



MAPPATURA ACUSTICA

delle Strade Provinciali

«asse stradale principale»

(infrastruttura con più di 3.000.000 di veicoli/anno)

(Direttiva 2002/49/CE)

Report di Sintesi

Soggetto Responsabile

PROVINCIA DI LUCCA
Area di Coordinamento Territorio
ed Infrastrutture

Piazza Napoleone, 1
LUCCA

Codice identificativo delle infrastrutture:

001 / 002 / 003 / 004 / 005 / 006 / 007 / 008 / 009 / 010

Nome infrastrutture:

SP2 / SP20 / SP3 / SP26 / SP29 / SP23 / SP24 / SP1 /
SP9 / SP68

Regione di appartenenza:

Toscana

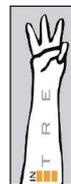
Comuni interessati:

Lucca, Borgo a Mozzano, Bagni di Lucca, Coreglia Anteminelli, Galliciano, Barga,
Molazzana, Capannori, Porcari, Camaiore, Massarosa, Viareggio, Seravezza,
Pietrasanta, Forte dei Marmi

File name:

IT_a_DF8_2012_Roads_0039_Report

Team di Progettazione



STUDIO INTRE

Via di Tiglio, 1415
55100 Lucca
www.studiointre.it
info@studiointre.it

Dott. Ing. Daniele Pardini
Dott. Ing. Valerio Marchini
Dott. Ing. Matteo Lucchesi



VIE EN.RO.SE. Ingegneria

Via Stradivari, 19
50127 Firenze
www.vienrose.it
acustica@vienrose.it

Dott. Ing. Sergio Luzzi
Dott. Ing. Francesco Borchi
Dott.ssa Raffaella Bellomini
Dott. Ing. Andrea Falchi
Dott. Ing. Sara Recenti
Dott. Arch. Rossella Natale

Revisione	Data	Formato	Scala
Rev. 01	29/06/2012	A4 (*.pdf)	-
Rev. 02	03/09/2012	A4 (*.pdf)	-



INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
2.	RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI	8
3.	DESCRIZIONE DELLA INFRASTRUTTURA STRADALE	9
3.1	SEZIONI ACUSTICAMENTE OMOGENEE	9
3.2	MONITORAGGIO ACUSTICO E DEI FLUSSI DI TRAFFICO	11
3.3	FASCE DI PERTINENZA ACUSTICA	11
4.	BASE DATI PER LA MODELLAZIONE	14
4.1	MODELLO DIGITALE DEL TERRENO	14
4.2	MODELLAZIONE DEGLI EDIFICI	14
4.3	DATO DI POPOLAZIONE	15
4.4	SORGENTE "TRAFFICO STRADALE"	15
4.5	DATI INTEGRATIVI PER LA MODELLAZIONE	15
5.	COSTRUZIONE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE	16
5.1	SOFTWARE E STANDARD DI CALCOLO UTILIZZATI	16
5.2	CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLA SORGENTE "TRAFFICO STRADALE" NEL MODELLO NMPB	17
5.2.1	<i>Fase di calibrazione del modello</i>	18
5.2.2	<i>Fase di validazione del modello</i>	20
5.2.3	<i>Simulazione acustica dell'intera infrastruttura</i>	20
6.	CALIBRAZIONE E VALIDAZIONE DEL MODELLO ACUSTICO	23
6.1	CALIBRAZIONE DEL MODELLO DI EMISSIONE	23
6.2	VALIDAZIONE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE	25
7.	SIMULAZIONI ACUSTICHE	27
8.	SINTESI DEI RISULTATI	28
9.	CONCLUSIONI	37



STUDIO INTRE



VIE EN.RO.SE.
Ingegneria S.r.l



PROVINCIA DI
LUCCA

1. INTRODUZIONE

Il presente Report di Sintesi descrive le attività di costruzione del modello di propagazione del rumore e di stesura della mappatura acustica che la Provincia di Lucca ha affidato alla società STUDIO INTRE, la quale si è avvalsa della collaborazione della società VIE. EN. RO. SE. Ingegneria S.r.l.

Oggetto del presente lavoro è l'insieme delle attività necessarie per la realizzazione della Mappatura Acustica delle infrastrutture principali extraurbane identificate, ai sensi dell'Art. 2 c. d del D. Lgs 194/2005, come «asse stradale principale» (infrastruttura stradale su cui transitano ogni anno più di 3.000.000 di veicoli) dalla Regione Toscana, in risposta agli adempimenti di legge relativi alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.

Le infrastrutture stradali per le quali viene predisposta la mappatura acustica sono la seguenti:

- ✓ **UnRoad_ID: 001** – SP 2 “Ludovica” (intero tratto provinciale dal km 0+000 al km 17+710);
- ✓ **UnRoad_ID: 002** – SP 20 “Calavorno Campia” (intero tratto provinciale dal km 0+000 al km 13+298);
- ✓ **UnRoad_ID: 003** – SP 3 “Lucchese Romana” (tratto tra il bivio con la SP61 e il passaggio a livello di Altopascio dal km 5+800 al km 8+600);
- ✓ **UnRoad_ID: 004** – SP 26 “Sottomonte” (intero tratto provinciale dal km 0+000 al km 7+019);
- ✓ **UnRoad_ID: 005** – SP 29 “Marlia” (intero tratto provinciale dal km 0+000 al km 6+074);
- ✓ **UnRoad_ID: 006** – SP 23 “Romana” (inizio centro abitato di Lucca alla Rotatoria Ginesi dal km 1+050 al km 7+210);
- ✓ **UnRoad_ID: 007** – SP 24 “Sant’Alessio” (intero tratto provinciale dal km 0+000 al km 5+561);
- ✓ **UnRoad_ID: 008** – SP 1 “Francigena” (tratto dal bivio di Camaione all'inizio del centro abitato di Viareggio, dal km 0+000 al km 5+300);
- ✓ **UnRoad_ID: 009** – SP 9 “Marina” (tratto dal Ponte Foggi al bivio SP 68, dal km 7+550 al km 10+450);
- ✓ **UnRoad_ID: 010** – SP68 “Variante Querceta” (intero tratto provinciale dal km 0+000 al km 1+368).

Il presente lavoro è stato realizzato dal seguente team di lavoro:

- ✓ STUDIO INTRE: Dott. Ing. Daniele Pardini, tecnico competente in acustica ambientale n. 79 della Provincia di Lucca;
- ✓ STUDIO INTRE: Dott. Ing. Valerio Marchini;
- ✓ STUDIO INTRE: Dott. Ing. Matteo Lucchese;
- ✓ VIE EN.RO.SE. Ingegneria S.r.l: Dott. Ing. Sergio Luzzi, tecnico competente in acustica ambientale n. 67 della Regione Toscana, esperto qualificato di livello 3 CICIPND in Acustica Suono e Vibrazioni n. 150/ASV;



- ✓ VIE EN.RO.SE. Ingegneria S.r.l: Dott. Ing. Francesco Borchì, tecnico competente in acustica ambientale n. 38 della Provincia di Firenze;
- ✓ VIE EN.RO.SE. Ingegneria S.r.l: Dott. Ing. Andrea Falchi, tecnico competente in acustica ambientale n. 120 della Provincia di Firenze;
- ✓ VIE EN.RO.SE. Ingegneria S.r.l: Dott. Ing. Sara Recenti, tecnico competente in acustica ambientale n. 138 della Provincia di Firenze;
- ✓ VIE EN.RO.SE. Ingegneria S.r.l: Dott. Arch. Rossella Natale, tecnico competente in acustica ambientale della Regione Campania.

L'attività si compone delle seguenti fasi.

- ✓ Individuazione delle fasce di pertinenza acustica delle infrastrutture oggetto di mappatura; l'ampiezza della fascia di pertinenza, come previsto dal D.P.R. 142/2004, è stata definita sulla base della tipologia di infrastruttura stradale, fornita dall'amministrazione provinciale.
- ✓ Analisi dei dati ISTAT relativi alle unità di censimento interessate dal corridoio di impatto.
- ✓ Individuazione dei ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura e case di riposo) all'interno di una fascia avente ampiezza raddoppiata rispetto a quella di pertinenza.
- ✓ Suddivisione delle infrastrutture stradali oggetto di mappatura in sezioni ritenute acusticamente omogenee ovvero con caratteristiche simili a livello dimensionale (analoga larghezza della strada) e dei flussi di traffico.
- ✓ Svolgimento di una campagna di conteggio dei flussi di traffico di lunga durata effettuata in corrispondenza delle 10 infrastrutture strade oggetto di mappatura.
- ✓ Svolgimento di una campagna di monitoraggio del rumore, effettuata in corrispondenza di ciascuna delle infrastrutture SP 2 "Ludovica" e SP 29 "Marlia", svolte in postazioni fonometriche denominate PR (ubicate in prossimità di un edificio-ricettore ed aventi durata almeno 3 giorni comprendendo nel periodo di misura un giorno feriale, un giorno prefestivo ed un giorno festivo).
- ✓ Svolgimento di una campagna di monitoraggio del rumore, effettuata in opportune sezioni scelte in corrispondenza di ciascuna delle 10 strade oggetto della presente mappatura e svolte nelle seguenti tipologie di postazioni fonometriche: postazioni PS (ubicate in prossimità della sorgente, ed aventi durata di alcune ore), postazioni SPOT (di durata di circa 30 minuti, eseguite in contemporanea alle misurazioni nelle postazioni PS, per la caratterizzazione dell'emissione acustica nei diversi tratti di strada). Contestualmente alle misurazioni fonometriche in PS e SPOT, sono stati eseguiti rilievi manuali dei flussi di traffico: tali conteggi sono stati effettuati al fine di garantire una corrispondenza tra il dato di rumore e quello emissivo della sorgente acustica, e per permettere il confronto con i conteggi dei flussi di traffico di lunga durata.

