livelli simulati con quelli misurati nelle postazioni di controllo in prossimità della linea di traffico, determinando l'equivalenza acustica fra i veicoli in transito sulla strada provinciale e quelli contenuti nel database di emissioni sonore utilizzato dallo standard di calcolo francese NMPB.

Il risultato del confronto è riportato nella Tabella III, dalla quale si evince che le differenze sono contenute entro valori ammissibili, con una retta di regressione di affidabilità $R^2 = 0,91$ (v. figura 4.2.1).

Si conferma inoltre che il modello di emissione associato allo standard NMPB tende a sovrastimare i valori misurati¹².

In generale, come si osserva in Tabella III, il livello simulato risulta in sovrastima con quello calcolato pertanto, nelle strade in esame, ai fini della taratura del modello di emissione si sono apportate le seguenti correzioni:

¹² Moran L., Casini D., Poggi A., *Fattori correttivi per i dati di emissione da utilizzare nei modelli previsionali di rumore stradale in ambito urbano*, in Atti del 32° Convegno Nazionale AIA, Ancona, 15-17 giugno 2005

- per scostamenti (differenza tra il livello simulato e quello misurato a bordo strada) pari o inferiori a 3 dB, non si sono apportate correzioni mantenendo quindi una sovrastima dei livelli simulati in termini cautelativi;
- per scostamenti superiori a 3 dB si è corretto l'emissione della sorgente di un fattore tale da riportare la differenza su circa 3 dB.

Tabella III Parametri inerenti la taratura del modello			
L _{eq} diurno (06-20)	valore misurato (dBA)	valore calcolato (dBA)	differenza valore calcolato/misurato (dBA)
SP 2			
Punto 1	71,2	72,1	+0,9
SP 5			
Punto 1	70.1	72.4	+2,3
Punto 2	70,7	71,9	+1,2
Punto 3	73,3	74,2	+0,9
SP 7			
Punto 1	70,6	70,5	-0,1
Punto 2	71,0	73,2	+2,2
Punto 3	68,4	69,8	+0,4
SP 14			
Punto 1	69,7	71,9	+2,2
SP 15			
Punto 1	67,1	70,1	+3,0
Punto 2	66,4	69,7	+3,3
SP 19			
Punto 1	69,4	71,4	+2,0
Punto 2	73,5	72,2	+1,3

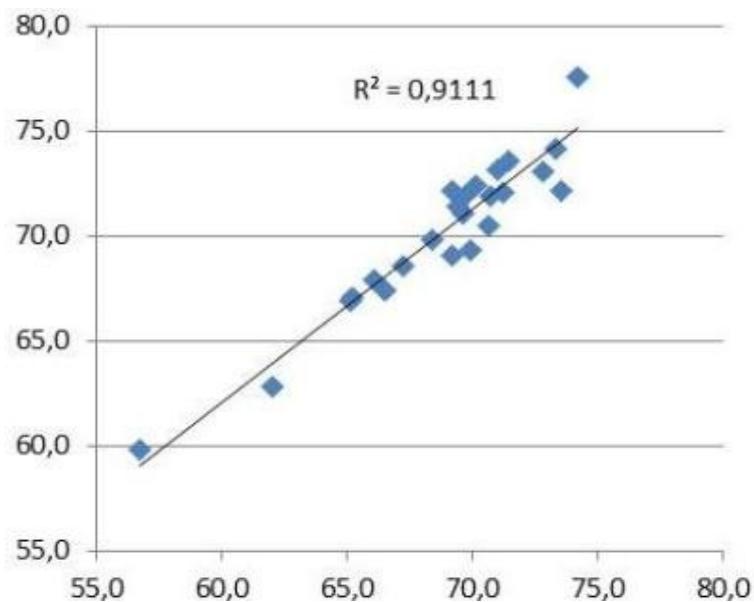


Figura 4.2.1 Retta di regressione per valori calcolati e misurati

5. Risultati della mappatura acustica

Nella prima fase descritta nella presente relazione sono stati illustrati strumenti e adottati nell'ambito dell'attività di monitoraggio acustico sulle strade della Provincia di Pistoia per la mappatura dei livelli sonori prodotti dal traffico stradale, nelle aree in prossimità delle strade extraurbane secondarie (riconducibili essenzialmente al tipo Cb).

In particolare, sono stati illustrati il modello di simulazione adottato, i relativi dati di input e gli elementi di maggior interesse delle procedure di calcolo adottate nelle diverse fasi di sviluppo dell'attività, riconducibili alla definizione della campagna di monitoraggio alle fasi di calibrazione e validazione del modello acustico, di generalizzazione dei criteri di modellazione applicabili a tutte le restanti infrastrutture di competenza della Provincia.

A partire dagli scenari oggetto di rilevazioni fonometriche e con i flussi veicolari misurati, utilizzando le impostazioni del modello di simulazione è stata prodotta la mappa acustica dei livelli L_{den} e L_{night} sulle strade esaminate così come richiesto dal D.lgs. 194/2005.

Innanzitutto preme sottolineare che il campo di indagine esteso a fasce territoriali di 300 m si è rivelato sufficiente per gli scopi dell'indagine, ovvero è stato possibile evidenziare le situazioni di criticità comprese sempre all'interno di tale fascia.

Infatti, come emerge dalla visione delle mappe, entro tale estensione territoriale non solo si trovano i livelli sonori maggiori sugli edifici direttamente esposti al rumore stradale, ma anche i livelli inferiori a 55 e 50 dBA, rispettivamente per i descrittori L_{den} e L_{night} .

Ciò costituisce un importante risultato considerato che si riducono notevolmente sia i tempi di calcolo delle simulazioni sia le estensioni di territorio interessate dalle infrastrutture in esame. L'esame delle mappe mostra che le riduzioni di rumore sulle facciate dello stesso edificio poste dalla parte opposta della strada assumono valori rilevanti che, a seconda dei casi, superano i livelli di circa 20 dB, individuando così quella che è definita dalle norme *facciata silenziosa*.

I risultati sono rappresentati nei grafici delle figure riportate nell'**Appendice 2** riportanti le curve di isolivello nell'intervallo L_{den} 55-65 dBA così come proposto dal Ministero dell'Ambiente .

Tutti i risultati dei calcoli del software Soundplan sono stati esportati in ambiente GIS al fine di consentire ai tecnici della Provincia di georeferenziare i vari livelli ed associare a ciascun edificio e alla relativa popolazione i corrispondenti livelli sonori.

Alla mappa acustica sono, pertanto, associati sia i livelli sonori sulla facciata più esposta al rumore da traffico (a 4 m di altezza dal suolo e a 2 m dalla facciata), sia, per ogni tratto di strada esaminato, il numero stimato di persone esposte ai vari intervalli di livelli L_{den} e L_{night} e la superficie totale esposta rispettivamente a livelli superiori a 55, 65 e 75 dBA.

Tali dati, nella seconda fase della ricerca, consentiranno la determinazione delle aree di intervento e del relativo indice di priorità (D.M.A. 29/11/2000), con la valutazione del superamento eseguita attribuendo per ogni singolo edificio il livello sonoro più elevato come sopra descritto.

