



**MAPPATURA ACUSTICA DELL'AGGLOMERATO DI
LIVORNO
(AG_IT_00_00021)**

**ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2002/49/CE RELATIVA ALLA
DETERMINAZIONE E GESTIONE DEL RUMORE AMBIENTALE**

**Relazione Illustrativa
Ottobre 2022**

DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N° 194

MOD. 4_DA

Rev.00

Riferimenti

Titolo	MAPPATURA ACUSTICA DELL'AGGLOMERATO DI Livorno
Cliente	Comune di Livorno
Pratica	-
Autore	Dott. Francesco Bianco, Prof. Francesco Fidecaro
Verificato	Ing. Fabio Brocchi, Ing. Walter Giagoni
Data	31 Ottobre 2022

IPOOL s.r.l.
Via Cocchi n.7
56121 Pisa
Telefono +39 050 6207948
Mail acustica@i-pool.it

Dipartimento di Fisica "E.Fermi" – Università di Pisa
L.go B. Pontecorvo,3
56127 Pisa
Telefono +39 050 2214000
Mail amministrazione@df.unipi.it

Sommario

1	INTRODUZIONE GENERALE	5
2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	7
2.1	Limiti di cui al D.P.C.M. 14/11/1997	8
2.2	Limiti di cui al D.P.R. 142/2004	10
2.3	Limiti di cui al D.P.R. 459/1998	11
2.4	Decreto 29/11/2000.....	12
2.5	DLgs 19/08/2005 n°194	12
3	DESCRIZIONE DELL'AGGLOMERATO	14
3.1	Autorità Competente	14
3.2	Ritratto dell'agglomerato	15
4	PROGRAMMI DI CONTENIMENTO DEL RUMORE.....	17
5	METODI DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI.....	18
5.1	Dati di input della modellazione.....	18
5.1.1	Definizioni delle aree di calcolo.....	18
5.1.2	Modello digitale del Terreno	18
5.1.3	Copertura del suolo	18
5.1.4	Modellazione degli edifici.....	19
5.1.5	Dato della popolazione	19
5.1.6	Sorgente "Traffico Stradale"	20
5.1.7	Major Roads	22
5.1.8	Rumore Ferroviario.....	24
5.1.9	Rumore Industriale	25
5.1.10	Interventi di mitigazione acustica	27
5.2	Software e standard di calcolo utilizzati	30
5.2.1	Validazione del modello.....	31
5.2.2	Mappe Acustiche e Mappatura Strategica	34
5.2.3	Calcolo in facciata dei residenti e degli edifici esposti	34
6	STIMA DEI RESIDENTI E DEGLI EDIFICI ESPOSTI A LIVELLI SONORI IN FASCE	

STABILITE E RICETTORI SENSIBILI	36
7 SINTESI DEI RISULTATI.....	37
8 MATERIALE TRASMESSO.....	42
9 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	43

Allegato A: Schede di misura fonometrica e risultati indagine di flussi di traffico.

1 INTRODUZIONE GENERALE

In base a quanto richiesto dal D.Lgs. n.194 del 19/08/2005, quale recepimento ed attuazione della Direttiva Europea 2002/49/CE, è previsto l'obbligo da parte degli agglomerati urbani con popolazione maggiore di 100.000 abitanti di elaborare la Mappatura Acustica Strategica nonché i Piani d'Azione per l'abbattimento del rumore ambientale in recepimento alla Direttiva Europea 2002/49/CE.

Il presente documento descrive la procedura adottata per la stima dei livelli di rumore per l'agglomerato del Comune di Livorno. In particolare, viene descritto in dettaglio il processo che ha condotto alla scelta della base dati di emissione e dell'algoritmo di propagazione acustica.

Sono stati utilizzati gli algoritmi di calcolo raccomandati dalla Comunità Europea, con riferimento alla Direttiva 2015/996/UE del 19 maggio 2015, che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, entrata in vigore il 1° gennaio 2020. Le simulazioni acustiche sono pertanto effettuate utilizzando i metodi comuni per la valutazione del rumore nell'Unione Europea (standard di calcolo "CNOSSOS-EU").

Si è fatto riferimento, inoltre, al documento "Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure" (WG-AEN/2007), e alla norma tecnica UNI/TS 11387:2010 "Acustica - Linee guida alla mappatura acustica e mappatura acustica strategica - Modalità di stesura delle mappe". Tali documenti forniscono strumenti e metodologie riguardanti l'immissione degli input, come sopperire alla mancanza di informazioni, valutazioni riguardanti l'incertezza delle ipotesi assunte.

La Commissione Europea ha inoltre emanato linee guida e documenti relativi alle procedure con cui effettuare le mappe acustiche e trasmettere i relativi dati agli enti interessati.