- ✓ Costruzione ed implementazione del modello di simulazione acustica negli scenari di studio: per i calcoli è stato impiegato il package software SoundPLAN versione 7.1. Il software utilizza algoritmi di calcolo tipo “ray-tracing” e implementa, tra le varie norme, il metodo di calcolo francese NMPB - Routes - 96. Il metodo NMPB è lo standard utilizzato nel caso di interesse, in cui le sorgenti di studio sono infrastrutture stradali. Tale scelta recepisce le indicazioni della Direttiva Europea 2002/49/CE che, nell'allegato II, raccomanda il NMPB - Routes - 96 e la norma tecnica francese XP S31-133 per la modellizzazione del rumore da traffico stradale.
- ✓ Calibrazione del modello di propagazione acustica, mediante due distinte fasi:
 - taratura del modello acustico, effettuata mediante il confronto tra i valori misurati nelle postazioni PS e SPOT e quelli calcolati dal software. In particolare, la postazione PS e le postazioni SPOT vengono utilizzate per la taratura del modello di emissione in riferimento ai diversi tratti omogenei di interesse. In questa fase sono stati determinati i coefficienti di taratura per ciascuno scenario di studio al fine di garantire la rispondenza tra dati misurati e dati simulati;
 - validazione del modello, effettuata mediante il confronto tra i valori misurati nelle postazioni PR e quelli calcolati dal software: le simulazioni, in questa fase, sono state effettuate utilizzando i flussi di traffico conteggiati nella campagna di lunga durata, corretti secondo lo specifico coefficiente di taratura del modello di emissione definito al passo precedente. La validazione è stata effettuata unicamente in corrispondenza delle infrastrutture stradali SP 2 “Ludovica” e SP 29 “Marlia” presso le quali sono state eseguite le misurazioni fonometriche nelle postazioni PR.
- ✓ Simulazioni acustiche: utilizzando i coefficienti correttivi determinati negli scenari oggetto di rilevazioni fonometriche è stata impostata la simulazione per l'intera estensione della specifica infrastruttura stradale, producendo mappature acustiche su un'area di calcolo opportunamente definita, e con riferimento ai seguenti parametri acustici:
 - STANDARD EUROPEO, mediante gli indicatori acustici, previsti ai sensi la Direttiva Europea 2002/49/CE recepita in Italia dal D. Lgs. 194/2005 , il livello L_{DEN} in dB(A) nel periodo giorno-sera-notte e il livello L_{NIGHT} in dB(A) nel periodo notturno.
- ✓ La mappatura acustica è stata eseguita attraverso le seguenti metodologie di calcolo:
 - CALCOLO IN FACCIATA: livelli sonori determinati a 4 m di altezza sulla facciata più esposta di ciascun edificio abitativo, al fine di individuare per il periodo di riferimento giorno/sera/notte e per il periodo di riferimento notturno, il numero assoluto e la percentuale di popolazione esposta ai seguenti intervalli dei livelli acustici L_{DEN} ed L_{NIGHT} :
 - $L_{DEN} < 55$ dB(A);

- $55 \text{ dB(A)} \leq L_{\text{DEN}} < 60 \text{ dB(A)}$;
- $60 \text{ dB(A)} \leq L_{\text{DEN}} < 65 \text{ dB(A)}$;
- $65 \text{ dB(A)} \leq L_{\text{DEN}} < 70 \text{ dB(A)}$;
- $70 \text{ dB(A)} \leq L_{\text{DEN}} < 75 \text{ dB(A)}$;
- $L_{\text{DEN}} \geq 75 \text{ dB(A)}$.
- $L_{\text{NIGHT}} < 50 \text{ dB(A)}$;
- $50 \text{ dB(A)} \leq L_{\text{NIGHT}} < 55 \text{ dB(A)}$;
- $55 \text{ dB(A)} \leq L_{\text{NIGHT}} < 60 \text{ dB(A)}$;
- $60 \text{ dB(A)} \leq L_{\text{NIGHT}} < 65 \text{ dB(A)}$;
- $65 \text{ dB(A)} \leq L_{\text{NIGHT}} < 70 \text{ dB(A)}$;
- $L_{\text{NIGHT}} \geq 70 \text{ dB(A)}$.
- MAPPE ISOFONICHE: livelli sonori su una griglia di calcolo $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ ($h=4 \text{ m}$), espressi negli indicatori L_{DEN} ed L_{NIGHT} , al fine di rappresentare graficamente la rumorosità prodotta dal transito dei mezzi sulle strade provinciali.

Gli elaborati facenti parte della presente consegna, sono stati compilati con riferimento al documento “Predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche” (versione 2.0, data 18/05/2012) edito dal Ministero dell’Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare.

Per quanto riguarda i report delle misurazioni fonometriche effettuate nelle postazioni PR, PS, SPOT deve essere fatto esplicito riferimento all’elaborato “Schede di monitoraggio acustico”, che la scrivente società ha consegnato alla Provincia di Lucca in data 27/07/2012. Nelle suddette schede, viene inoltre riportato il report della campagna di conteggio dei flussi di traffico effettuati in contemporanea alle misurazioni fonometriche, oltre alle informazioni descrittive dei punti di misura stessi e del sistema di strumentazione utilizzato per le misure, corredato dei certificati di taratura di tutti i componenti.

La consegna è organizzata nelle seguenti sottocartelle di riferimento:

- ✓ CARTELLA PRINCIPALE: denominata “IT_a_rd0039”.
- ✓ REPORT_IMAGES: contiene il report di sintesi e le mappe isofoniche (con riferimento agli indicatori acustici previsti ai sensi la Direttiva Europea 2002/49/CE recepita in Italia dal D. Lgs. 194/2005 , ovvero il livello L_{DEN} in dB(A) nel periodo giorno-sera-notte e il livello L_{NIGHT} in dB(A) nel periodo notturno).
- ✓ SHAPEFILE_METADATA: contiene gli shapefile delle suddette mappe isofoniche, oltre ad un tematismo descrittivo delle infrastrutture stradali oggetto di mappatura, oltre ad un tematismo contenente le



STUDIO INTRE



VIE EN.RO.SE.
Ingegneria S.r.l.



PROVINCIA DI
LUCCA

infrastrutture stradali oggetto di mappatura. Tutti i tematismi sono corredati dai relativi metadati, contenuti nella cartella in formato *.xls, ed aventi lo stesso nome degli strati informativi cui fanno riferimento.

- ✓ REPORT_MECHANISM_XLS: contiene i file DF# in formato *.xls.

2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

- ✓ Legge 26 ottobre 1995, n. 447, Legge quadro sull'inquinamento acustico (G.U. n. 254 del 30 ottobre 1995);
- ✓ D.M. Ambiente del 16 marzo 1998, Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico (G.U. n. 76 del 01 aprile 1998);
- ✓ D.M. Ambiente del 29 novembre 2000, Criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani di intervento di contenimento e abbattimento del rumore (G.U. n. 285 del 06 dicembre 2000);
- ✓ D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142, Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare (G.U. n. 127 del 01 giugno 2004);
- ✓ D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 194, Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (G.U. n. 222 del 23 settembre 2005);
- ✓ Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.

Inoltre si è fatto riferimento alla seguente normativa tecnica:

- ✓ Metodo di calcolo ufficiale francese NMPB-Routes-96;
- ✓ Guide du Bruit des Transports Terrestres – Prevision des niveaux sonores” del 1980;
- ✓ Raccomandazione della Commissione 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;
- ✓ UNI 11143-1:2005 Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 1: Generalità;
- ✓ UNI 11143-2:2005 Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 2: Rumore stradale;
- ✓ UNI/TR 11326:2009 – Acustica. Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica. Parte 1: Concetti generali;
- ✓ UNI ISO 1996-1: 2010 – Acustica. Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale. Parte 1: Grandezze fondamentali e metodi di valutazione;
- ✓ UNI ISO 1996-2: 2010 – Acustica. Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale. Parte 1: Determinazione dei livelli di rumore ambientale.

3. DESCRIZIONE DELLA INFRASTRUTTURA STRADALE

3.1 Sezioni acusticamente omogenee

Come riportato nell'introduzione, le infrastrutture stradali oggetto di mappatura acustica sono le seguenti:

- ✓ **UnRoad_ID: 001** – SP 2 “Ludovica” (intero tratto provinciale dal km 0+000 al km 17+710);
- ✓ **UnRoad_ID: 002** – SP 20 “Calavorno Campia” (intero tratto provinciale dal km 0+000 al km 13+298);
- ✓ **UnRoad_ID: 003** – SP 3 “Lucchese Romana” (tratto tra il bivio con la SP61 e il passaggio a livello di Altopascio dal km 5+800 al km 8+600);
- ✓ **UnRoad_ID: 004** – SP 26 “Sottomonte” (intero tratto provinciale dal km 0+000 al km 7+019);
- ✓ **UnRoad_ID: 005** – SP 29 “Marlia” (intero tratto provinciale dal km 0+000 al km 6+074);
- ✓ **UnRoad_ID: 006** – SP 23 “Romana” (inizio centro abitato di Lucca alla Rotatoria Ginesi dal km 1+050 al km 7+210);
- ✓ **UnRoad_ID: 007** – SP 24 “Sant’Alessio” (intero tratto provinciale dal km 0+000 al km 5+561);
- ✓ **UnRoad_ID: 008** – SP 1 “Francigena” (tratto dal bivio di Camaiore all’inizio del centro abitato di Viareggio, dal km 0+000 al km 5+300);
- ✓ **UnRoad_ID: 009** – SP 9 “Marina” (tratto dal Ponte Foggi al bivio SP 68, dal km 7+550 al km 10+450);
- ✓ **UnRoad_ID: 010** – SP68 “Variante Querceta” (intero tratto provinciale dal km 0+000 al km 1+368).

Per una ulteriore descrizione acustica e geometrica, le strade sono state suddivise in sezioni ritenute acusticamente omogenee ovvero con caratteristiche similari a livello dimensionale (analoga larghezza della strada) e dei flussi di traffico.