Per quanto attiene alla possibilità di estrapolare informazioni per estendere la valutazioni a tipologie stradali simili a quelle esaminate, si può ritenere che le tarature del modello effettuate su un rilevante campione di assi stradali possa consentire, con sufficiente

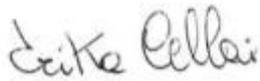
accuratezza, l'individuazione della popolazione e dei fabbricati potenzialmente esposti ai livelli sonori a partire dalle misurazioni dei flussi veicolari.

Prof. Gianfranco Cellai
(tecnico competente n° 30)



Alle attività ha partecipato
la Dott.ssa Erika Cellai ai sensi e per gli effetti
del DPCM del 31.03.98 relativo al tirocinio
per tecnico competente in acustica ambientale

in fede Erika Cellai



Allegati :

Appendice 1 Schede rilevazioni fonometriche

Appendice 2 Risultati delle simulazioni -Mappe acustiche

Appendice 3 Risultati sul numero delle persone sposte

APPENDICE 1

Schede rilevazioni fonometriche

Prof. Gianfranco Cellai
(Tecnico Competente n° 30
Elenco Regione Toscana)



Alle attività ha partecipato
la Dott.ssa Erika Cellai ai sensi e per gli effetti
del DPCM del 31.03.98 relativo al tirocinio
per tecnico competente in acustica ambientale

in fede Erika Cellai



Scheda delle rilevazioni fonometriche SP 02 Via Provinciale Pratese - posizione 1 (parcheggio osteria)			
Foto del punto di misura		Individuazione del punto di misura	
			
Data e Ora inizio della misura	18.06.2012 / 11.48 0 h 20' 55"		
Durata misura			
Condizioni meteorologiche	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve
Periodo	Diurno (06 -20)	Serale (20-22)	Notturmo (22-06)
Tempo di osservazione	10-12		
Livello equivalente (L_{Aeq})	71,2 dBA		
Livello massimo ($L_{F,max}$)	88,0 dBA		
Livello minimo ($L_{F,min}$)	45,4 dBA		
Livello statistico (L_{95})	50,7 dBA		
Transito veicoli (veicoli/h)			
leggeri	17 (48)		
medi	186 (533)		
pesanti	28 (80)		
Totale transiti	231 (661)		
Velocità media (km/h)	-		
Posizione microfono (m): altezza 1,5 m Distanza carreggiata 2 m			
Condizioni del manto stradale: normale			
Condizioni al contorno: strada aperta strada ad L strada ad U			
Note: Giorno festivo con apertura negozi, velocità media pari al limite di velocità della strada			
Tecnico rilevatore: Erika Cellai (Tirocinante); Gianfranco Cellai			

Scheda delle rilevazioni fonometriche SP 05 Montalese - posizione 1 – Pontenuovo, Via Bartolomeo Sestini n° 188			
Foto del punto di misura		Individuazione del punto di misura	
			
Data e Ora inizio della misura	14.06.2012 / 16.49		
Durata misura	0 ^h 17' 47"		
Condizioni meteorologiche	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve
Periodo	Diurno (06 -20)	Serale (20-22)	Notturmo (22-06)
Tempo di osservazione	10-12		
Livello equivalente (L_{Aeq})	70,0 dBA		
Livello massimo (L _{F,max})	89,9 dBA		
Livello minimo (L _{F,min})	41,7 dBA		
Livello statistico (L ₉₅)	49,7 dBA		
Transito veicoli (veicoli/h)			
leggeri	19 (64)		
medi	270 (911)		
pesanti	11 (37)		
Totale transiti	300 (2099)		
Velocità media (km/h)	50 km/h		
Posizione microfono (m): altezza 1,5 m Distanza carreggiata 3 m			
Condizioni del manto stradale: normale			
Condizioni al contorno: strada aperta		strada ad L	strada ad U
Note:			

<p align="center">Scheda delle rilevazioni fonometriche SP 05 Montalese - posizione 2 – Area Bambini Verde, Via Bartolomeo Sestini</p>			
Foto del punto di misura		Individuazione del punto di misura	
			
Data e Ora inizio della misura	14.06.2012 / 17.18		
Durata misura	0 ^h 31' 38"		
Condizioni meteorologiche	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve
Periodo	Diurno (06 -20)	Serale (20-22)	Notturmo (22-06)
Tempo di osservazione	10-12		
Livello equivalente (L_{Aeq})	70,7 dBA		
Livello massimo (L _{F,max})	89,0 dBA		
Livello minimo (L _{F,min})	36,6 dBA		
Livello statistico (L ₉₅)	46,7 dBA		
Transito veicoli (veicoli/h)			
leggeri	36 (68)		
medi	511 (969)		
pesanti	26 (49)		
Totale transiti	573 (1086)		
Velocità media (km/h)	50 km/h		
Posizione microfono (m): altezza 1,5 m Distanza carreggiata 2 m			
Condizioni del manto stradale: normale			
Condizioni al contorno: strada aperta strada ad L strada ad U			
Note:			
Tecnico rilevatore: Erika Cellai (Tirocinante); Gianfranco Cellai			

**Scheda delle rilevazioni fonometriche
SP 05 Montalese - posizione 3 – Santomoro**

Foto del punto di misura



Individuazione del punto di misura



Data e Ora inizio della misura	14.06.2012 / 17.30		
Durata misura	0 ^h 16' 19"		
Condizioni meteorologiche	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve
Periodo	Diurno (06 -20)	Serale (20-22)	Notturmo (22-06)
Tempo di osservazione	Dalle 16 alle 18		
Livello equivalente (L_{Aeq})	73,3 dBA		
Livello massimo (L _{F,max})	94,3 dBA		
Livello minimo (L _{F,min})	41,6 dBA		
Livello statistico (L ₉₅)	51,2 dBA		
Transito veicoli (veicoli/h)			
leggeri	24 (88)		
medi	270 (993)		
pesanti	15 (55)		
Totale transiti	309 (1136)		
Velocità media (km/h)	50 km/h		
Posizione microfono (m): altezza 1,5 m Distanza carreggiata 1 m			
Condizioni del manto stradale: normale			
Condizioni al contorno: strada aperta strada ad L strada ad U			
Note:			
Tecnico rilevatore: Erika Cellai (Tirocinante); Gianfranco Cellai			

Scheda delle rilevazioni fonometriche SP 07 Montale - posizione 1 –Agliaiana – Via Garibaldi			
Foto del punto di misura		Individuazione del punto di misura	
			
Data e Ora inizio della misura	15.06.2012 / 9.37		
Durata misura	0 h 20' 20"		
Condizioni meteorologiche	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve	-	-
Periodo	Diurno (06 -20)	Serale (20-22)	Notturmo (22-06)
Tempo di osservazione	Dalle 9 alle 12		
Livello equivalente (L_{Aeq})	70,6 dBA		
Livello massimo ($L_{F,max}$)	94,1 dBA		
Livello minimo ($L_{F,min}$)	47,7 dBA		
Livello statistico (L_{95})	51,0 dBA		
Transito veicoli (veicoli/h)			
leggeri	22 (65)		
medi	308 (909)		
pesanti	23 (68)		
Totale transiti	353 (1087)		
Velocità media (km/h)	50/60 km/h		
Posizione microfono (m): altezza 1,5 m Distanza carreggiata 2 m			
Condizioni del manto stradale: buono			
Condizioni al contorno: strada aperta ■ strada ad L strada ad U			
Note:			
Tecnico rilevatore: Erika Cellai (Tirocinante); Gianfranco Cellai			