Tali procedure sono state recepite in Italia all'interno di specifiche Linee Guida per la predisposizione delle Mappe Acustiche e delle Mappe Acustiche Strategiche emesse a marzo 2022 (Registro Ufficiale del Ministero della Transizione Ecologica – MiTE numero 0029946 del 09/03/2022), che si compongono delli seguenti documenti di riferimento:

- 1) "Specifiche tecniche per la predisposizione e la consegna dei set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e alle mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/2005), marzo 2022";
- 2) "Specifiche tecniche per la compilazione dei metadati relativi ai set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e alle mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/2005), marzo 2022";

- 3) “Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore - Linee guida, marzo 2022”;
- 4) Schemi, in formato GeoPackage (.gpkg), predisposti dall’Agenzia europea dell’ambiente per la notifica delle sorgenti di rumore (DF1_5):
- 5) Schemi, in formato excel (.xls), per la dichiarazione delle autorità competenti (DF2) per la redazione e trasmissione delle mappature acustiche e delle mappe acustiche strategiche;
- 6) Schemi, in formato GeoPackage (.gpkg), predisposti dall’Agenzia europea dell’ambiente per le mappature acustiche e le mappe acustiche strategiche delle sorgenti dichiarate (DF4_8):
- 7) “Environmental Noise Directive 2002/49/EC (END) - Data model documentation version 4.1”;
- 8) “Environmental Noise Directive - Reporting guidelines - DF1_5 Noise sources – December 2021, Version 1.1”;
- 9) “Environmental Noise Directive - Reporting guidelines – DF4_8 Strategic noise maps - December 2021, version 1.1”;
- 10) “Creating unique thematic identifiers for the END data model, luglio 2021, Version: 1.0”

2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Si riportano ora le normative che interessano la valutazione e la descrizione dello stato di inquinamento acustico del territorio interessato dall'Agglomerato di Livorno.

Riferimenti legislativi italiani e comunitari:

- Legge 447/95 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" (e suoi successivi decreti attuativi).
- D.M. Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".
- Disciplinare Elaborazione Mappatura Acustica e Piani d'Azione del 04 settembre 2020.
- 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 (UE) 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- DIRETTIVA (UE) 2015/996 della commissione del 19 maggio 2015 che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

Riferimenti normativi e tecnici:

- European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) "Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure" – Version 2, 13/08/2007
- Metodi comuni per la valutazione del rumore nell'Unione Europea ("CNOSSOS-EU");
- Linee Guida per la predisposizione delle Mappe Acustiche e delle Mappe Acustiche Strategiche emesse a marzo 2022 (Registro Ufficiale del Ministero della Transizione Ecologica – MiTE numero 0029946 del 09/03/2022).

2.1 Limiti di cui al D.P.C.M. 14/11/1997

Tale decreto disciplina i valori limite di emissione e di immissione (assoluto e differenziale) ed i valori di attenzione e qualità definiti dalla legge quadro associandoli alle classi acustiche, ovvero alle diverse zone che compongono la classificazione acustica del territorio comunale. Di seguito viene riportata la definizione delle diverse classi acustiche introdotta dal decreto.

CLASSE I - aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.

CLASSE II - aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali

CLASSE III- aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici

CLASSE IV - aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.

CLASSE V - aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.

CLASSE VI - aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

Tutti i limiti e i valori di qualità sono riferiti ai periodi di riferimento diurno (dalle ore 6:00 alle 22:00) e notturno (dalle ore 22:00 alle ore 6:00).

Si riportano le 6 classi acustiche in cui risulta suddiviso il territorio comunale del Comune di Livorno, con associati i relativi limiti:

Tabella 1: Limiti di immissione da DPCM 14/11/1997

Classi di destinazione d'uso del territorio		L _{diurno} (06:00-22:00) dB(A)	L _{notturno} (22:00-06:00) dB(A)
I	Aree particolarmente protette	50	40
II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	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

2.2 Limiti di cui al D.P.R. 142/2004

I limiti di rumore nell'ambiente esterno per le infrastrutture stradali sono fissati dal D.P.R. 142/2004 all'interno di fasce di pertinenza acustica definite come "striscia di terreno misurata in proiezione orizzontale, per ciascun lato dell'infrastruttura, a partire dal confine stradale". La tabella che segue riporta i limiti vigenti per le infrastrutture viarie esistenti.

Tabella 2: 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						

2.3 Limiti di cui al D.P.R. 459/1998

Il decreto (*"Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26/10/1995, n.447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"*) stabilisce fasce territoriali di pertinenza acustica, all'interno delle quali fissa valori limite assoluti di immissione, distinti nei due periodi di riferimento (diurno o notturno), differenti per le linee esistenti o di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 Km/h e per le nuove linee ferroviarie con velocità di progetto superiore a 200 Km/h (alta velocità). I limiti di immissione al di fuori della fascia di pertinenza, sono quelli stabiliti nel DPCM 14/11/97.