Secondo quanto concordato con l'amministrazione provinciale, è stata effettuata la seguente suddivisione:

- ✓ **UnRoad_ID: 001** – SP 2 “Ludovica”:
 - sezione 1: da inizio tratto di competenza a innesto con SP32;
 - sezione 2: da innesto con SP32 a ponte di innesto con SS12 e da innesto con SS12 in località Sesto di Moriano a fine tratto di competenza;
 - sezione 3: da ponte di innesto con SP32 a innesto con SS12 in località Sesto di Moriano.
- ✓ **UnRoad_ID: 002** – SP 20 “Calavorno Campia”:
 - sezione 1: da inizio tratto di competenza a ponte di innesto con SS445;

- sezione 2: da ponte di innesto con SP445 a ponte di Turrtecava;
- sezione 3: da ponte di Turrtecava a fine tratto di competenza.
- ✓ **UnRoad_ID: 003** – SP 3 “Lucchese Romana”:
 - sezione 1: da inizio tratto di competenza a incrocio con Strada Provinciale dei Galgani;
 - sezione 2: da incrocio con Strada Provinciale dei Galgani a fine tratto di competenza.
- ✓ **UnRoad_ID: 004** – SP 26 “Sottomonte”:
 - sezione 1: da inizio tratto di competenza a incrocio con Strada Comunale del Ponte;
 - sezione 2: da incrocio con Strada Comunale del Ponte a fine tratto di competenza.
- ✓ **UnRoad_ID: 005** – SP 29 “Marlia”:
 - sezione 1: da inizio tratto di competenza a incrocio con Via delle Ville;
 - sezione 2: da incrocio con Via delle Ville a fine tratto di competenza.
- ✓ **UnRoad_ID: 006** – SP 23 “Romana”:
 - sezione 1: da inizio tratto di competenza a incrocio con Strada Provinciale del Casalino (località Tassignano);
 - sezione 2: da incrocio con Strada Provinciale del Casalino (località Tassignano) a rotonda della Madonnina;
 - sezione 3: da rotonda della Madonnina a fine tratto di competenza.
- ✓ **UnRoad_ID: 007** – SP 24 “Sant’Alessio”:
 - sezione 1: da inizio tratto di competenza a diramazione per Pieve S. Stefano;
 - sezione 2: diramazione per Pieve S. Stefano a fine tratto di competenza.
- ✓ **UnRoad_ID: 008** – SP 1 “Francigena”:
 - sezione 1: da inizio tratto di competenza a incrocio con Via Italica;
 - sezione 2: da incrocio con Via Italica a fine tratto di competenza.
- ✓ **UnRoad_ID: 009** – SP 9 “Marina”:
 - sezione 1: da inizio tratto di competenza a incrocio con Via Seravezza;
 - sezione 2: da incrocio con Via Seravezza a uscita abitato di Ripa;
 - sezione 3: da uscita abitato di Ripa a fine tratto di competenza.

- ✓ **UnRoad_ID: 010** – SP68 “Variante Querceta”:
 - sezione 1: da inizio tratto di competenza a incrocio semaforico con Via Cugnia;
 - sezione 2: da incrocio semaforico con Via Cugnia a fine tratto di competenza.

3.2 **Monitoraggio acustico e dei flussi di traffico**

Al fine di determinare un set di dati utili per effettuare la calibrazione e la validazione del modello di propagazione acustica, è stato svolto un monitoraggio acustico e dei flussi di traffico identificando le seguenti tipologie di postazioni di misura:

- ✓ postazione di conteggio del traffico;
- ✓ postazione fonometrica PR (ubicata in prossimità di un edificio-ricettore ed avente durata almeno 3 giorni comprendendo nel periodo di misura un giorno feriale, un giorno prefestivo ed un giorno festivo);
- ✓ postazione fonometrica PS (ubicata in prossimità della sorgente, ed aventi durata di alcune ore);
- ✓ postazioni fonometriche SPOT (di durata di circa 30 minuti, eseguite in contemporanea alle misurazioni nelle postazioni PS);
- ✓ contestualmente alle misurazioni fonometriche in PS e SPOT, sono stati eseguiti rilievi manuali dei flussi di traffico: tali conteggi sono stati effettuati al fine di calibrare il modello di emissione acustica utilizzato, e per permettere i seguenti confronti: a) fra i volumi di traffico sul breve periodo nei diversi tratti omogenei di una infrastruttura stradale; b) fra i volumi di traffico sul breve e lungo periodo nella postazione di rilievo automatico dei flussi di traffico.

Le postazioni di monitoraggio sono state scelte in modo da caratterizzare tutti i tratti acusticamente omogenei definiti precedentemente.

3.3 **Fasce di pertinenza acustica**

Le disposizioni da seguire per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento del rumore derivante dal traffico stradale sono indicate dal D.P.R. 142/2004 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447". Il decreto definisce l'estensione di una particolare area limitrofa all'infrastruttura stradale, denominata fascia di pertinenza, all'interno della quale i limiti di riferimento vengono stabiliti dallo stesso decreto. Inoltre, dal momento che tutte le strade oggetto di mappatura sono già entrate in esercizio alla data di emanazione del D.P.R. 142/2004, sono classificabili come "strade esistenti e assimilabili".

Di seguito viene riportata la tabella dei limiti allegata al D.P.R. 142/2004 relativa alle strade esistenti.

Tabella 1 – Ampiezza delle fasce di pertinenza e limiti di immissione relativi ad infrastrutture stradali esistenti e assimilabili (ampliamenti in sede, 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*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			diurno dB(A)	notturno dB(A)	diurno dB(A)	notturno dB(A)
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			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)	100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995.			
F - locale		30				
* per le scuole vale solo il limite diurno						

L'estensione della fascia di pertinenza dell'infrastruttura ed i limiti ad essa relativi sono definiti in base alla tipologia di strada.

Secondo quanto dichiarato dall'Amministrazione Provinciale di Lucca, non è al momento stata redatta una classificazione delle strade Provinciali in base alle tipologie di strade definite secondo Codice della Strada, D.L. n. 285 del 1992 e successive modificazioni.

Per le sue caratteristiche geometriche, dimensionali e di traffico le infrastrutture stradali oggetto della presente mappatura acustica sono tutte riconducibili alla TIPOLOGIA Cb.



Per tutte le stradi provinciali, si considera pertanto, ai fini acustici, una prima fascia (“A”) di ampiezza pari a 100 metri, per ogni lato della infrastruttura stradale e misurata a partire dal confine stradale della stessa, cui segue una seconda fascia (“B”), di ampiezza pari ad ulteriori 50 metri.

Le simulazioni di rumore per la definizione della mappatura acustiche delle strade provinciali considerate, sono state effettuate all’interno di un’area di calcolo corrispondente ad una fascia territoriale di ampiezza raddoppiata rispetto a quella definita come “di pertinenza” (larghezza totale dell’area di calcolo: 600 m). Questa scelta è stata fatta al fine di considerare gli edifici corrispondenti ai ricettori sensibili, che ricadono in una area potenzialmente impattata dalla rumorosità prodotta dall’esercizio delle infrastrutture in questione (tale scelta è in linea con quanto richiesto dal D.P.R. 142/2004).

Le aree di calcolo così definite risultano appartenenti ai seguenti territori comunali:

- ✓ **UnRoad_ID: 001** – SP 2 “Ludovica” Lucca, Borgo a Mozzano, Bagni di Lucca, Coreglia Antelminelli;
- ✓ **UnRoad_ID: 002** – SP 20 “Calavorno Campia” Galliciano, Barga, Molazzana, Borgo a Mozzano, Coreglia Antelminelli;
- ✓ **UnRoad_ID: 003** – SP 3 “Lucchese Romana” Altopascio, Montecarlo;
- ✓ **UnRoad_ID: 004** – SP 26 “Sottomonte” Lucca, Capannori;
- ✓ **UnRoad_ID: 005** – SP 29 “Marlia” Lucca, Capannori;
- ✓ **UnRoad_ID: 006** – SP 23 “Romana” Lucca, Capannori, Porcari;
- ✓ **UnRoad_ID: 007** – SP 24 “Sant’Alessio” Lucca ;
- ✓ **UnRoad_ID: 008** – SP 1 “Francigena” Camaiore, Massarosa, Viareggio;
- ✓ **UnRoad_ID: 009** – SP 9 “Marina” Seravezza, Pietrasanta;
- ✓ **UnRoad_ID: 010** – SP68 “Variante Querceta” Seravezza, Forte dei Marmi.

4. BASE DATI PER LA MODELLAZIONE

Per la costruzione del modello acustico di simulazione del rumore è necessario disporre di una base dati territoriali contenente i seguenti elementi:

- ✓ dati per la costruzione del modello del terreno;
- ✓ dati per la modellazione degli edifici;
- ✓ dati relativi alla caratterizzazione della sorgente acustica “traffico stradale”;
- ✓ dati relativi alla popolazione;
- ✓ dati integrativi per la modellazione (eventuale presenza di barriere antirumore e di tratti con asfalti fonoassorbenti).

Nel caso specifico, i dati di input territoriale sono stati reperiti per mezzo della C.T.R. (Carta Tecnica Regionale) della Regione Toscana, in scala 1:2.000 ove presente, oppure in scala 1:10.000. Per quanto riguarda i dati di popolazione residente, è stato acquisito il dato di censimento ISTAT 2001.

4.1 *Modello digitale del terreno*

Relativamente alla costruzione della base territoriale su cui sono state effettuate le simulazioni acustiche, sono stati reperiti i seguenti dati di input, contenuti nella C.T.R. della Regione Toscana in scala 1:10.000 e, per le parti di territorio in cui essa è reperibile, in scala 1:2.000:

- ✓ curve di livello (layer da 801, 802, 803) riportanti l'altezza assoluta sul livello del mare con passo relativo di 2 / 10 m;
- ✓ punti quotati (layer 804, 805) riportanti l'altezza assoluta sul livello del mare.

Sulla base dei precedenti dati territoriali all'interno del software di simulazione acustica viene costruito il DGM (Digital Terrain Model) ovvero una rappresentazione numerica tridimensionale del territorio, effettuata mediante triangolazione dei dati territoriali di input.

4.2 *Modellazione degli edifici*

Il tematismo dell'edificato riveste nel modello acustico molteplici funzioni. Infatti, i principali schermi alla propagazione sonora sono proprio gli edifici che, oltre a costituire una superficie riflettente, sono anche gli elementi ricettori sulle cui facciate viene eseguito il calcolo della propagazione acustica.

Per quanto riguarda la funzione schermante si è ritenuto opportuno inserire nel modello tutti gli edifici cartografati all'interno delle sezioni censuarie che intersecano le fasce di pertinenza stradale delle infrastrutture oggetto di mappatura.

I dati di input riguardanti la modellazione degli edifici sono stati ricavati mediante opportune elaborazioni della C.T.R. della Regione Toscana in scala 1:10.000. Preliminarmente sono state individuate le diverse tipologie di edificio, suddivise nei vari layer contenuti nella carte tecniche: layer 201 e 204 per gli edifici di tipologia residenziale e/o residenziale-mista, 202 per gli edifici di tipologia produttiva, da 205 a 219 per le altre tipologie di edifici, come serre, tettoie, baracche, garage.

Sono stati inoltre aggiunti gli edifici (residenziali e non) costruiti successivamente alla realizzazione della cartografia regionali, e censiti nel corso di una apposita fase di sopralluogo e di successivo controllo con le foto satellitari disponibili in rete.

I ricettori sensibili sono stati invece individuati singolarmente per mezzo dell'analisi degli strumenti urbanistici dei comuni interessati, in particolare del Piano Regolatore Generale (P.R.G.) e del Piano Comunale di Classificazione Acustica (P.C.C.A.).