Scheda delle rilevazioni fonometriche SP 07 Montale - posizione 2 –Agliaiana – Via Garibaldi			
Foto del punto di misura		Individuazione del punto di misura	
			
Data e Ora inizio della misura	15.06.2012 / 11.38		
Durata misura	0 h 15' 15"		
Condizioni meteorologiche	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve	-	-
Periodo	Diurno (06 -20)	Serale (20-22)	Notturmo (22-06)
Tempo di osservazione	Dalle 9 alle 12		
Livello equivalente (L_{Aeq})	71,0 dBA		
Livello massimo ($L_{F,max}$)	87,2 dBA		
Livello minimo ($L_{F,min}$)	43,7 dBA		
Livello statistico (L_{95})	50,8 dBA		
Transito veicoli (veicoli/h)			
leggeri	11 (43)		
medi	225 (885)		
pesanti	13 (51)		
Totale transiti	249 (979)		
Velocità media (km/h)	50 km/h		
Posizione microfono (m): altezza 1,5 m Distanza carreggiata 1,5 m			
Condizioni del manto stradale: buono			
Condizioni al contorno: strada aperta <input type="checkbox"/> strada ad L <input checked="" type="checkbox"/> strada ad U <input type="checkbox"/>			
Note:			
Tecnico rilevatore: Erika Cellai (Tirocinante); Gianfranco Cellai			

Scheda delle rilevazioni fonometriche SP 07 Montale - posizione 3 –Agliana – Via W.Tobagi			
Foto del punto di misura		Individuazione del punto di misura	
			
Data e Ora inizio della misura	15.06.2012 / 9.50		
Durata misura	0 ^h 15' 29"		
Condizioni meteorologiche	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve	-	-
Periodo	Diurno (06 -20)	Serale (20-22)	Notturmo (22-06)
Tempo di osservazione	Dalle 9 alle 12		
Livello equivalente (L_{Aeq})	68,4 dBA		
Livello massimo (L _{F,max})	85,5 dBA		
Livello minimo (L _{F,min})	38,5 dBA		
Livello statistico (L ₉₅)	41,7 dBA		
Transito veicoli (veicoli/h)			
leggeri	6 (23)		
medi	83 (321)		
pesanti	16 (62)		
Totale transiti	105 (406)		
Velocità media (km/h)	50/60 km/h		
Posizione microfono (m): altezza 1,5 m Distanza carreggiata 1,5 m			
Condizioni del manto stradale: buono			
Condizioni al contorno: strada aperta strada ad L strada ad U			
Note:			
Tecnico rilevatore: Erika Cellai (Tirocinante); Gianfranco Cellai			

**Scheda delle rilevazioni fonometriche
SP 14 Francesca Nord - posizione 1 — Via Francesca Nord (Loc. Colonna)**

Foto del punto di misura



Individuazione del punto di misura



Data e Ora inizio della misura	15.09.2011/ 8.55		
Durata misura	0 h 30' 15"		
Condizioni meteorologiche	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve	-	-
Periodo	Diurno (06 -20)	Serale (20-22)	Notturmo (22-06)
Tempo di osservazione	Dalle 8 alle 11		
Livello equivalente (L_{Aeq})	69,7 dBA		
Livello massimo (L _{F,max})	91,6 dBA		
Livello minimo (L _{F,min})	44,3 dBA		
Livello statistico (L ₉₅)	53,3 dBA		
Transito veicoli (veicoli/h)			
leggeri	10 (20)		
medi	386 (765)		
pesanti	23 (46)		
Totale transiti	419 (831)		
Velocità media (km/h)	50 km/h		
Posizione microfono (m): altezza 1,5 m Distanza carreggiata 1,5 m			
Condizioni del manto stradale: buono			
Condizioni al contorno: strada aperta <input type="checkbox"/> strada ad L <input checked="" type="checkbox"/> strada ad U <input type="checkbox"/>			
Note:			
Tecnico rilevatore: Erika Cellai (Tirocinante); Gianfranco Cellai			

Scheda delle rilevazioni fonometriche SP 15 Buggianese - posizione 1 – Chiesina U. nc. 85			
Foto del punto di misura		Individuazione del punto di misura	
			
Data e Ora inizio della misura	20.08.2012 / 17.46		
Durata misura	0 h 15'03"		
Condizioni meteorologiche	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve
Periodo	Diurno (06 -20)	Serale (20-22)	Notturmo (22-06)
Tempo di osservazione	Dalle 17 alle 19		
Livello equivalente (L_{Aeq})	67,1 dBA		
Livello massimo ($L_{F,max}$)	86,6 dBA		
Livello minimo ($L_{F,min}$)	43,4 dBA		
Livello statistico (L_{95})	46,0 dBA		
Transito veicoli (veicoli/h)			
leggeri	5 (20)		
medi	94 (376)		
pesanti	6 (24)		
Totale transiti	105 (420)		
Velocità media (km/h)	70 km/h		
Posizione microfono (m): altezza 1,5 m Distanza carreggiata 1,2 m			
Condizioni del manto stradale: normale			
Condizioni al contorno: strada aperta strada ad L strada ad U			
Note:			
Tecnico rilevatore: Erika Cellai (Tirocinante); Gianfranco Cellai			

**Scheda delle rilevazioni fonometriche
SP 15 Buggianese - posizione 2 – ItalPork Buggiano**

Foto del punto di misura



Individuazione del punto di misura



Data e Ora inizio della misura	20.08.2012 / 18.26		
Durata misura	0 ^h 15'52"		
Condizioni meteorologiche	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve
Periodo	Diurno (06 -20)	Serale (20-22)	Notturmo (22-06)
Tempo di osservazione	Dalle 18 alle 20		
Livello equivalente (L_{Aeq})	66,4 dBA		
Livello massimo (L _{F,max})	84,5 dBA		
Livello minimo (L _{F,min})	48,1 dBA		
Livello statistico (L ₉₅)	54,7 dBA		
Transito veicoli (veicoli/h)			
leggeri	14 (53)		
medi	198 (749)		
pesanti	8 (30)		
Totale transiti	220 (832)		
Velocità media (km/h)	50 km/h		
Posizione microfono (m): altezza 1,5 m Distanza carreggiata 3,2 m			
Condizioni del manto stradale: normale			
Condizioni al contorno: strada aperta strada ad L strada ad U			
Note:			
Tecnico rilevatore: Erika Cellai (Tirocinante); Gianfranco Cellai			

Scheda delle rilevazioni fonometriche SP 19 Quarrata-Casalguidi - posizione 1 – Manema Lampadari, V.le Europa n° 95			
Foto del punto di misura		Individuazione del punto di misura	
			