I limiti di rumore nell'ambiente esterno per le infrastrutture ferroviarie sono fissati dal D.P.R. 459/1998 all'interno di fasce di pertinenza acustica definite "a partire dalla mezzzeria dei binari esterni e per ciascun lato" di larghezza pari a 250 m. Nel caso la fascia sia divisa in due parti quella denominata fascia A è la striscia di terreno più vicina all'infrastruttura, della larghezza di m 100, quella denominata fascia B è la striscia di terreno della larghezza di m 150 che parte dal confine della fascia A.

La tabella che segue sintetizza i vari limiti vigenti.

Tabella 3: Ampiezza delle fasce di pertinenza e limiti di immissione relativi ad infrastrutture ferroviarie esistenti e di nuova realizzazione

Tipo di infrastruttura	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, Ospedali, case di cura e riposo		Altri ricettori	
		L _{diurno} dB(A)	L _{notturno} dB(A)	L _{diurno} dB(A)	L _{notturno} dB(A)
esistente	100 (fascia A)	50	40	70	60
	150 (fascia B)	50	40	65	55
di nuova realizzazione con velocità ≤200km/h	100 (fascia A)	50	40	70	60
	150 (fascia B)	50	40	65	55
di nuova realizzazione con velocità >200km/h	250	50	40	65	55

*: Per le scuole vale solo il limite diurno

2.4 Decreto 29/11/2000

Il decreto (*"Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"*) costituisce un documento di rilevanza strategica al fine del perseguimento degli obiettivi di tutela dall'inquinamento acustico: in esso vengono infatti definiti obblighi, criteri e scadenze con cui le società e gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, ivi comprese le autostrade, predispongono i piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore prodotto nell'esercizio delle infrastrutture stesse. Il decreto stabilisce anche un criterio per la definizione delle priorità degli interventi.

2.5 DLgs 19/08/2005 n°194

Il Dlgs 19 agosto 2005, n. 194 è stato emanato per attuare e recepire la direttiva 2002/49/CE sul rumore ambientale.

Tale decreto stabilisce, in conformità con la direttiva 2002/49/CE, che le Autorità competenti mettano a punto le mappature acustiche e i piani d'azione, destinati a gestire e contenere nei loro territori i problemi di inquinamento acustico, nonché ad evitare aumenti del rumore nelle zone silenziose, per gli agglomerati urbani con più di 100.000 abitanti e per le principali infrastrutture di trasporto (assi stradali su cui transitano più di tre milioni di veicoli all'anno, assi ferroviari su cui transitano più di 30 000 convogli all'anno ed aeroporti principali con più di 50.000 movimenti/anno). Stabilisce infine che venga assicurata l'informazione e la partecipazione del pubblico.

Il provvedimento non trova applicazione per il rumore generato dalla persona esposta, dalle attività domestiche, proprie o del vicinato, né per il rumore sul posto di lavoro prodotto dalla stessa attività lavorativa o a bordo dei mezzi di trasporto o dovuto ad attività militari svolte nelle zone militari.

Definizione degli Indicatori della Mappatura Strategica ai sensi del D.Lgs. 19/08/2005 n°194

È importante evidenziare che il Decreto ha definito i periodi di riferimento giorno, sera e notte utili alla definizione del descrittore LDEN in maniera differente rispetto alla Direttiva 2002/49/CE.

In particolare, il periodo giorno-sera-notte viene così suddiviso:

- Lday (livello giorno) dalle 06:00 alle 20:00 (durata 14 ore);

- Levening (livello sera) dalle 20:00 alle 22:00 (durata 2 ore);
- Lnight (livello notte) dalle 22:00 alle 6:00 (durata 8 ore).

Il periodo di riferimento notturno utilizzato per valutare il livello L_{night} coincide così con quello attualmente utilizzato per determinare il livello $L_{eq}(A)$ notturno come definito nella Legge quadro n. 447/95.

Il Livello LDEN per l'Italia è quindi definito dalla seguente formula:

$$L_{den} = 10 \log \frac{1}{24} (14 * 10^{L_{day}/10} + 2 * 10^{(L_{evening} + 5)/10} + 8 * 10^{(L_{night} + 10)/10}) \quad [dB]$$

con

- L_{day} è il livello sonoro medio a lungo termine ponderato "A" determinato sull'insieme dei periodi diurni di un anno;
- $L_{evening}$ è il livello sonoro medio a lungo termine ponderato "A" determinato sull'insieme dei periodi serali di un anno;
- L_{night} è il livello sonoro medio a lungo termine ponderato "A" determinato sull'insieme dei periodi notturni di un anno.

3 DESCRIZIONE DELL'AGGLOMERATO

3.1 Autorità Competente

Si riportano le informazioni riguardo l'autorità competente relativamente all'adozione della presente Mappatura Acustica Strategica.