4.3 Dato di popolazione

Il dato di popolazione da assegnare al singolo edificio è stato determinato facendo riferimento ai dati di popolazione del censimento ISTAT 2001 poiché non sono ancora disponibili i dati del censimento ISTAT 2011. In particolare, partendo dal dato di popolazione della sezione di censimento gli abitanti vengono assegnati al singolo edificio residenziale in proporzione al volume dell'edificio stesso rispetto al volume complessivo di tutti gli edifici residenziali appartenenti a quella sezione.

4.4 Sorgente "traffico stradale"

La sorgente di rumore "traffico stradale" è stata desunta a partire dalla C.T.R. della Regione Toscana in scala 1:2.000, tracciando i tratti di infrastruttura stradale oggetto di mappatura.

Ogni strada è composta da un arco viario, posto sulla mezzzeria della strada. Sono state considerate unicamente le componenti principali di ciascuna infrastruttura, non inserendo nel modello di simulazione gli svincoli e le rampe di collegamento alla viabilità ordinaria. I dati di input per la caratterizzazione dell'emissione sonora di ciascuna delle strade individuate (composizione dei flussi di traffico suddivisi in veicoli leggeri e pesanti, velocità media dei veicoli, tipologia di pavimentazione stradale, tipologia di flusso) sono stati definiti ed inseriti mediante la procedura descritta nel paragrafo 5.2 della presente relazione tecnica.

4.5 Dati integrativi per la modellazione

Al fine di una corretta modellazione acustica sulle strade oggetto di mappatura, si è proceduto all'individuazione dei tratti in cui sono presenti eventuali interventi di mitigazione acustica già presenti. In particolare, secondo quanto dichiarato dall'amministrazione provinciale, nelle infrastrutture interessate, non sono presenti né barriere antirumore né tratti di asfalto fonoassorbente.

5. COSTRUZIONE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE

5.1 Software e standard di calcolo utilizzati

La valutazione dei livelli sonori è stata condotta mediante il software di calcolo SoundPLAN vers. 7.1 in cui è stato implementato il metodo di calcolo francese “NMPB-Routes-96” (metodo di calcolo indicato dalla Direttiva e dal D.Lgs 194/2005 per la modellazione del rumore stradale).

Il software consente di determinare la propagazione acustica in campo esterno prendendo in considerazione numerosi parametri e fattori legati:

- ✓ alla localizzazione, forma ed altezza degli edifici;
- ✓ alla topografia dell'area di indagine;
- ✓ alle caratteristiche fonoassorbenti del terreno;
- ✓ alla tipologia costruttiva e posizione planaltimetrica del tracciato stradale;
- ✓ alla presenza di eventuali ostacoli schermanti;
- ✓ alle caratteristiche acustiche della sorgente;
- ✓ alla dimensione ed alla tipologia di eventuali barriere antirumore.

Il software utilizza un algoritmo di calcolo tipo “ray-tracing” con tracciamento dei raggi dai punti ricettori.

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

- ✓ ordine di riflessione pari a 2;
- ✓ massimo raggio di ricerca 700 m (raggio sufficiente per la simulazione nella fascia di interesse);
- ✓ distanza di ricerca intorno a ciascun punto ricettore considerata nel calcolo pari a 500 m;
- ✓ massima distanza delle riflessioni dal ricettore pari a 500 m;
- ✓ massima distanza di riflessione dalla sorgente pari a 200 m;
- ✓ fattore suolo G pari a 0,5;
- ✓ coefficiente di riflessione di facciata pari a 0,8 (corrispondente ad una perdita di riflessione di 1 dB(A));
- ✓ occorrenza di condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono pari a:
 - 50% nel periodo GIORNO (6.00 – 20.00)
 - 75% nel periodo SERA (20.00 – 22.00)
 - 100% nel periodo NOTTE (22.00 – 6.00).

Le simulazioni sono state effettuate all'interno di un'area di calcolo di ampiezza pari a 300 m per ciascun lato delle infrastrutture stradali in oggetto (cfr. capitolo 4 del presente report di sintesi) ed utilizzando le procedure di calcolo, definite dallo standard europeo, mediante i seguenti indicatori acustici (previsti ai sensi la Direttiva Europea 2002/49/CE recepita in Italia dal D. Lgs. 194-2005):

- ✓ Livello L_{DEN} in dB(A) nel periodo giorno-sera-notte;
- ✓ Livello L_{NIGHT} in dB(A) nel periodo notturno (22.00 – 06.00).

I calcoli sono stati eseguiti a 4 m di altezza, escludendo la riflessione della facciata dell'edificio retrostante il punto di calcolo.

Come previsto dalla citata Direttiva Europea, la mappatura acustica è stata effettuata mediante le seguenti metodologie di calcolo:

- ✓ **CALCOLO DEI VALORI ACUSTICI IN FACCIATA:** i livelli sonori sono stati valutati come livelli massimi sulla facciata più esposta di ciascun edificio di tipologia residenziale, residenziale mista o sensibile (scuola, ospedali, case di cura e/o di riposo), escludendo di fatto gli edifici non residenziali come le attività commerciali e/o produttive, i luoghi di culto, gli impianti sportivi ed i fabbricati per cui non è generalmente prevista la presenza di persone attribuibili specificatamente ad esso (baracche, tettoie, garage, ecc.). Inoltre, sono state considerate solo le facciate con lunghezza maggiore di 3 m. Le simulazioni sono state effettuate ad un'altezza di 4 m dal suolo ed ad una distanza di 1 m dalla facciata del ricettore, inserendo un punto-ricettore per ciascuna facciata di ogni edificio.
- ✓ **CALCOLO DELLE MAPPE ACUSTICHE:** è stata definita una griglia di punti con passo di 10 m, posizionata ad un'altezza di 4 m dal suolo all'interno dell'area di calcolo precedentemente definita. La griglia di punti è stata da una parte utilizzata come base per la produzione delle mappe acustiche allegate, dall'altra è stata esportata in ambiente GIS come shapefile di tipo "poligonale".

5.2 Caratterizzazione acustica della sorgente "traffico stradale" nel modello NMPB

Sono state adottate le seguenti ipotesi relative alla modellazione della sorgente specifica:

- ✓ si considera un'unica linea sorgente posta al centro della carreggiata;
- ✓ la tipologia del flusso di traffico viene assegnata come "fluido continuo" su tutti gli archi del grafo;
- ✓ per quanto riguarda la pendenza del tracciato, questa viene considerata direttamente dal software sulla base della pendenza effettiva dei singoli tratti della linea sorgente;
- ✓ per quanto riguarda la superficie stradale, sono state acquisiti i dati relativi alla tipologia di asfalto: dal momento che in tutti i tratti oggetto di mappatura è sempre presente asfalto di tipo tradizionale, è stata considerata la correzione pari 0 dB relativa alla condizione di "asfalto liscio".

Gli elementi del grafo delle strade rappresentano le sorgenti acustiche specifiche oggetto della mappatura.

Tali sorgenti sono state utilizzate per tre diverse tipologie di calcolo:

- ✓ Il primo, relativo alla **fase di calibrazione** del modello acustico, è stata utilizzato per determinare i coefficienti correttivi relativi ai livelli di emissione tali da ottenere la rispondenza tra il dato simulato e quello misurato nelle postazioni PS e SPOT.
- ✓ Il secondo, relativo alla **fase di validazione** del modello acustico, è stato invece implementato per validare il modello acustico mediante il confronto con i dati diurni e notturni settimanali misurati nelle postazioni PR. In particolare, la validazione del modello di calcolo è stata effettuata nei periodi di riferimento previsti ai sensi della legislazione italiana e corrispondenti al periodo di riferimento diurno (6.00 – 22.00) ed a quello notturno (22.00 – 6.00).
- ✓ Infine, per quanto riguarda la **fase di simulazione acustica relativa all'intera strada**, i calcoli sono stati effettuati secondo parametri e periodi di riferimento previsti dalla normativa europea.

5.2.1 Fase di calibrazione del modello

All'interno delle sorgenti acustiche stradali sono stati inseriti i seguenti valori di input:

- ✓ Flussi di traffico: dati medi orari nel periodo di misura, ricavati dal conteggio manuale contemporaneo alle misurazioni fonometriche nelle postazioni SPOT e PS, suddivisi in veicoli leggeri e pesanti.
- ✓ Velocità: valori di velocità media desunti dalla campagna di conteggi settimanali dei flussi di traffico all'interno delle giornate in cui sono state effettuate le misurazioni fonometriche nelle postazioni SPOT e PS. In particolare tali valori, definiti in corrispondenza della postazione di conteggio dei veicoli, sono stati associati all'intero sviluppo della strada.

La sintesi dei dati di traffico (composizione dei flussi e velocità media) utilizzati come input del modello per la fase di taratura viene riportata in tabella.

Tabella 2 – Sintesi dei dati di traffico (taratura del modello)

UnRoad_ID	ID. postazione di misura	Sezione omogenea di riferimento	Leggeri (veic/h)	Pesanti (veic/h)	Velocità Input legg-pes (km/h)
001	1_P01	1	1170	69	61-60
001	1_P02	2	735	158	61-60
001	1_P03	3	72	0	61-60
001	1_PS (*)	2	954	211	61-60
002	2_P01	2	912	63	64-67

UnRoad_ID	ID. postazione di misura	Sezione omogenea di riferimento	Leggeri (veic/h)	Pesanti (veic/h)	Velocità Input legg-pes (km/h)
002	2_P02	3	831	114	64-67
002	2_PS (*)	1	586	65	64-67
003	3_P01	2	860	86	53-48
003	3_PS (*)	1	1094	158	53-48
004	4_P01	1	512	32	58-58
004	4_P02	2	1220	104	58-58
004	4_PS (*)	1	537	68	58-58
005	5_P01	1	1116	216	49-47
005	5_P02	2	976	194	49-47
005	5_PS (*)	1	1116	287	49-47
006	6_P01	1	1332	66	63-61
006	6_P02	2	1098	42	63-61
006	6_P03	3	963	51	63-61
006	6_PS (*)	1	986	61	63-61
007	7_P01	1	606	38	50-48
007	7_PS (*)	2	851	51	50-48
008	8_P01	1	675	48	59-60
008	8_P02	2	1448	78	59-60
008	8_PS (*)	1	802	47	59-60
009	9_P01	1	1138	54	49-54
009	9_P02	2	758	50	49-54
009	9_P03	3	662	56	49-54
009	9_PS (*)	1	805	79	49-54
010	10_P01	1	696	56	53-51
010	10_P02	2	750	42	53-51
010	10_PS (*)	1	796	71	53-51

(*): i dati di traffico relativi alle postazioni PS rappresentano la media oraria dei flussi rilevati nelle 4 ore di monitoraggio effettuate in tali postazioni.