Data e Ora inizio della misura	15.06.2012 / 11.05		
Durata misura	0 h 15' 25"		
Condizioni meteorologiche	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve	-	-
Periodo	Diurno (06 -20)	Serale (20-22)	Notturmo (22-06)
Tempo di osservazione	Dalle 9 alle 12		
Livello equivalente (L_{Aeq})	69,4 dBA		
Livello massimo (L _{F,max})	85,2 dBA		
Livello minimo (L _{F,min})	44,0 dBA		
Livello statistico (L ₉₅)	48,9 dBA		
Transito veicoli (veicoli/h)			
leggeri	12 (47)		
medi	169 (658)		
pesanti	15 (58)		
Totale transiti	392 (763)		
Velocità media (km/h)	60 km/h		
Posizione microfono (m): altezza 1,5 m Distanza carreggiata 6 m			
Condizioni del manto stradale: buono			
Condizioni al contorno: strada aperta ___ strada ad L strada ad U			
Note:			
Tecnico rilevatore: Erika Cellai (Tirocinante); Gianfranco Cellai			

Scheda delle rilevazioni fonometriche			
SP 19 Quarrata-Casalguidi - posizione 2 – Santonovo - Viale Europa n° 337			
Foto del punto di misura		Individuazione del punto di misura	
			
Data e Ora inizio della misura	15.06.2012 / 15.38		
Durata misura	0 h 20' 28"		
Condizioni meteorologiche	Sereno, in assenza di vento, nebbia e neve	-	-
Periodo	Diurno (06 -20)	Serale (20-22)	Notturmo (22-06)
Tempo di osservazione	Dalle 14 alle 17		
Livello equivalente (L_{Aeq})	72,2 dBA		
Livello massimo (L _{F,max})	91,8 dBA		
Livello minimo (L _{F,min})	37,3 dBA		
Livello statistico (L ₉₅)	46,2 dBA		
Transito veicoli (veicoli/h)			
leggeri	13 (38)		
medi	238 (698)		
pesanti	34 (100)		
Totale transiti	285 (836)		
Velocità media (km/h)	50 km/h		
Posizione microfono (m): altezza 1,5 m Distanza carreggiata 2,5 m			
Condizioni del manto stradale: buono			
Condizioni al contorno: strada aperta ___ strada ad L strada ad U			
Note:			
Tecnico rilevatore: Erika Cellai (Tirocinante); Gianfranco Cellai			

APPENDICE 2

Risultati delle simulazioni Mappe acustiche L_{den} e L_{night}

Prof. Gianfranco Cellai
(Tecnico Competente n° 30
Elenco Regione Toscana)



Alle attività ha partecipato
la Dott.ssa Erika Cellai ai sensi e per gli effetti
del DPCM del 31.03.98 relativo al tirocinio
per tecnico competente in acustica ambientale

in fede Erika Cellai



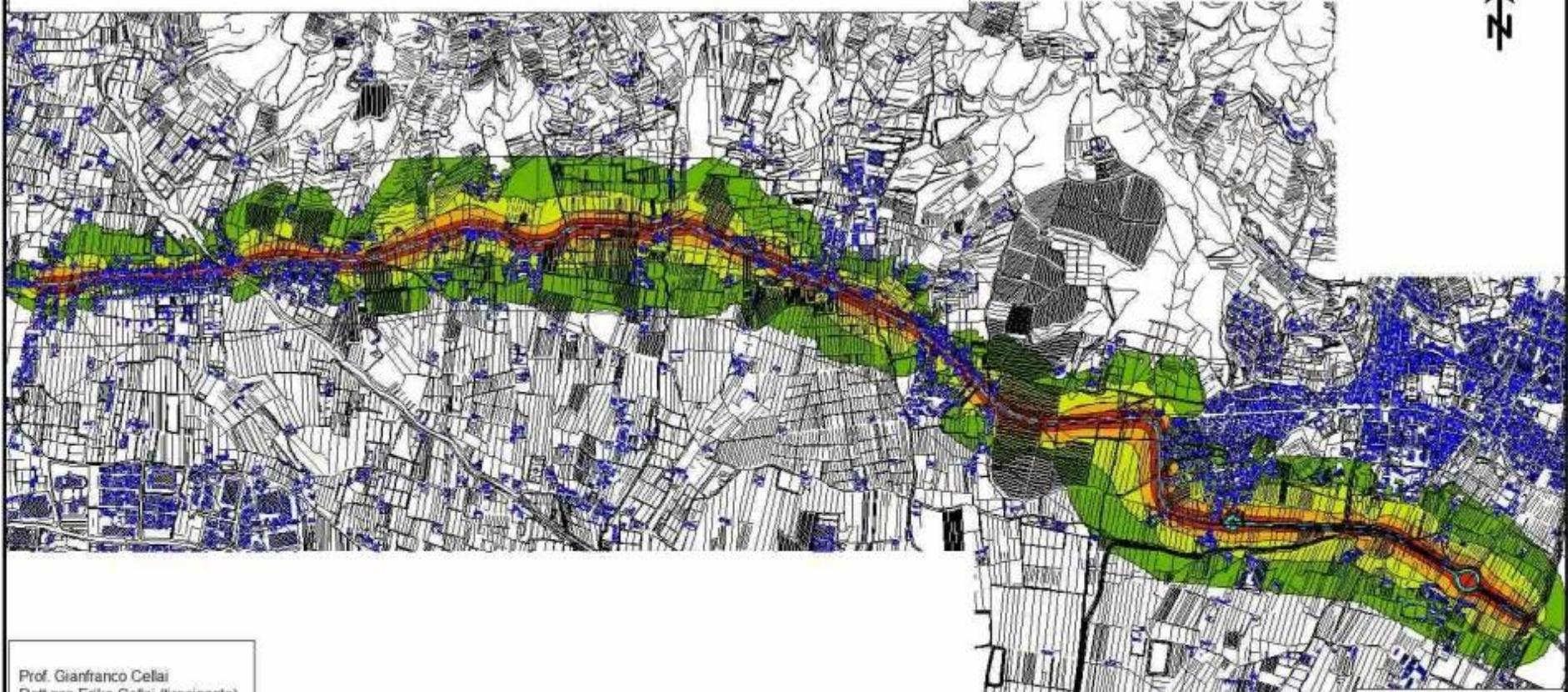
Agliana SP2
Via Pratese Mappa del rumore Lden a 4 m di altezza



Agliana SP2
Via Pratese Mappa del rumore Lnight a 4 m di altezza



Montalese SP5 Mappa del rumore Lden a 4m di altezza



Prof. Gianfranco Cellai
Dott.ssa Erika Cellai (tirocinante)

Segni e simboli

- Linea emissione
- ▨ Edificio principale
- Punto ricevitore
- Area calcolo rumore