Dipartimento Lavori Pubblici ed Assetto del Territorio
Settore Ambiente e Verde
Ufficio Rifiuti ed Igiene Ambientale

3.2 Ritratto dell'agglomerato

L'agglomerato di Livorno (codice univoco IT_a_ag00021) è coincidente con il comune di Livorno, capoluogo dell'omonima provincia in Toscana, così come designato dalla Delibera 1106 di Giunta Regionale del 22-12-2008. L'agglomerato è quindi costituito da tutta e sola la superficie del comune di Livorno (circa 105 Km²) per un totale di circa 159.000 abitanti.

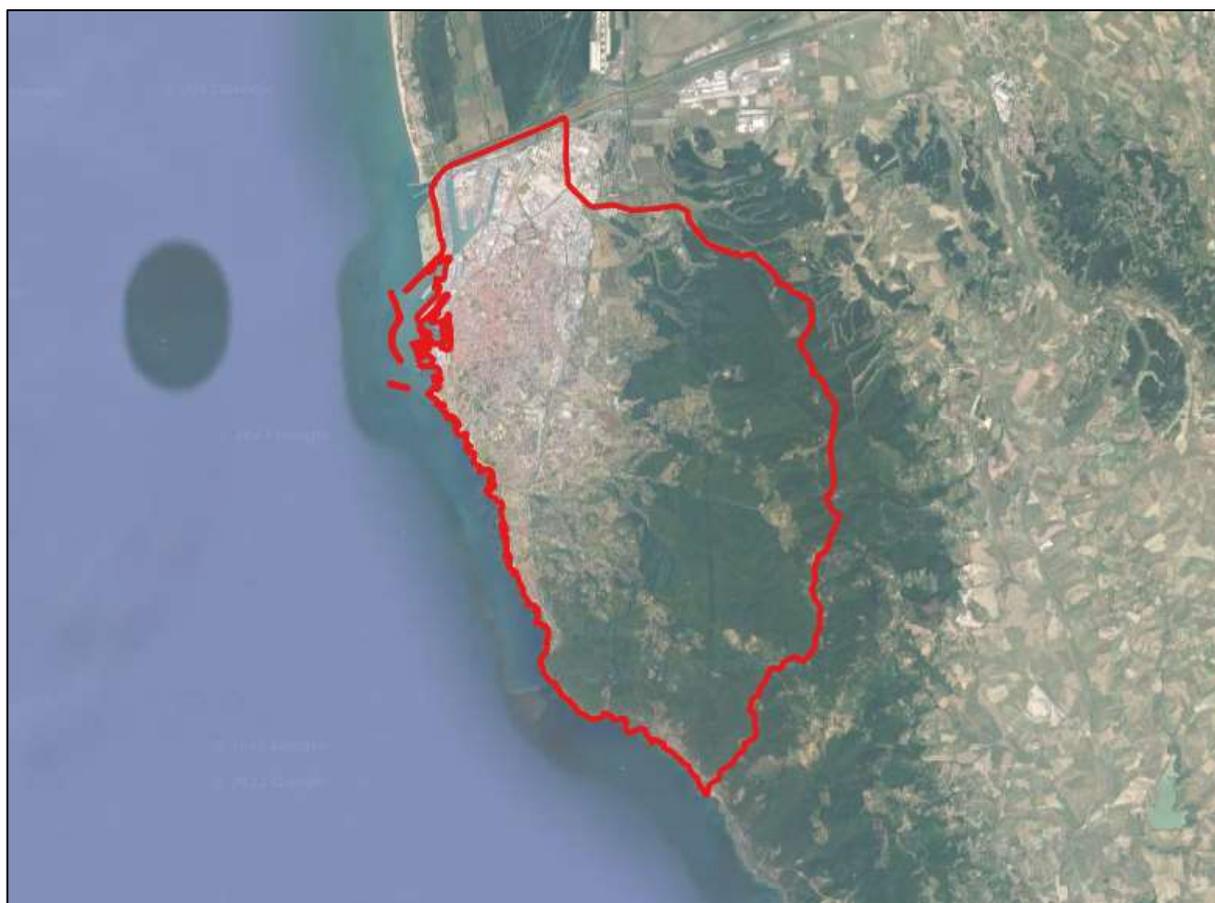


Figura 1: Confini amministrativi Agglomerato di Livorno

Il territorio comunale si estende su un terreno generalmente pianeggiante, tra il canale Scolmatore a nord, il mar Ligure ad ovest, le colline livornesi ad est e a sud.