5.2.2 Fase di validazione del modello

All'interno delle sorgenti acustiche stradali sono stati inseriti i seguenti valori di input:

- ✓ Flussi di traffico: dati orari medi settimanali ricavati dalla campagna di conteggio del traffico, rilevati nella postazione fissa di conteggio in contemporanea ai rilievi fonometrici nella postazione PR, suddivisi in veicoli leggeri e pesanti.
- ✓ Velocità: valori di velocità media settimanale nei periodi di riferimento, desunti dalla campagna di monitoraggio dei flussi di traffico.

La sintesi dei dati di traffico (composizione dei flussi e velocità media) utilizzati come input del modello per la validazione viene riportata in tabella.

Tabella 3 – Sintesi dei dati di traffico (validazione del modello)

UnRoad_ID	Periodo di riferimento	Leggeri (veic/h)	Pesanti (veic/h)	Velocità legg-pes (km/h)
001	Diurno (6.00-22.00)	794	109	61-60
	Notturmo (22.00-6.00)	183	9	68-67
005	Diurno (6.00-22.00)	914	113	49-47
	Notturmo (22.00-6.00)	344	20	57-57

5.2.3 Simulazione acustica dell'intera infrastruttura

Per effettuare le simulazioni acustiche sull'intero scenario oggetto di mappatura, è stata effettuata una post-elaborazione dei dati di traffico orari forniti dall'amministrazione provinciale per più giornate di misura. Tali flussi sono stati rilevati in una postazione fissa di conteggio per ciascuna infrastruttura, nei seguenti giorni di misura (viene anche riportata la sottosezione acusticamente omogenea in corrispondenza della quale era posizionata la postazione):

- ✓ **UnRoad_ID: 001** – SP 2 “Ludovica” da giovedì 28/06/2012 a domenica 01/07/2012 (sottosezione 2);
- ✓ **UnRoad_ID: 002** – SP 20 “Calavorno Campia” da martedì 03/07/2012 a mercoledì 04/07/2012 (sottosezione 3);
- ✓ **UnRoad_ID: 003** – SP 3 “Lucchese Romana” da mercoledì 11/07/2012 lunedì 16/07/2012 (sottosezione 1);
- ✓ **UnRoad_ID: 004** – SP 26 “Sottomonte” da giovedì 05/07/2012 a martedì 10/07/2012 (sottosezione 1);

- ✓ **UnRoad_ID: 005** – SP 29 “Marlia” da giovedì 05/07/2012 a martedì 10/07/2012 (sottosezione 1);
- ✓ **UnRoad_ID: 006** – SP 23 “Romana” da venerdì 06/07/2012 a mercoledì 11/07/2012 (sottosezione 1);
- ✓ **UnRoad_ID: 007** – SP 24 “Sant’Alessio” da venerdì 06/07/2012 a mercoledì 11/07/2012 (sottosezione 1);
- ✓ **UnRoad_ID: 008** – SP 1 “Francigena” da giovedì 12/07/2012 a martedì 17/07/2012 (sottosezione 1);
- ✓ **UnRoad_ID: 009** – SP 9 “Marina” da martedì 03/07/2012 a mercoledì 04/07/2012 (sottosezione 3);
- ✓ **UnRoad_ID: 010** – SP68 “Variante Querceta” da giovedì 28/06/2012 a domenica 01/07/2012 (sottosezione 1).

A partire da questi dati, è quindi stata effettuata una post-elaborazione per ricavare i flussi medi settimanali come media ponderata sulle giornate feriali (peso complessivo 5 su 7), sabato (peso 1 su 7) e domenica (peso 1 su 7).

Per quanto riguarda la sezione acusticamente omogenea in cui è stata installata la postazione fissa di conteggio, i dati implementati nel modello sono direttamente quelli medi settimanali ricavati con la suddetta procedura di calcolo. Per le altre sezioni, invece i flussi di traffico sono stati parametrizzati considerando il rapporto dei mezzi leggeri conteggiati nelle varie postazioni con il valore ricavato in corrispondenza della sezione di conteggio.

In analogia con quanto stabilito per la fase di taratura del modello i valori di velocità dei mezzi in transito rilevati nella postazione fissa di conteggio sono stati associati all’intero sviluppo della strada .

I valori utilizzati per la simulazione acustica dell’intera strada sono riportati nella seguente tabella (con l’asterisco sono indicate le sottosezioni nelle quali ricadono le postazioni fisse di conteggio).

Tabella 4 – Sintesi dei dati di traffico (propagazione sugli scenari)

001: SP2	SOTTO SEZIONE 1		SOTTO SEZIONE 2 (*)		SOTTO SEZIONE 3	
	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
Day (6.00-20.00)	1156	169	832	122	42	6
Evening (20.00-22.00)	736	32	529	23	26	1
Night (22.00-6.00)	254	13	183	9	9	0
002: SP20	SOTTO SEZIONE 1		SOTTO SEZIONE 2		SOTTO SEZIONE 3 (*)	
	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
Day (6.00-20.00)	439	65	729	109	708	106
Evening (20.00-22.00)	226	8	375	13	364	13
Night (22.00-6.00)	61	5	101	9	98	9
003: SP3	SOTTO SEZIONE 1 (*)		SOTTO SEZIONE 2		SOTTO SEZIONE 3	
	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
Day (6.00-20.00)	927	113	797	97		
Evening (20.00-22.00)	1144	67	984	58		
Night (22.00-6.00)	406	26	349	23		

004: SP26	SOTTO SEZIONE 1 (*)		SOTTO SEZIONE 2		SOTTO SEZIONE 3	
	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
Day (6.00-20.00)	514	27	1248	67		
Evening (20.00-22.00)	636	19	1545	45		
Night (22.00-6.00)	198	4	481	11		
005: SP29	SOTTO SEZIONE 1 (*)		SOTTO SEZIONE 2		SOTTO SEZIONE 3	
	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
Day (6.00-20.00)	903	121	794	107		
Evening (20.00-22.00)	992	52	873	46		
Night (22.00-6.00)	344	20	303	18		
006: SP23	SOTTO SEZIONE 1 (*)		SOTTO SEZIONE 2		SOTTO SEZIONE 3	
	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
Day (6.00-20.00)	779	61	639	50	569	45
Evening (20.00-22.00)	865	41	709	33	631	30
Night (22.00-6.00)	267	7	219	6	195	5
007: SP24	SOTTO SEZIONE 1 (*)		SOTTO SEZIONE 2		SOTTO SEZIONE 3	
	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
Day (6.00-20.00)	716	37	945	49		
Evening (20.00-22.00)	536	14	707	18		
Night (22.00-6.00)	140	2	185	3		
008: SP1	SOTTO SEZIONE 1 (*)		SOTTO SEZIONE 2		SOTTO SEZIONE 3	
	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
Day (6.00-20.00)	584	172	1267	373		
Evening (20.00-22.00)	490	141	1063	306		
Night (22.00-6.00)	167	36	362	79		
009: SP9	SOTTO SEZIONE 1		SOTTO SEZIONE 2		SOTTO SEZIONE 3 (*)	
	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
Day (6.00-20.00)	987	176	660	118	574	102
Evening (20.00-22.00)	694	51	464	34	404	30
Night (22.00-6.00)	125	10	83	6	73	6
010: SP68	SOTTO SEZIONE 1 (*)		SOTTO SEZIONE 2		SOTTO SEZIONE 3	
	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
Day (6.00-20.00)	663	45	696	48		
Evening (20.00-22.00)	402	10	422	11		
Night (22.00-6.00)	136	3	143	3		

6. CALIBRAZIONE E VALIDAZIONE DEL MODELLO ACUSTICO

In questo capitolo viene descritta la metodologia di taratura e validazione del modello di simulazione acustica.

La procedura di calibrazione viene eseguita apportando correzioni al modello di emissione, in riferimento alle postazioni di breve e media durata SPOT e PS. Vengono utilizzati i dati di traffico e di velocità riportati nella tabella 2. Per quanto riguarda il modello di propagazione, nella fase di calibrazione non sono stati svolti particolari approfondimenti sperimentali utilizzando parametri di caratterizzazione acustica del territorio utilizzati per infrastrutture simili nel corso di precedenti studi (cfr. *“Monitoraggio e mappatura acustica delle strade provinciali della provincia di Napoli”* autori Michele Avino, Raffaella Bellomini, Francesco Borchì, Giuseppe Ciaburro, Massimiliano Masullo, Massimo Nunzi, Valentino Pagliuca, Convegno Nazionale AIA Roma 4-6 luglio 2012).

Infine, le postazioni PR, poste in corrispondenza dell'edificio ricettore, vengono utilizzate per la validazione di lungo periodo del modello. In questo caso vengono utilizzati i dati di traffico e di velocità riportati nella tabella 3.

6.1 Calibrazione del modello di emissione

La fase di calibrazione del modello di calcolo è consistita nella determinazione, per ciascuna sezione acusticamente omogenea, di opportuni coefficienti di correzione K.

Il valore di ciascun coefficiente di correzione è stato definito a partire dalla differenza tra il valore acustico misurato e quello simulato in corrispondenza delle postazioni SPOT e PS. La correzione introdotta è stata effettuata dall'operatore con l'obiettivo di introdurre comunque correzioni minime tali da ricondurre gli scarti fra valore misurato e valore simulato entro ± 1.5 dB(A).

Nella pratica, la procedura è stata eseguita mediante i seguenti passaggi:

- ✓ costruzione, all'interno del modello di simulazione, di uno scenario virtuale contenente i punti “PS”, “SPOT” e le sorgenti stradali in questione;
- ✓ calcolo del livello acustico (L_{Aeq} , espresso in dB(A)) generato, in corrispondenza dei punti PS e SPOT, implementando nella sorgente acustica il flusso medio orario dei veicoli conteggiati dall'operatore durante le misure, ed i relativi valori di velocità (dati riportati in tabella 2);
- ✓ confronto dei livelli misurati con gli analoghi livelli simulati;
- ✓ determinazione del valore del coefficiente di correzione K, secondo i criteri di scelta descritti.

La correzione K, espressa in dB, è stata implementata nel modello acustico correggendo l'emissione sonora e lasciando quindi inalterati gli altri parametri di input (composizione dei flussi di traffico, velocità, ecc.).