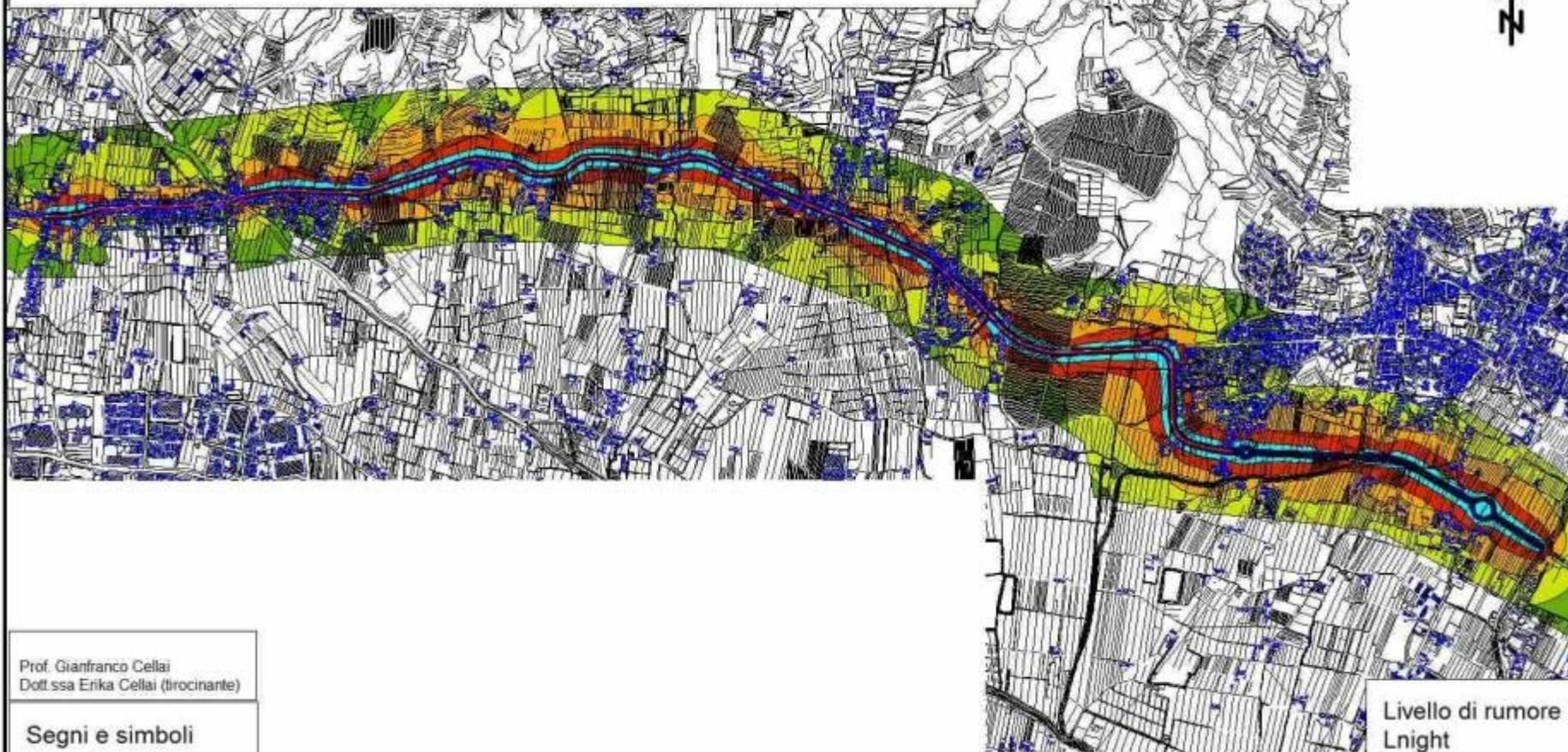
Scala 1:25000



Livello di rumore
Lden
in dB(A)

< 50	Green	< 55
50 <=	Light Green	< 60
55 <=	Yellow	< 65
60 <=	Orange	< 70
65 <=	Red	< 75
70 <=	Dark Red	< 75
75 <=	Blue	< 75

Montalese SP5 Mappa del rumore Lnight a 4m di altezza



Prof. Gianfranco Cellai
Dott.ssa Erika Cellai (Irocinante)

Segni e simboli

- Linea emissione
- ▨ Edificio principale
- Punto ricevitore
- Area calcolo rumore

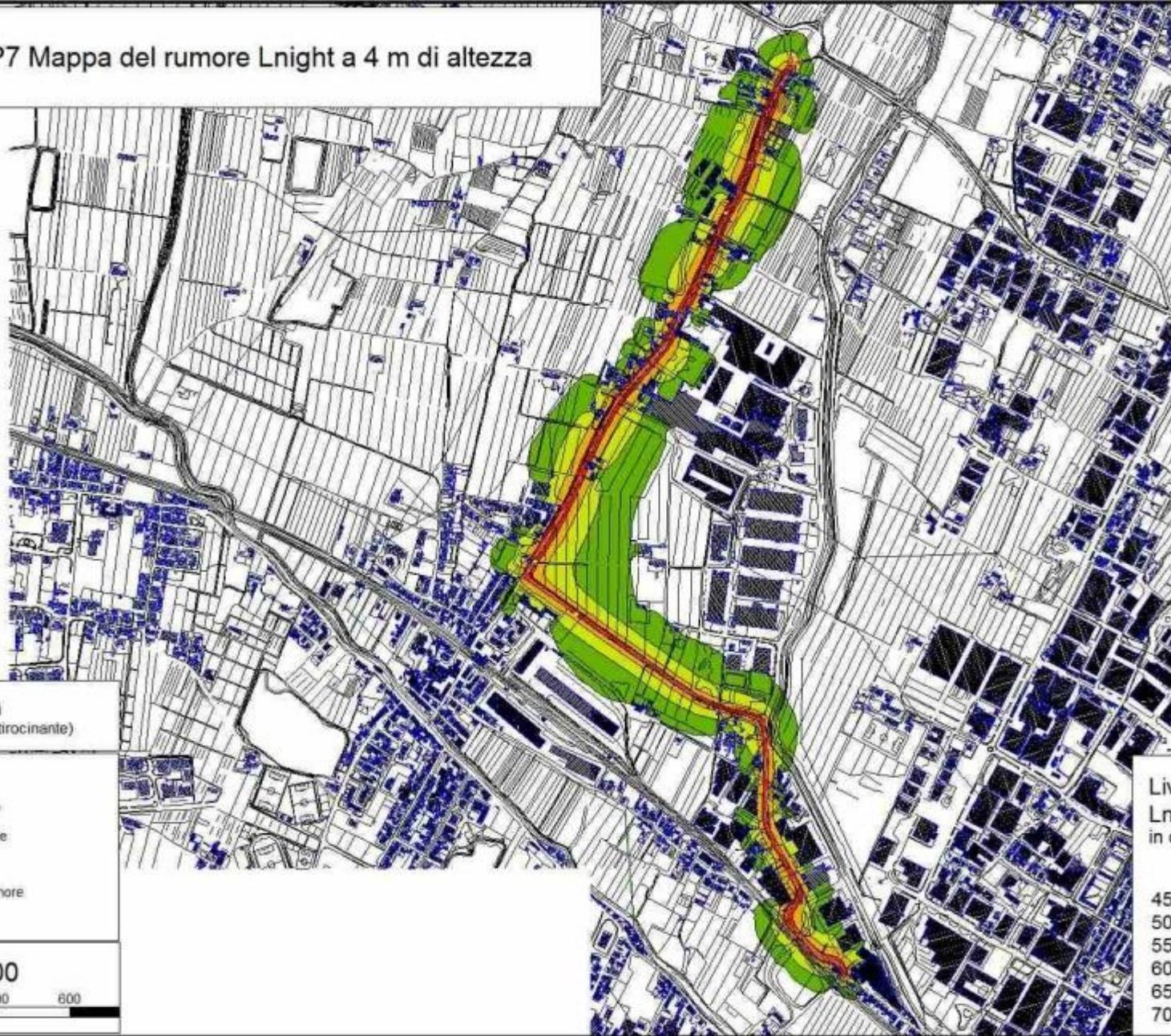
Scala 1:25000

0 125 250 500 750 1000

Livello di rumore
Lnight
in dB(A)