Il territorio comunale è tagliato in due "da nord a sud" dalla variante Aurelia: la parte di territorio comunale ad ovest della variante, lato mare, è quella notevolmente più popolata, che comprende i quartieri centrali, il porto e i quartieri a mare; la parte ad est della variante, verso le colline, consta di case sparse e piccole frazioni scarsamente abitate. La zona industriale è nella parte nord della città, così come il porto industriale (nord-ovest). Le altre principali arterie che attraversano la città sono la strada SS1 Aurelia, che in città diventa

comunale, prendendo denominazioni differenti (Via Firenze, via Alfieri, via Nievo, via Sauro, via Petrarca, via Boccaccio), e scorre quasi ovunque con 4 corsie su carreggiate divise da spartitraffico, e poi via delle Sorgenti, via della Cinta esterna, via del Litorale, viale Italia.

Come la variante Aurelia, anche la ferrovia corre da nord a sud tagliando in due il Comune.

Il presente aggiornamento della mappatura acustica strategica consta di:

- Calcolo dell'esposizione della popolazione sul numero aggiornato di residenti opportunamente distribuito sull'edificato esistente al 2021;
- Recepimento della mappa acustica di RFI aggiornata nel 2021;
- Aggiornamento la mappa acustica delle infrastrutture stradali.

Di conseguenza è stata svolta una raccolta delle misure disponibili e una indagine fonometrica e di flusso di traffico nei seguenti punti:

- viale Giosuè Carducci;
- viale Nazario Sauro;
- viale Vittorio Alfieri.

Le schede di misura sono allegate alla presente relazione nella sezione ALLEGATO A.

4 PROGRAMMI DI CONTENIMENTO DEL RUMORE

Per la determinazione degli interventi di mitigazione acustica attualmente presenti negli scenari di simulazione, sono stati reperiti i dati di dettaglio relativamente a:

- Barriere antirumore installate nelle varie tratte (ivi comprese le barriere presenti su viadotti e/o sopraelevate);
- Dossi, dune, elementi orografici, muri a retta etc

In particolare, è stata effettuata una verifica visiva, attraverso il software commerciale Google Earth, della presenza dei suddetti elementi, i quali sono stati inseriti e modellati all'interno software di calcolo.

Sono stati recepiti inoltre interventi realizzati nel 2018 di asfalti a bassa rumorosità nelle seguenti viabilità, come trasmesso dall'Autorità Competente:

- Via Palestro (3045,54 m²);
- Viale della Libertà (tratto Viale Mameli – Via Vannucci) (4938,91 m²).

5 METODI DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI

I dati di input utilizzati per la costruzione del modello acustico di simulazione del rumore sono stati in parte forniti dalla committenza e in parte sono stati ricavati da elaborazioni. La base dati territoriale è costituita dai seguenti elementi:

- Definizione delle aree di calcolo.
- Dati per la costruzione del modello del terreno.
- Dati per l'assegnazione della copertura del suolo.
- Dati per la modellazione degli edifici.
- Dati relativi alla popolazione.
- Dati per la modellazione delle sorgenti.
- Dati ottenuti da altri gestori.
- Interventi di mitigazione acustica attualmente presenti.

5.1 Dati di input della modellazione

5.1.1 Definizioni delle aree di calcolo

Si è considerata, come area di calcolo, l'intera estensione del territorio comunale dell'agglomerato di Livorno.

5.1.2 Modello digitale del Terreno

Il DTM (Digital Terrain Model) è una rappresentazione digitale della morfologia del terreno, la quale viene definita all'interno del software di simulazione utilizzando dati di input che restituiscono il modello tridimensionale del territorio.

Per la costruzione della base territoriale su cui sono state effettuate le simulazioni acustiche, sono stati reperite le curve di livello contenenti come attributo principale la quota z (altezza assoluta della curva rispetto al livello del mare).

La modellazione di ponti e/o viadotti è stata effettuata posizionando gli stessi all'altezza effettiva rispetto alla quota di terra. Allo stesso modo, sono state valutate gallerie e sopraelevate.

5.1.3 Copertura del suolo

La definizione delle caratteristiche acustiche di copertura del suolo è stata effettuata sulla base delle destinazioni d'uso del territorio fornite dallo strato informativo CLC,

realizzato nell'ambito del progetto europeo Corine Land Cover , e dei valori di assorbimento del terreno forniti dalle linee guida "Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure" (GPG2), redatte dal gruppo di lavoro della Commissione Europea sulla valutazione dell'esposizione al rumore (WG-AEN);DTM (Digital Terrain Model).

5.1.4 Modellazione degli edifici

Il tematismo dell'edificato riveste nel modello acustico molteplici funzioni. In città 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 è 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 aree di calcolo.

In questa fase, il database dell'edificato è stato verificato e aggiornato alla situazione attuale utilizzando prevalentemente i software commerciali di visualizzazione territoriale (Google Maps, Google Earth e simili). In particolare, è stata posta attenzione all'attuale assetto dei luoghi aggiungendo, eliminando o modificando ciascun singolo fabbricato.