Nella seguente tabella è riportata la sintesi della metodologia di calibrazione esposta:

- ✓ colonna 1: codice identificativo dell'infrastruttura;
- ✓ colonna 2: codice identificativo della postazione di misura;
- ✓ colonna 3: codice identificativo e della sezione omogenea di riferimento;
- ✓ colonna 4: livelli di rumore misurati nella postazione (valori espressi in dB(A));
- ✓ colonna 5: livelli di rumore simulati nella postazione e relativa differenza rispetto al livello misurato (valori espressi in dB(A));
- ✓ colonna 6: valore del coefficiente di correzione K [dB(A)];
- ✓ colonna 7: differenza rispetto al livello misurato, tenendo conto del coefficiente (valori espressi in dB(A)).

Tabella 5 – Calibrazione del modello di emissione: coefficienti di correzione K

1	2	3	4	5		6	7
001	1_P01	1	71,3	73,1	1,8	-1	0,8
001	1_P02	2	67,9	71,3	3,4	-2	1,4
001	1_P03	3	58,9	61,8	2,9	-2	0,9
001	1_PS	2	73,5	75,6	2,1	-2	0,1
002	2_P01	2	73,2	73,4	0,2	0	0,2
002	2_P02	3	73,2	73,7	0,5	0	0,5
002	2_PS	1	71,0	73,2	2,2	-1	1,2
003	3_P01	2	71,1	72,6	1,5	-1	0,5
003	3_PS	1	71,7	74,5	2,8	-1,5	1,3
004	4_P01	1	70,9	70,5	-0,4	0	-0,4
004	4_P02	2	70,7	74,1	3,4	-2	1,4
004	4_PS	1	70,3	71,3	1,0	0	1,0
005	5_P01	1	72,8	75,4	2,6	-2,5	0,1
005	5_P02	2	72,5	75,4	2,9	-2,5	0,4
005	5_PS	1	73,0	76,5	3,5	-2,5	1,0
006	6_P01	1	71,8	73,4	1,6	-1	0,6
006	6_P02	2	70,3	72,8	2,5	-2	0,5

1	2	3	4	5		6	7
006	6_P03	3	69,2	72,7	3,5	-2,5	1,0
006	6_PS	1	71,4	72,3	0,9	-1	-0,1
007	7_P01	1	65,4	69,2	3,8	-2,5	1,3
007	7_PS	2	69,7	73,5	3,8	-2,5	1,3
008	8_P01	1	71,0	71,9	0,9	0	0,9
008	8_P02	2	74,8	74,2	-0,6	0	-0,6
008	8_PS	1	72,6	72,6	0,0	0	0,0
009	9_P01	1	71,8	72,1	0,3	-0,5	-0,2
009	9_P02	2	70,5	72,2	1,7	-1	0,7
009	9_P03	3	71,4	71,6	0,2	-0,5	-0,3
009	9_PS	1	70,8	72,6	1,8	-0,5	1,3
010	10_P01	1	71,4	74,9	3,5	-2,5	1,0
010	10_P02	2	67,0	69,7	2,7	-2	0,7
010	10_PS	1	67,1	70,7	3,6	-2,5	1,1

Dall'analisi della tabella precedente si rileva, come noto anche in letteratura, che il modello di emissione associato allo standard NMPB tende a sovrastimare i valori misurati (cfr. *"Monitoraggio e mappatura acustica delle strade provinciali della provincia di Napoli"* autori Michele Avino, Raffaella Bellomini, Francesco Borchi, Giuseppe Ciaburro, Massimiliano Masullo, Massimo Nunzi, Valentino Pagliuca, Convegno Nazionale AIA Roma 4-6 luglio 2012).

La fase calibrazione del modello di calcolo comporta quindi l'applicazione dei coefficienti correttivi determinati, tali da definire una riduzione dell'emissione acustica di ciascuna sorgente stradale pari al valore del K stesso rispetto a quella determinata attraverso lo standard NMPB.

6.2 Validazione del modello di simulazione

Il modello di simulazione, tarato secondo la procedura descritta nel precedente paragrafo, è stato validato sul lungo periodo, utilizzando i dati fonometrici misurati in corrispondenza delle postazioni PR (postazioni in facciata, ritenute di maggior interesse per la valutazione degli eventuali superamenti) ed i flussi di traffico rilevati nella relativa campagna di conteggio dei flussi. La validazione è stata effettuata unicamente in corrispondenza delle

infrastrutture (SP 2 “Ludovica” e SP 29 “Marlia”) stradali presso le quali sono state eseguite le misurazioni fonometriche nelle postazioni PR.

La validazione del modello di calcolo è stata effettuata nei periodi di riferimento previsti ai sensi della legislazione italiana e corrispondenti al periodo diurno (6.00 – 22.00) e notturno (22.00 – 6.00). Nella pratica, sono stati effettuati i seguenti passaggi:

- ✓ sono stati inseriti all'interno dello scenario virtuale di simulazione i punti presso i quali sono state eseguite le misurazioni fonometriche di lunga durata, postazioni PR;
- ✓ è stato calcolato il livello acustico ($L_{Aeq,TR}$ espresso in dB(A)) in corrispondenza dei punti-ricettore, implementando nella sorgente il flusso medio orario settimanale dei veicoli conteggiati nella postazione fissa, ed i relativi valori di velocità (dati riportati in tabella 3);
- ✓ è stato effettuato un confronto nel periodo di riferimento diurno ed in quello notturno, con i livelli acustici medi settimanali misurati nelle postazioni PR;
- ✓ la validazione del modello risulta verificata nel caso in cui la differenza tra i dati misurati e quelli simulati sia contenuta entro ± 3 dB(A).

Nella seguente tabella si riportano i risultati della procedura di validazione del modello.

- ✓ colonna 1: codice identificativo dell'infrastruttura;
- ✓ colonna 2: codice identificativo della postazione di misura;
- ✓ colonne 3/4: livelli di rumore misurati nella postazione PR nel periodo di riferimento diurno e relativa differenza rispetto al livello misurato (valori espressi in dB(A));
- ✓ colonne 5/6: livelli di rumore misurati nella postazione PR nel periodo di riferimento notturno e relativa differenza rispetto al livello misurato (valori espressi in dB(A)).

Tabella 6 – Risultati della validazione del modello

1	2	Periodo di Riferimento DIURNO (6.00 – 22.00)			Periodo di Riferimento NOTTURNO (22.00 – 6.00)		
		3	4		5	6	
001	1_PR	68,8	67,0	-1,8	64,3	62,4	-1,9
005	5_PR	71,3	72,5	+1,2	66,6	66,8	+0,2

Dalla tabella è possibile evidenziare che si è ottenuta una buona correlazione fra i dati sperimentali ed i livelli simulati con scarti contenuti entro i 2 dB(A).

7. SIMULAZIONI ACUSTICHE

Il modello di propagazione acustica calibrato e validato mediante la procedura riportata nel capitolo precedente, è stato utilizzato per la simulazione del rumore prodotto dall'intero sviluppo delle 10 infrastrutture stradali oggetto di mappatura, all'interno di un'area di calcolo di ampiezza pari a 300 m per ciascun lato dell'infrastruttura.

Le simulazioni vengono effettuate utilizzando la procedura di calcolo definita rispettivamente dallo STANDARD EUROPEO, e portano alla produzione dei seguenti risultati:

- ✓ Mappatura acustica, definita secondo lo standard europeo, degli indicatori acustici L_{DEN} ed L_{NIGHT} . I risultati vengono riportati sia in formato cartografico che in formato numerico mediante la definizione degli shapefile di tipo "poligonale": *IT_a_DF8_2012_Roads_0039_NoiseAreaMap_LDEN.shp* e *IT_a_DF8_2012_Roads_0039_NoiseAreaMap_LNIGHT.shp*.

8. SINTESI DEI RISULTATI

Nel presente capitolo vengono riportati ed analizzati i risultati della mappatura acustica. Tali risultati sono forniti secondo quanto richiesto ai sensi degli Allegati IV e VI della Direttiva Europea 2002/49/CE (recepita dal D.Lgs 194/2005), e sono stati ricavati da una elaborazione dei risultati delle simulazioni introdotte nei precedenti capitoli. In particolare, nel presente paragrafo, vengono riportate le stime sotto forma di istogrammi e tabelle (assolute e percentuali) del numero delle persone esposte agli intervalli di L_{DEN} ed L_{NIGHT} previste dalla suddetta normativa. Per entrambe le elaborazioni, le percentuali sono espresse rispetto al numero di abitanti attribuito agli edifici ricadenti nell'area di calcolo definita, e quindi esposti alla rumorosità prodotta dai transiti dei veicoli sull'infrastruttura stradale oggetto di mappatura. Di seguito, si riporta il numero di abitanti attribuito a ciascuna infrastruttura oggetto di mappatura:

- ✓ **UnRoad_ID: 001** – SP 2 “Ludovica”: 4.053 persone;
- ✓ **UnRoad_ID: 002** – SP 20 “Calavorno Campia”: 2.003 persone;
- ✓ **UnRoad_ID: 003** – SP 3 “Lucchese Romana”: 2.620 persone;
- ✓ **UnRoad_ID: 004** – SP 26 “Sottomonte”: 2.578 persone;
- ✓ **UnRoad_ID: 005** – SP 29 “Marlia”: 3.862 persone;
- ✓ **UnRoad_ID: 006** – SP 23 “Romana”: 3.950 persone;
- ✓ **UnRoad_ID: 007** – SP 24 “Sant’Alessio”: 2.684 persone;
- ✓ **UnRoad_ID: 008** – SP 1 “Francigena”: 1.139 persone;
- ✓ **UnRoad_ID: 009** – SP 9 “Marina”: 3.049 persone;
- ✓ **UnRoad_ID: 010** – SP68 “Variante Querceta”: 1.012 persone.

Infine, le mappature acustiche sono state prodotte come curve isofoniche comprese nell'area di calcolo definita con riferimento, rispettivamente, agli indicatori acustici L_{DEN} (nell'intervallo tra 55 dB(A) e 75 dB(A)) ed L_{NIGHT} (nell'intervallo tra 50 dB(A) e 70 dB(A)). Nelle figure che seguono si riportano i grafici che individuano la percentuale di popolazione esposta al rumore stradale considerando gli indicatori europei L_{DEN} ed L_{NIGHT} .