45 <=	< 45
50 <=	< 50
55 <=	< 55
60 <=	< 60
65 <=	< 65
70 <=	< 70

Agliana SP7 Mappa del rumore Lnight a 4 m di altezza



Prof. Gianfranco Cellai
Dott.ssa Erika Cellai (tirocinante)

Segni e simboli

- Linea emissione
- Edificio principale
- Punto ricevitore
- Area calcolo rumore

Scala 1:15000

0 100 200 400 600

Livello di rumore
Lnight
in dB(A)

< 45	< 50
45 <=	< 55
50 <=	< 60
55 <=	< 65
60 <=	< 70
65 <=	< 70
70 <=	< 70

SP 14 Francesca Nord Mappa del rumore Lden a 4 m di altezza



Prof. Gianfranco Cellai
Dott.ssa Erika Cellai (Tirocinante)

Segni e simboli

-  Edificio principale
-  Asse strada
-  Linea emissione
-  Superficie

Scala 1:1500



Livello di rumore Lden in dB(A)

< 50	
50 <=	
55 <=	
60 <=	
65 <=	
70 <=	
75 <=	

SP 14 Francesca Nord Mappa del rumore Lnight a 4 m di altezza



Prof Gianfranco Cellai
Dott.ssa Erika Cellai (Tirocinante)

Segni e simboli

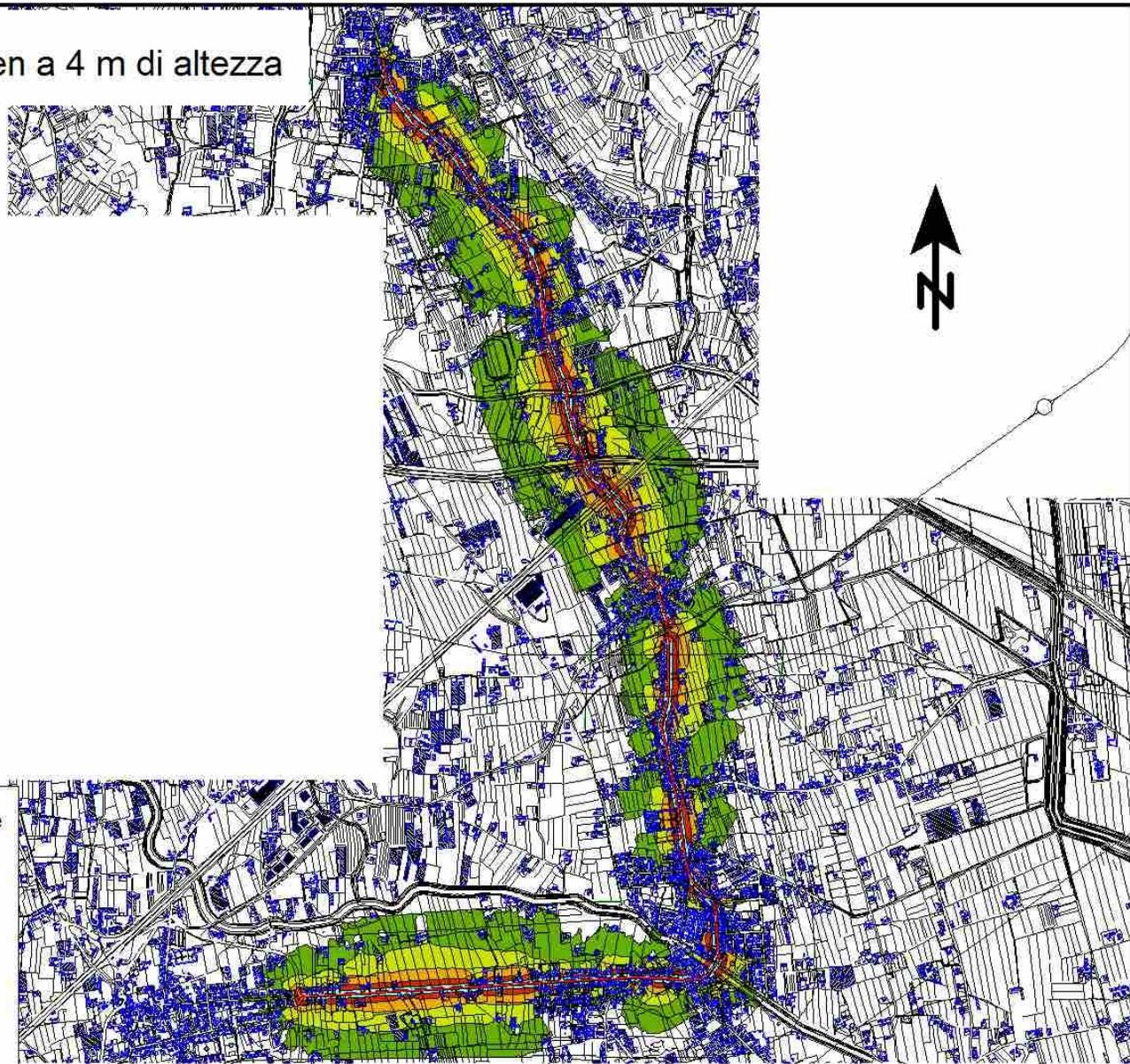
-  Edificio principale
-  Asse strada
-  Linea emissione
-  Superficie

Scala 1:1500


Livello di rumore Lden in dB(A)