Per ciascun fabbricato sono stati definiti i seguenti attributi principali:

- Tipologia di ciascun edificio, suddivisa tra "residenziali", "scuola", "ospedali", "ausiliario" (quest'ultima contenete tutti gli edifici che non rientrano nelle altre categorie, ovvero edifici industriali, commerciali, sportivi, di culto, amministrativi, assimilabili a ruderi e/o baracche, tettoie ecc.).
- Altezza fuori terra.
- Numero di abitanti attribuiti a ciascun edificio (cfr. Prossimo paragrafo).

S specifica che, al fine di garantire una migliore rappresentatività dell'edificato, sono stati considerati i singoli blocchi costituenti i differenti edifici, avendo cura di assegnare ad ogni blocco opportuna altezza e numero di abitanti. Visa tale assunzione, per quanto riguarda gli edifici sanitari e scolastici, sono stati considerati pertanto i singoli edifici costituenti i complessi edilizi, anche in fase di calcolo dell'esposizione in facciata degli stessi.

5.1.5 Dato della popolazione

La determinazione del dato di popolazione è stata effettuata mediante lo studio delle sezioni censuarie più recenti e la popolazione associata al singolo edificio è stata stimata

in ambiente GIS attraverso processi di media basata sulla densità volumetrica in relazione alla sezione censuaria di riferimento.

5.1.6 Sorgente "Traffico Stradale"

La sorgente di rumore "traffico stradale" è stata desunta dal grafo riportante i tratti di infrastruttura stradale oggetto di mappatura.

Ciascun elemento stradale è composto da archi viari, posti sulla mezzera di ogni carreggiata. Sono state adottate le seguenti ipotesi relative alla modellazione della sorgente specifica:

- 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;

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 tramite informazioni fornite dall'amministrazione coadiuvate da misure effettuate in loco mediante apposita strumentazione contatraffico.

Ognuna di queste singole sorgenti è stata caratterizzata mediante flussi veicolari e velocità ripartiti per categoria di veicolo (seguendo la definizione delle categorie data da CNOSSOS) e suddivisi per i periodi di riferimento temporali definiti dalla Direttiva 2002/49/CE (day dalle ore 6 alle ore 20, evening dalle ore 20 alle ore 22 e night dalle ore 22 alle ore 6).

I flussi veicolari della rete, suddivisi per categoria di veicoli e periodo di riferimento temporale, oltre che le corrispettive velocità, sono stati ottenuti da specifiche elaborazioni e consolidati modelli di traffico, oltre che da misure effettuate in loco.

Sono stati esclusi dal calcolo, su indicazione dell'Amministrazione, le aree pedonali e le zone a traffico limitato, al fine di garantire una corretta rappresentatività del modello acustico.



Figura 2: Rete stradale agglomerato di Livorno

IPOOL s.r.l.

C.F. e P.IVA 01784280479 - Email: info@i-pool.it
Sede Legale/Registered office: Via Enrico Fermi 75- 51100 Pistoia (PT), Italia
Sede Operativa/Headquarters: via A. Cocchi, 7 - 56121 Pisa (PI), Italia

Dip. di Fisica "E.Fermi" - Università di Pisa

C.F.: 80003670504; P.IVA: 00286820501
Email: amministrazione@df.unipi.it
L.go B. Pontecorvo, 3 56127 Pisa

5.1.7 Major Roads

Sulla base delle categorie stradali richiamate dalla direttiva Direttiva 2002/49/CE si indicano come "Major Roads" le viabilità con più di 3 milioni di veicoli l'anno non di competenza comunale. Sono state pertanto considerate, come Major Roads, le viabilità con più di 3 milioni di veicoli l'anno non di competenza comunale, nello specifico:

- strada SS1 Aurelia;

Tale viabilità è stata valutata mediante i flussi di traffico trasmessi dall'Amministrazione e mediante gli input delle previgenti mappature acustiche strategiche.



Figura 3: Major Roads agglomerato di Livorno

IPOOL s.r.l.

C.F. e P.IVA 01784280479 - Email: info@i-pool.it
Sede Legale/Registered office: Via Enrico Fermi 75- 51100 Pistoia (PT), Italia
Sede Operativa/Headquarters: via A. Cocchi, 7 - 56121 Pisa (PI), Italia

Dip. di Fisica "E.Fermi" - Università di Pisa

C.F.: 80003670504; P.IVA: 00286820501
Email: amministrazione@df.unipi.it
L.go B. Pontecorvo, 3 56127 Pisa

5.1.8 Rumore Ferroviario

Per quanto riguarda il rumore ferroviario, il gestore degli assi ferroviari principali su cui transitano più di 30.000 convogli l'anno relativamente all'Agglomerato di Livorno, RFI S.p.A., ha trasmesso i risultati al Comune di Livorno. Si è pertanto fatto riferimento ai suddetti per la valutazione del rumore ferroviario.