Per l'indicatore L_{DEN} sono state utilizzate le seguenti fasce di esposizione al rumore stradale prodotto dai transiti dei mezzi:

- ✓ $L_{DEN} < 55$ dB(A);
- ✓ 55 dB(A) $\leq L_{DEN} < 60$ dB(A);
- ✓ 60 dB(A) $\leq L_{DEN} < 65$ dB(A);



STUDIO INTRE



VIE EN.RO.SE.
Ingegneria S.r.l.



PROVINCIA DI
LUCCA

- ✓ $64 \text{ dB(A)} \leq L_{\text{DEN}} < 70 \text{ dB(A)}$;
- ✓ $70 \text{ dB(A)} \leq L_{\text{DEN}} < 75 \text{ dB(A)}$;
- ✓ $L_{\text{DEN}} \geq 75 \text{ dB(A)}$.

Per l'indicatore L_{NIGHT} sono state utilizzate le seguenti fasce di esposizione al rumore stradale prodotto dai transiti dei mezzi:

- ✓ $L_{\text{NIGHT}} < 50 \text{ dB(A)}$;
- ✓ $50 \text{ dB(A)} \leq L_{\text{NIGHT}} < 55 \text{ dB(A)}$;
- ✓ $55 \text{ dB(A)} \leq L_{\text{NIGHT}} < 60 \text{ dB(A)}$;
- ✓ $60 \text{ dB(A)} \leq L_{\text{NIGHT}} < 65 \text{ dB(A)}$;
- ✓ $65 \text{ dB(A)} \leq L_{\text{NIGHT}} < 70 \text{ dB(A)}$;
- ✓ $L_{\text{NIGHT}} \geq 70 \text{ dB(A)}$.

Tabella 7 – Istogrammi della percentuale di popolazione esposta al rumore prodotto dal transito dei mezzi (L_{DEN})

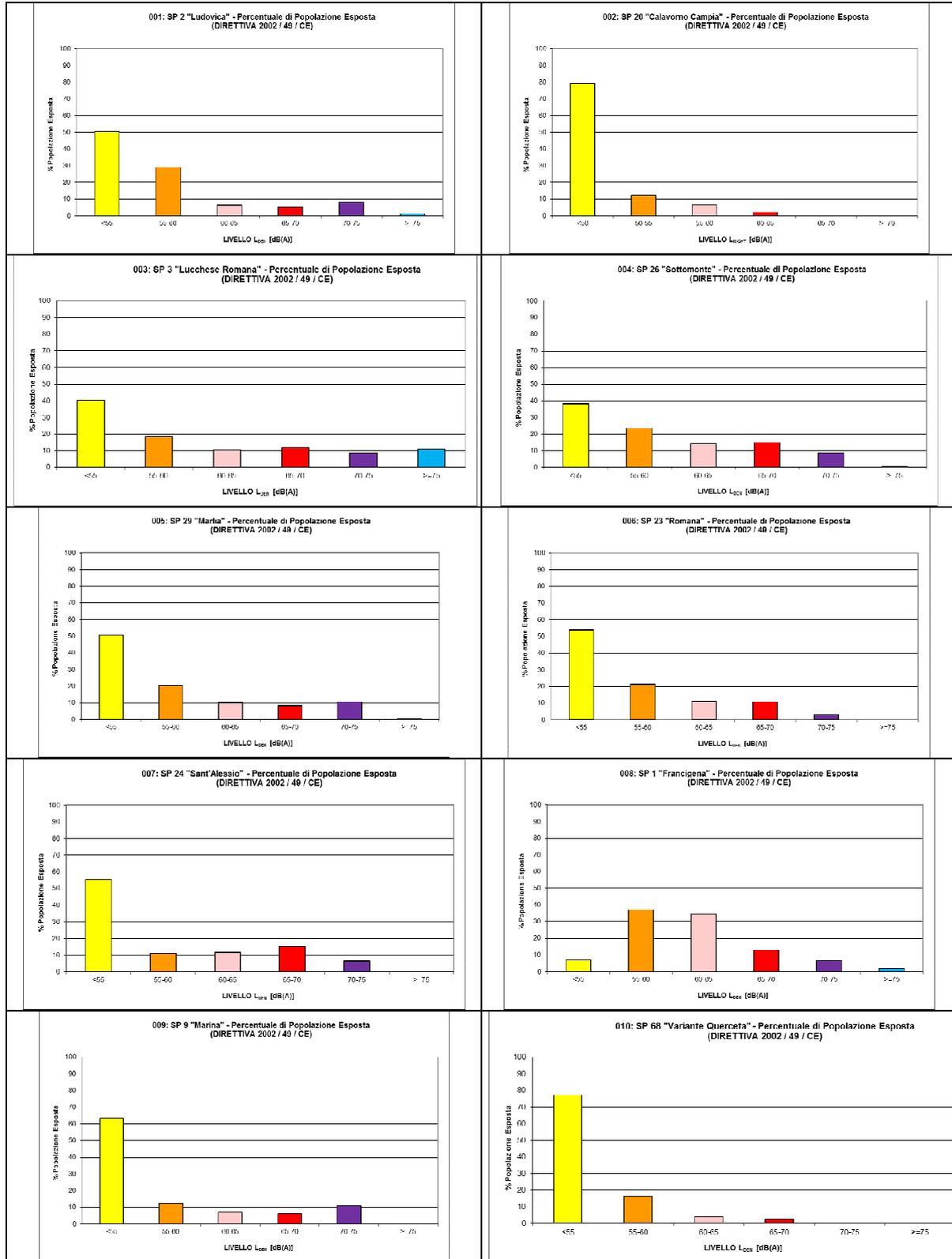
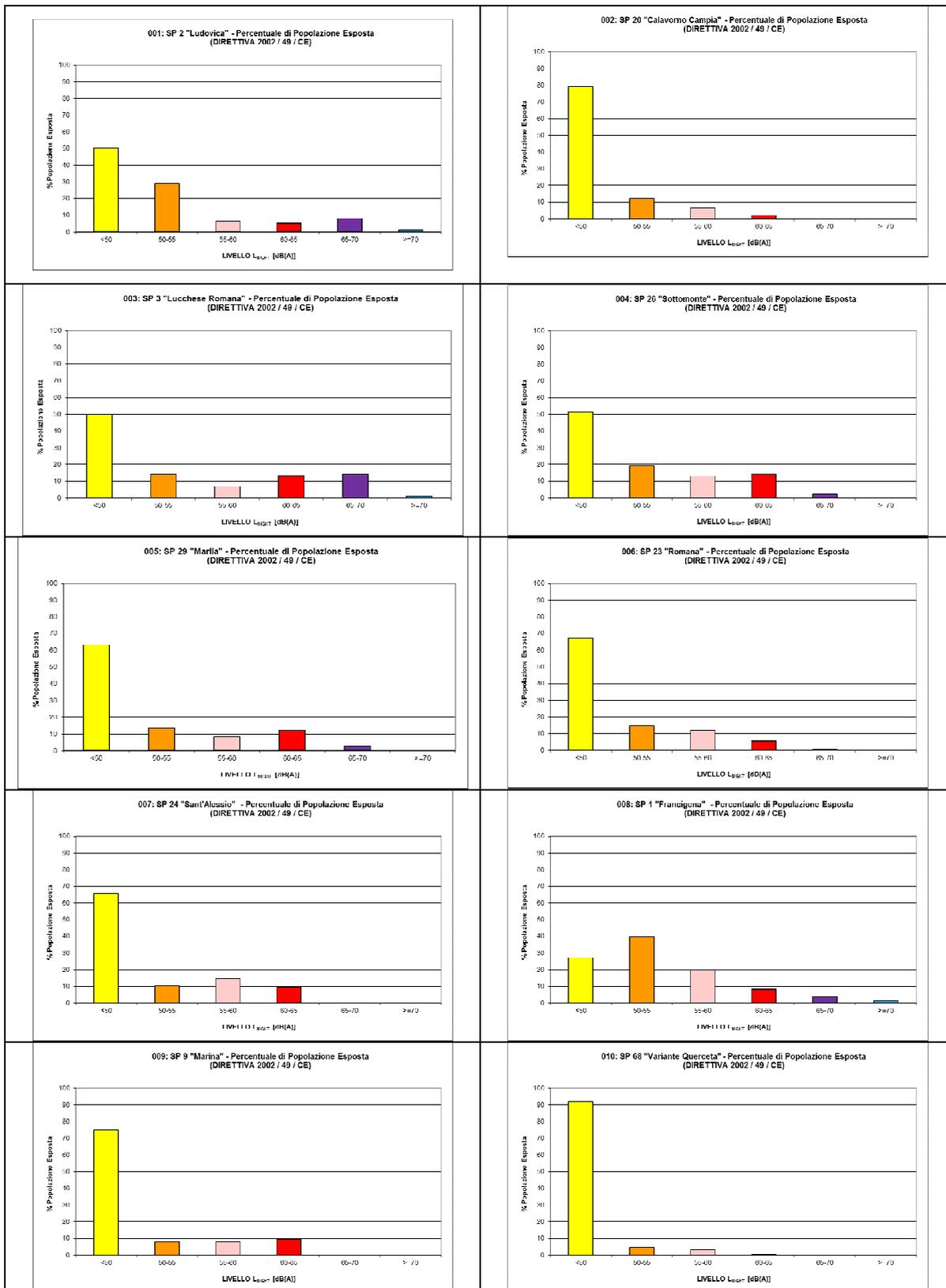


Tabella 8 – Istogramma della percentuale di popolazione esposta al rumore prodotto dal transito dei mezzi (L_{NIQT})



Nelle tabelle che seguono si riporta in forma di tabella il numero e la relativa percentuale di abitanti esposta al rumore stradale per l'indicatore L_{DEN} e L_{NIGHT} .