45 <=	< 45
50 <=	< 50
55 <=	< 55
60 <=	< 60
65 <=	< 65
70 <=	< 70

SP 15 Mappa del rumore Lden a 4 m di altezza



Segni e simboli

- Linea emissione
- Edificio principale
- Punto ricevitore
- Area calcolo rumore

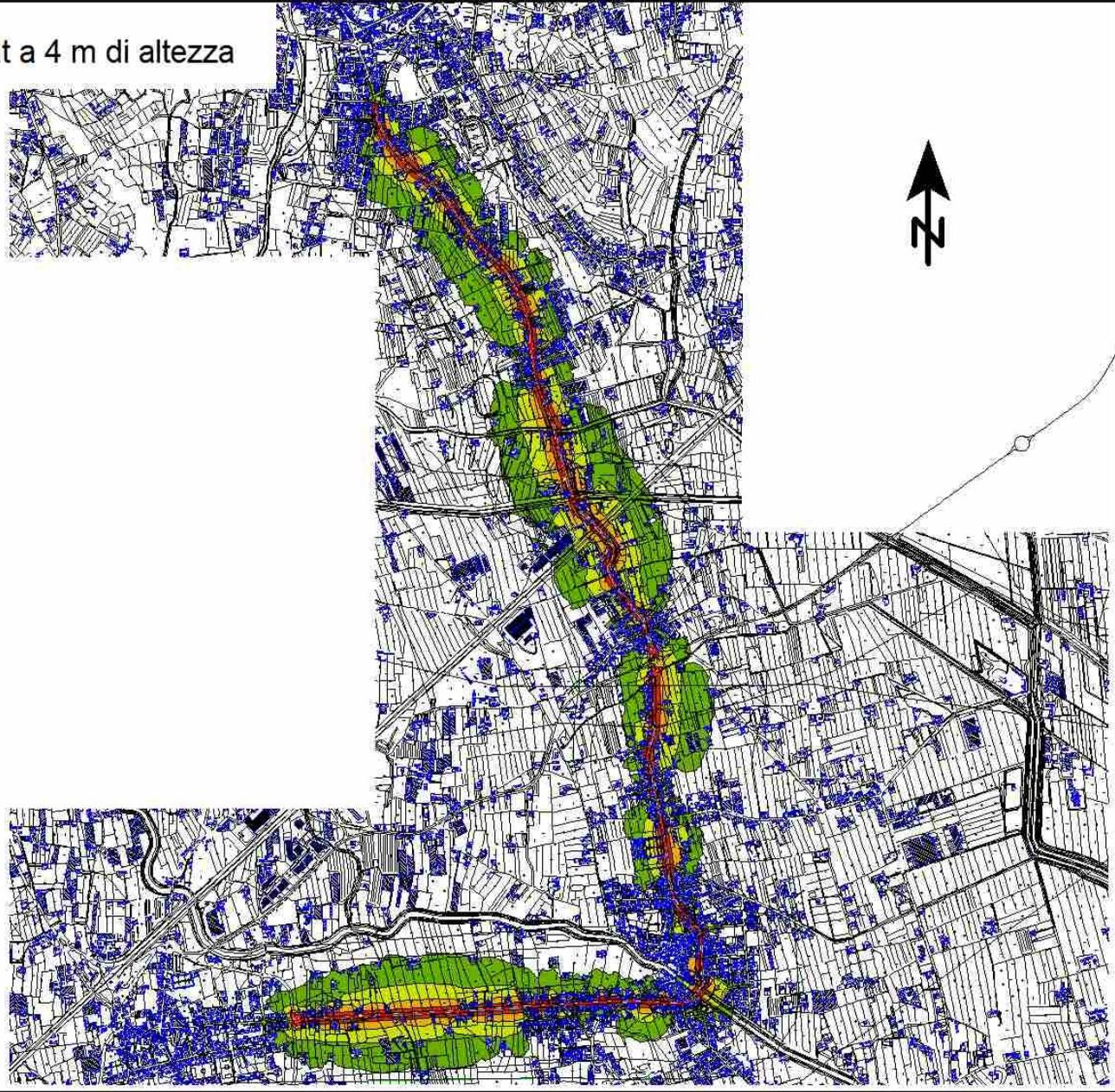
Livello di rumore Lden in dB(A)