Figura 4: Ferrovie agglomerato di Livorno

IPOOL s.r.l.

C.F. e P.IVA 01784280479 - Email: info@i-pool.it
Sede Legale/Registered office: Via Enrico Fermi 75- 51100 Pistoia (PT), Italia
Sede Operativa/Headquarters: via A. Cocchi, 7 – 56121 Pisa (PI), Italia

Dip. di Fisica "E.Fermi" – Università di Pisa

C.F.: 80003670504; P.IVA: 00286820501
Email: amministrazione@df.unipi.it
L.go B. Pontecorvo,3 56127 Pisa

5.1.9 Rumore Industriale

Sono state considerate specifiche attività soggette ad AIA ed IPCC come da comunicazione da parte degli uffici comunali.

Si è ritenuto opportuno seguire il suggerimento fornito al Toolkit 10.5 della "Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure" (WG-AEN/2007) così come riportato anche nella norma tecnica UNI/TS 11387:2010 "Acustica - Linee guida alla mappatura acustica e mappatura acustica strategica - Modalità di stesura delle mappe. Si sono pertanto considerati tutti gli edifici e le aree interessate da attività soggette ad Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) e IPCC come sorgenti areali, associando agli stessi un valore di potenza sonora desunto dal toolkit sopra citato. Si fa presente che, come espressamente suggerito dal documento sopra citato, oltre alle sole attività soggette ad AIA e IPCC, sono stati considerati anche i porti quali sorgenti di rumore industriale.



Figura 5: Industrie agglomerato di Livorno

IPOOL s.r.l.

C.F. e P.IVA 01784280479 - Email: info@i-pool.it
Sede Legale/Registered office: Via Enrico Fermi 75- 51100 Pistoia (PT), Italia
Sede Operativa/Headquarters: via A. Cocchi, 7 - 56121 Pisa (PI), Italia

Dip. di Fisica "E.Fermi" – Università di Pisa

C.F.: 80003670504; P.IVA: 00286820501
Email: amministrazione@df.unipi.it
L.go B. Pontecorvo,3 56127 Pisa

5.1.10 Interventi di mitigazione acustica

Per la determinazione degli interventi di mitigazione acustica attualmente presenti negli scenari di simulazione, sono stati reperiti i dati di dettaglio relativamente a:

- Barriere antirumore installate nelle varie tratte (ivi comprese le barriere presenti su viadotti e/o sopraelevate);
- Dossi, dune, elementi orografici, muri a retta etc

Oltre a quanto sopra specificato, come precedentemente esposto, sono stati recepiti interventi realizzati nel 2018 di asfalti a bassa rumorosità nelle seguenti viabilità, come trasmesso dall'Autorità Competente:

- Via Palestro (3045,54 m²);
- Viale della Libertà (tratto Viale Mameli – Via Vannucci) (4938,91 m²).