Tabella 9 – Numero e percentuale di abitanti esposti al rumore stradale (L_{DEN})

L_{DEN} [dB(A)] 001 – SP2	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<55	2042	50,4
55-60	1168	28,8
60-65	257	6,3
65-70	207	5,1
70-75	332	8,2
>75	47	1,2
TOTALE	4053	100,0

L_{DEN} [dB(A)] 002 – SP20	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<55	1252	62,5
55-60	352	17,6
60-65	228	11,4
65-70	149	7,4
70-75	22	1,1
>75	0	0,0
TOTALE	200	100,0

L_{DEN} [dB(A)] 003 – SP3	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<55	1051	40,1
55-60	480	18,3
60-65	275	10,5
65-70	306	11,7
70-75	222	8,5
>75	286	10,9
TOTALE	2620	100,0

L_{DEN} [dB(A)] 004 – SP26	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<55	983	38,1
55-60	605	23,5
60-65	368	14,3
65-70	384	14,9
70-75	217	8,4
>75	21	0,8
TOTALE	2578,0	100,0

L _{DEN} [dB(A)] 005 – SP29	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<55	1957	50,7
55-60	784	20,3
60-65	386	10,0
65-70	319	8,3
70-75	404	10,5
>75	12	0,3
TOTALE	3862	100,0

L _{DEN} [dB(A)] 006 – SP23	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<55	2121	53,7
55-60	837	21,2
60-65	441	11,2
65-70	428	10,8
70-75	123	3,1
>75	0	0,0
TOTALE	3950	100,0

L _{DEN} [dB(A)] 007 – SP24	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<55	1488	55,4
55-60	301	11,2
60-65	314	11,7
65-70	405	15,1
70-75	176	6,6
>75	0	0,0
TOTALE	2684	100,0

L _{DEN} [dB(A)] 008 – SP1	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<55	80	7,0
55-60	423	37,1
60-65	393	34,5
65-70	146	12,8
70-75	76	6,7
>75	21	1,8
TOTALE	1139	100,0

L _{DEN} [dB(A)] 009 – SP9	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<55	1931	63,3
55-60	381	12,5
60-65	219	7,2
65-70	186	6,1
70-75	332	10,9
>75	0	0,0
TOTALE	3049	100,0

L _{DEN} [dB(A)] 010 – SP68	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<55	782	77,3
55-60	165	16,3
60-65	40	4,0
65-70	25	2,5
70-75	0	0,0
>75	0	0,0
TOTALE	1012	100,0

Tabella 10 – Numero e percentuale di abitanti esposti al rumore stradale (L_{NIGHT})

L _{NIGHT} [dB(A)] 001 – SP2	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<50	2826	69,7
50-55	611	15,1
55-60	159	3,9
60-65	355	8,8
65-70	102	2,5
>70	0	0,0
TOTALE	4053	100,0

L _{NIGHT} [dB(A)] 002 – SP20	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<50	1588	79,3
50-55	242	12,1
55-60	132	6,6
60-65	41	2,0
65-70	0	0,0
>70	0	0,0
TOTALE	2003	100,0

L _{NIGHT} [dB(A)] 003 – SP3	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<50	1300	49,6
50-55	379	14,5
55-60	183	7,0
60-65	352	13,4
65-70	379	14,5
>70	27	1,0
TOTALE	2620	100,0

L _{NIGHT} [dB(A)] 004 – SP26	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<50	1326	51,4
50-55	494	19,2
55-60	333	12,9
60-65	364	14,1
65-70	61	2,4
>70	0	0,0
TOTALE	2578	100,0

L _{NIGHT} [dB(A)] 005 – SP29	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<50	2441	63,2
50-55	527	13,6
55-60	324	8,4
60-65	467	12,1
65-70	103	2,7
>70	0	0,0
TOTALE	3862	100,0

L _{NIGHT} [dB(A)] 006 – SP23	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<50	2661	67,4
50-55	575	14,6
55-60	473	12,0
60-65	221	5,6
65-70	20	0,5
>70	0	0,0
TOTALE	3950	100,0

L _{NIGHT} [dB(A)] 007 – SP24	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<50	1762	65,6
50-55	277	10,3
55-60	390	14,5
60-65	255	9,5
65-70	0	0,0
>70	0	0,0
TOTALE	2684	100,0

L _{NIGHT} [dB(A)] 008 – SP1	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<50	310	27,2
50-55	452	39,7
55-60	226	19,8
60-65	94	8,3
65-70	43	3,8
>70	14	1,2
TOTALE	1139	100,0

L _{NIGHT} [dB(A)] 009 – SP9	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<50	2281	74,8
50-55	250	8,2
55-60	238	7,8
60-65	280	9,2
65-70	0	0,0
>70	0	0,0
TOTALE	3049	100,0

L _{NIGHT} [dB(A)] 010 – SP68	Popolazione (abitanti)	
	Numero di abitanti	Percentuale (%)
<50	932	92,1
50-55	47	4,6
55-60	30	3,0
60-65	3	0,3
65-70	0	0,0
>70	0	0,0
TOTALE	1012	100,0

9. CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati riportati nel capitolo precedente è possibile trarre le seguenti conclusioni relativamente alle percentuali di popolazione esposta e considerando gli indicatori previsti dalla Direttiva Europea (L_{DEN} , L_{NIGHT}).

UnRoad ID: 001 – SP2 “Ludovica” (totali esposti 4.053 persone):

- ✓ circa il 50% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 55 dB(A) (relativamente al periodo giorno-sera-notte, L_{DEN});
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 65 dB(A) di L_{DEN} risultano essere circa il 15%;
- ✓ circa il 56% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 50 dB(A) (relativamente al periodo notte, L_{NIGHT});
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 60 dB(A) di L_{NIGHT} risultano essere circa il 12%.

UnRoad ID: 002 – SP20 “Calavorno Campia” (totali esposti 2.003 persone):

- ✓ circa il 63% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 55 dB(A) (relativamente al periodo giorno-sera-notte, L_{DEN});
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 65 dB(A) di L_{DEN} risultano essere circa il 20%;
- ✓ circa il 79% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 50 dB(A) (relativamente al periodo notte, L_{NIGHT});
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 60 dB(A) di L_{NIGHT} risultano essere circa il 9%.

UnRoad ID: 003 – SP3 “Lucchese Romana” (totali esposti 2.620 persone):

- ✓ circa il 40% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 55 dB(A) (relativamente al periodo giorno-sera-notte, L_{DEN});
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 65 dB(A) di L_{DEN} risultano essere circa il 31%;
- ✓ circa il 50% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 50 dB(A) (relativamente al periodo notte, L_{NIGHT});

- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 60 dB(A) di L_{NIGHT} risultano essere circa il 29%.

UnRoad ID: 004 – SP26 “Sottomonte” (totali esposti 2.578 persone):

- ✓ circa il 38% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 55 dB(A) (relativamente al periodo giorno-sera-notte, L_{DEN});
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 65 dB(A) di L_{DEN} risultano essere circa il 24%;
- ✓ circa il 51% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 50 dB(A) (relativamente al periodo notte, L_{NIGHT});
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 60 dB(A) di L_{NIGHT} risultano essere circa il 17%.

UnRoad ID: 005 – SP29 “Marlia” (totali esposti 3.862 persone):

- ✓ circa il 51% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 55 dB(A) (relativamente al periodo giorno-sera-notte, L_{DEN});
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 65 dB(A) di L_{DEN} risultano essere circa il 19%;
- ✓ circa il 63% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 50 dB(A) (relativamente al periodo notte, L_{NIGHT});
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 60 dB(A) di L_{NIGHT} risultano essere circa il 15%.

UnRoad ID: 006 – SP23 “Romana” (totali esposti 3.950 persone):

- ✓ circa il 54% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 55 dB(A) (relativamente al periodo giorno-sera-notte, L_{DEN});
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 65 dB(A) di L_{DEN} risultano essere circa il 14%;
- ✓ circa il 68% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 50 dB(A) (relativamente al periodo notte, L_{NIGHT});
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 60 dB(A) di L_{NIGHT} risultano essere circa il 6%.

UnRoad ID: 007 – SP24 “Sant’Alessio” (totali esposti 2.684 persone):

- ✓ circa il 55% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 55 dB(A) (relativamente al periodo giorno-sera-notte, L_{DEN});
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 65 dB(A) di L_{DEN} risultano essere circa il 22%;
- ✓ circa il 66% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 50 dB(A) (relativamente al periodo notte, L_{NIGHT});
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 60 dB(A) di L_{NIGHT} risultano essere circa il 10%.

UnRoad ID: 008 – SP1 “Francigena” (totali esposti 1.139 persone):

- ✓ circa il 7% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 55 dB(A) (relativamente al periodo giorno-sera-notte, L_{DEN});
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 65 dB(A) di L_{DEN} risultano essere circa il 21%;
- ✓ circa il 27% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 50 dB(A) (relativamente al periodo notte, L_{NIGHT});
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 60 dB(A) di L_{NIGHT} risultano essere circa il 13%.

UnRoad ID: 009 – SP9 “Marina” (totali esposti 3.049 persone):

- ✓ circa il 63% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 55 dB(A) (relativamente al periodo giorno-sera-notte, L_{DEN});
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 65 dB(A) di L_{DEN} risultano essere circa il 17%;
- ✓ circa il 75% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 50 dB(A) (relativamente al periodo notte, L_{NIGHT});
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 60 dB(A) di L_{NIGHT} risultano essere circa il 9%.

UnRoad ID: 010 – SP68 “Variante Querceta” (totali esposti 1.012 persone):

- ✓ circa il 77% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 55 dB(A) (relativamente al periodo giorno-sera-notte, L_{DEN});



STUDIO INTRE



VIE EN.RO.SE.
Ingegneria S.r.l



PROVINCIA DI
LUCCA

- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 65 dB(A) di L_{DEN} risultano essere circa il 3%;
- ✓ circa il 92% della popolazione residente negli edifici esposti al rumore prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale oggetto di mappatura risulta esposta ad un livello di rumore contenuto entro 50 dB(A) (relativamente al periodo notte, L_{NIGHT});
- ✓ gli esposti a livelli acustici superiori ai 60 dB(A) di L_{NIGHT} risultano essere circa il 0%.

IL PRESENTE ELABORATO SI COMPONE DI 41 PAGINE.

QUESTO DOCUMENTO E' STATO REDATTO

DAL DOTT. ING. FRANCESCO BORCHI

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA AMBIENTALE N. 38 DELLA PROVINCIA DI FIRENZE

CON LA COLLABORAZIONE

DEL DOTT. ING. ANDREA GUIDO FALCHI

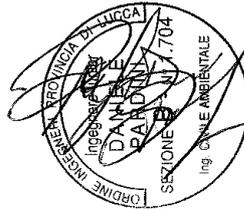
TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA AMBIENTALE N. 120 DELLA PROVINCIA DI FIRENZE

IL PRESENTE RAPPORTO E' STATO CONSEGNATO

IN DATA 15/09/2012

PER STUDIO INTRE E VIE EN.RO.SE. INGEGNERIA S.R.L.

DOTT. ING. DANIELE PARDINI (STUDIO INTRE)



DOTT. ING. SERGIO LUZZI (VIE EN.RO.SE. INGEGNERIA)



DOTT. ING. FRANCESCO BORCHI (VIE EN.RO.SE. INGEGNERIA)