<= 50
50 < <= 55
55 < <= 60
60 < <= 65
65 < <= 70
70 < <= 75
75 <

Scala 1:25000



SP 15 Mappa del rumore Lnight a 4 m di altezza



Segni e simboli

- Linea emissione
- Edificio principale
- Punto ricevitore
- Area calcolo rumore

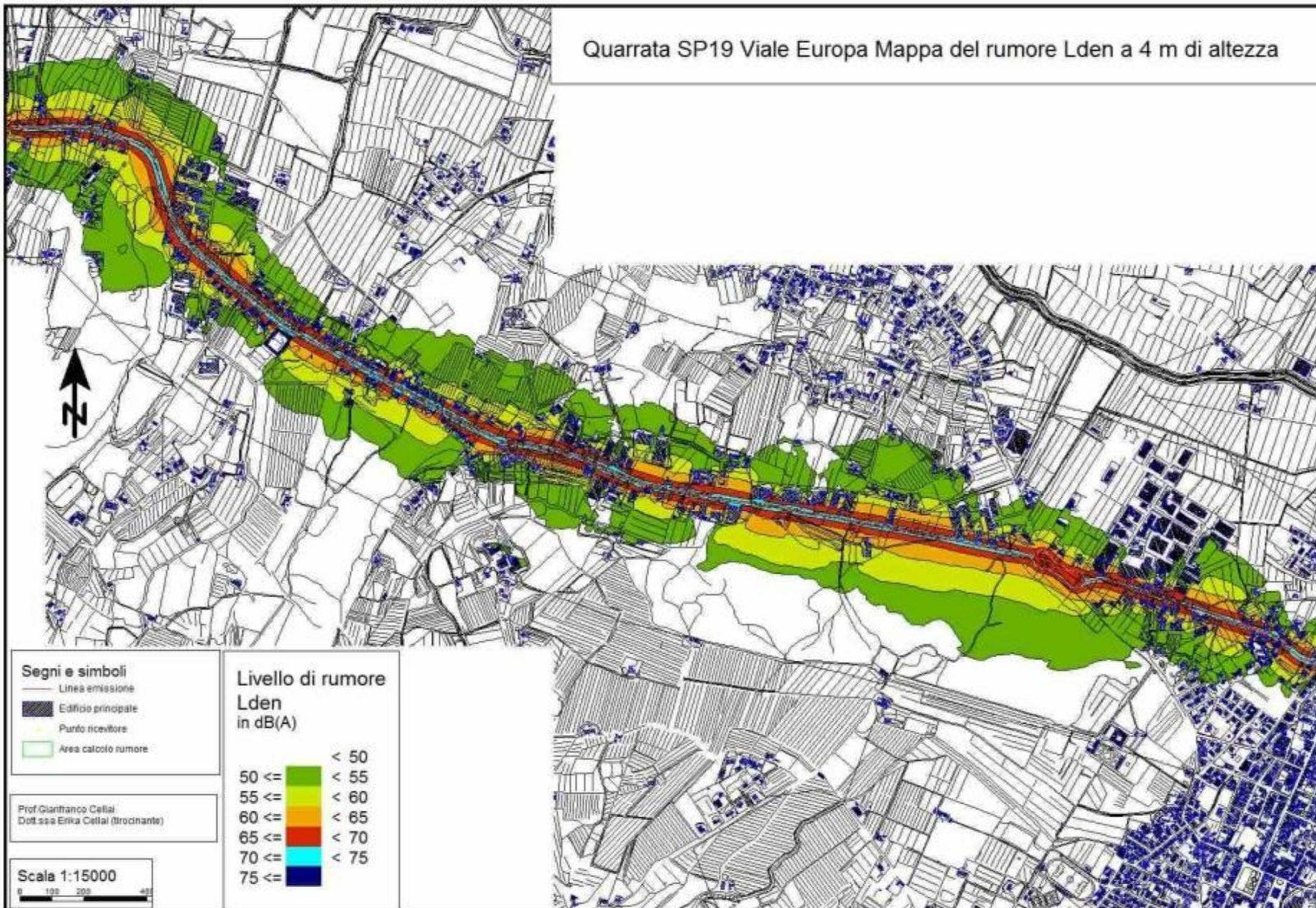
Scala 1:25000

0 125 250 500 750 1000

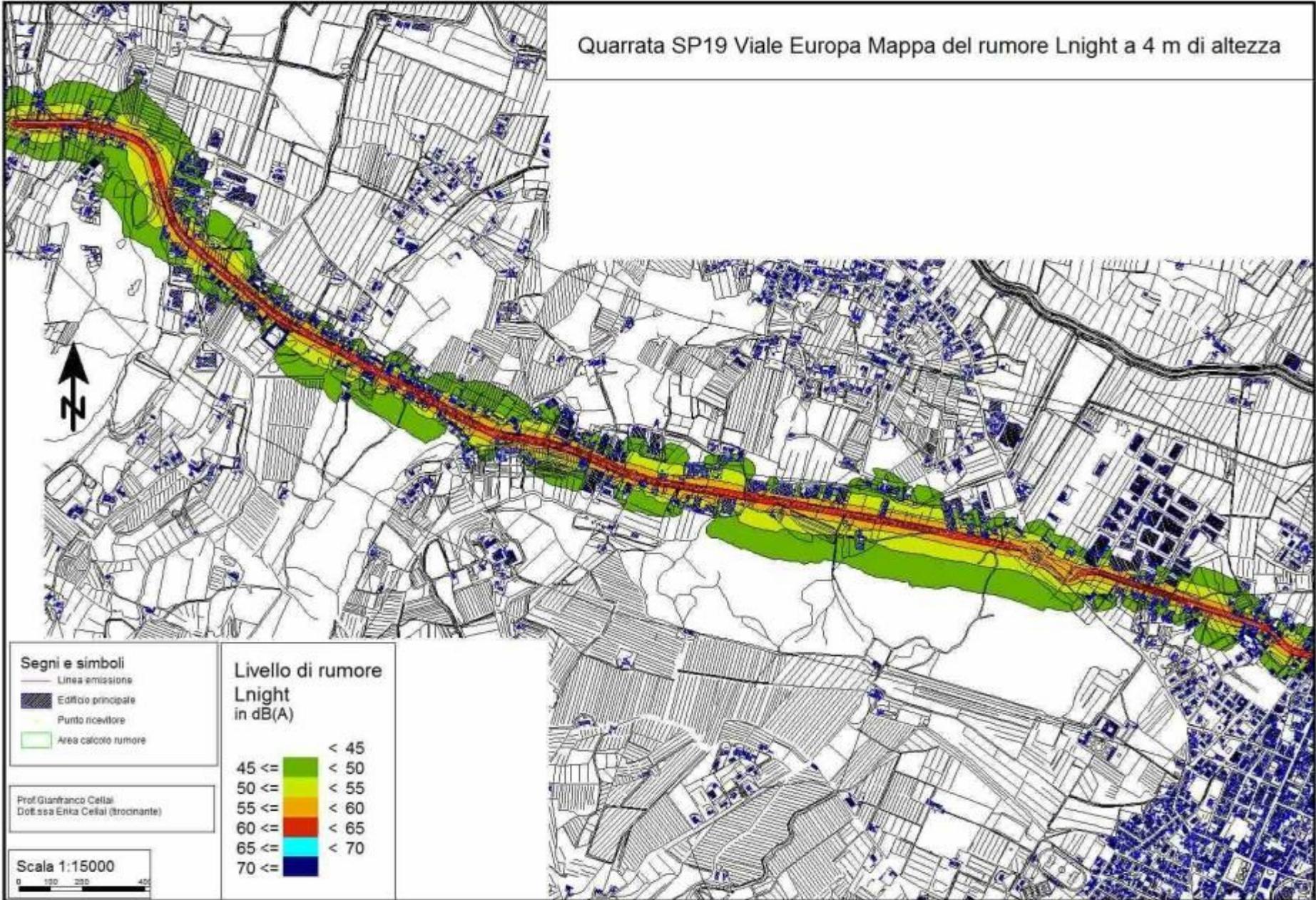
Livello di rumore Lnight in dB(A)

<= 45	Green
45 < <= 50	Light Green
50 < <= 55	Yellow
55 < <= 60	Orange
60 < <= 65	Red
65 < <= 70	Cyan
70 <	Blue

Quarrata SP19 Viale Europa Mappa del rumore Lden a 4 m di altezza



Quarrata SP19 Viale Europa Mappa del rumore Lnight a 4 m di altezza



**APPENDICE 3 - Risultati sul numero delle
persone esposte ai seguenti intervalli di livello
d'inquinamento acustico:
di Lden (dB) 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75
e di L_{night} (dB) 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70**

SP 2- 5 -7-14-15-19

**Ing. Alessandro Silvietti
(Funzionario Tecnico della
Provincia di Pistoia)**

Alle attività hanno partecipato:
Ligia del Pilar Montalvo
Geom. Federico Anzuini
Ing. Iacopo Mazzoni

Tabella - Riebilogo dei risultati sulla popolazione esposta (N° persone arrotondate a 100)

	L _{den}						L _{night}											
	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	>75	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	>70						
SP019	400	200	300	400	300	0	200	300	400	300	0	0						
SP007	200	100	100	200	100	100	200	200	200	100	100	0						
SP015	1600	1000	500	300	1000	300	1400	700	300	500	900	0						
SP005	1100	700	300	200	500	200	400	1100	900	400	400	700						
SP014	100	0	0	0	100	0	100	0	0	0	0	0						
SP002	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0	0						
	Popolazione esposta a livelli L _{den} superiori a						<p>La stima del numero totale di persone, arrotondato al centinaio, che occupano abitazioni situate al di fuori degli agglomerati ed esposte agli intervalli di livello d'inquinamento acustico seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • di Lden, a 4 m di altezza e sulla facciata più esposta (dB): 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 • di Lnight, a 4 m di altezza e sulla facciata più esposta (dB): 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 <p>è stata effettuato prendendo in considerazione la densità abitativa per mq di superficie residenziale per ogni Comune della Provincia di Pistoia, ottenuta da dati ISTAT raccolti nel Censimento della Popolazione 2001 che è stata moltiplicata per la superficie in pianta dei fabbricati all'interno delle zone mappate per i vari valori d'intervallo di livello di inquinamento. I fabbricati che sono stati selezionati ed identificati tra tutti gli edifici come quelli a cui corrispondeva il codice 201 corrispondente ad edificio residenziale così come codificato nella Carta Tecnica della Regione Toscana in scala 1:10000.</p> <p>Per determinare il numero delle persone esposte all'interno di ricettori sensibili, siano questi di tipo scolastico che socio-sanitario, si è fatto riferimento a dati forniti dall'Osservatorio Scolastico Provinciale o direttamente dalla Azienda USL 3 di Pistoia.</p>											
	>55	>65	>75															
SP019	1100	600	0															
SP007	700	400	100															
SP015	3100	1600	300															
SP005	2000	900	200															
SP014	100	100	0															
SP002	200	100	0															
	Superficie territorio (Km ²) esposta a livelli L _{den} superiori a																	
	>55	>65	>75															
SP019	0.863	0.269	0.009															
SP007	0.541	0.136	0.001															
SP015	1.386	0.381	0.067															
SP005	1.865	0.451	0.052															
SP014	0.017	0.006	0.001															
SP002	0.082	0.022	0.002															
	n° abitazioni																	
SP019	200	100	0															
SP007	100	0	0															
SP015	600	300	0															
SP005	300	200	0															
SP014	0	0	0															
SP002	0	0	0															