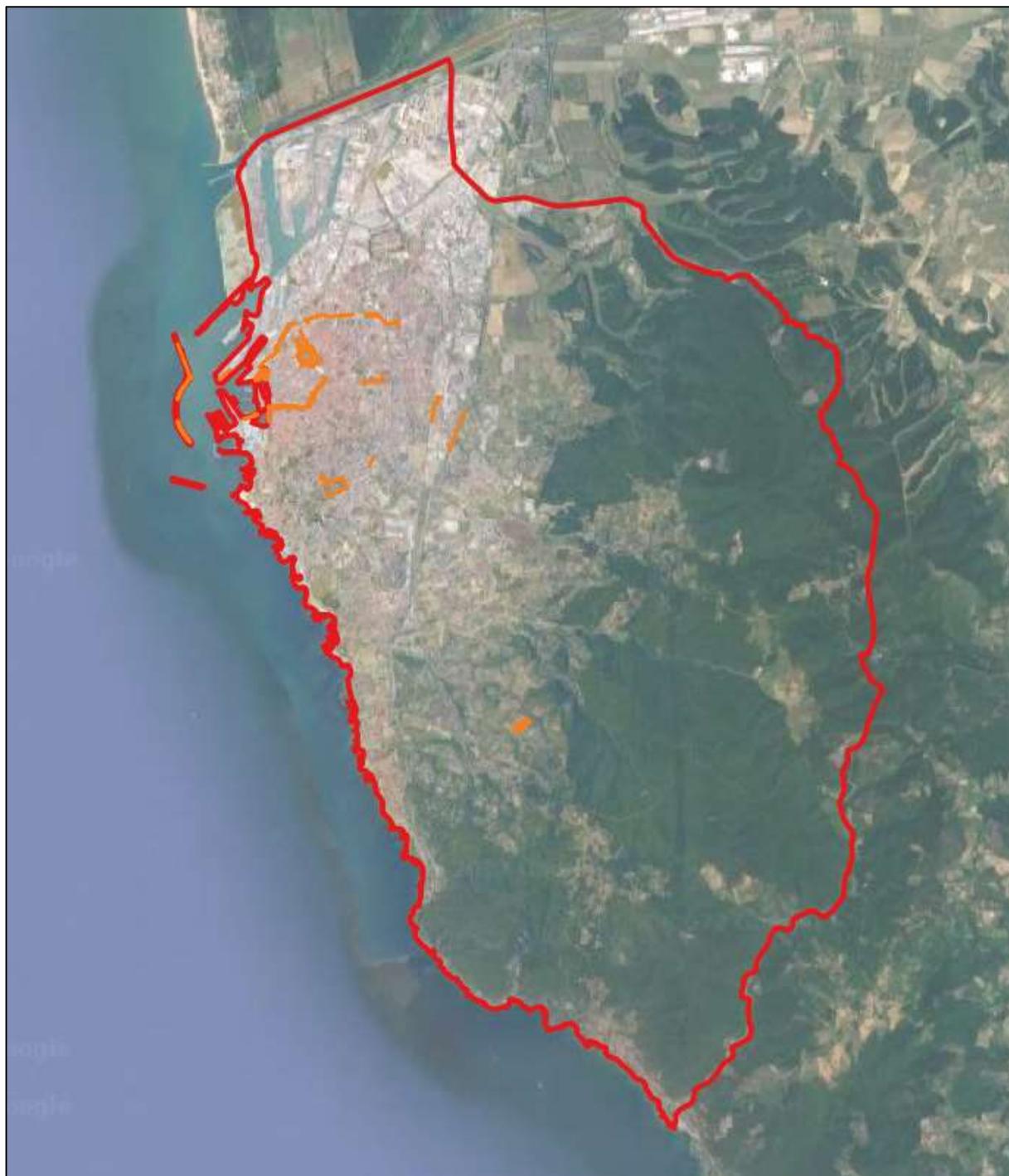


Figura 6: Barriere antirumore agglomerato di Livorno

IPOOL s.r.l.

C.F. e P.IVA 01784280479 - Email: info@i-pool.it
Sede Legale/Registered office: Via Enrico Fermi 75- 51100 Pistoia (PT), Italia
Sede Operativa/Headquarters: via A. Cocchi, 7 – 56121 Pisa (PI), Italia

Dip. di Fisica "E.Fermi" – Università di Pisa

C.F.: 80003670504; P.IVA: 00286820501
Email: amministrazione@df.unipi.it
L.go B. Pontecorvo,3 56127 Pisa

A conclusione del presente paragrafo, si riportano alcuni estratti della visualizzazione 3d ottenuta dal software di modellazione acustica per alcuni tratti esemplificativi.



Figura 7: Estratti della visualizzazione 3d esemplificativi

5.2 Software e standard di calcolo utilizzati

La valutazione dei livelli sonori è stata condotta mediante la simulazione del rumore generato dalle varie sorgenti acustiche considerate nella Mappatura, utilizzando il software di calcolo SoundPLAN versione 8.2, in cui sono implementati i metodi di calcolo comuni per la valutazione del rumore nell'Unione Europea ("CNOSSOS-EU").

Il software consente di determinare la propagazione acustica in campo esterno considerando 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 plano-altimetrica del tracciato stradale;
- alla presenza di eventuali ostacoli schermanti;
- alle caratteristiche acustiche della sorgente;
- alla dimensione ed alla tipologia di eventuali barriere antirumore.

Le impostazioni acustiche e di calcolo adottate sono riportate nella tabella seguente:

Tabella 4: Impostazioni di calcolo, software di modellazione acustica

IMPOSTAZIONI DI CALCOLO	
Ordine di riflessione	1
Max raggio di ricerca [m]	500
Max distanza di riflessioni da ricettore [m]	500
Max distanza di riflessioni da sorgente [m]	50
Spaziatura griglia [m]	5
Punti ricettori per calcolo livelli in facciata (FNM)	Metodo CNOSSOS
Distanza dalla facciata per FNM [m]	1.0
Altezza per FNM [m]	4.0
dB ponderati	dB(A)
Standard di calcolo	CNOSSOS 2015

Le simulazioni sono state effettuate per i seguenti periodi temporali:

- Livello L_{den} in dB(A) nel periodo giorno-sera-notte (0.00 – 24.00);
- Livello L_{day} in dB(A) nel periodo giorno (6.00 – 20.00);
- Livello $L_{evening}$ in dB(A) nel periodo sera (20.00 – 22.00);
- Livello L_{night} in dB(A) nel il periodo notturno (22.00 – 6.00).

5.2.1 Validazione del modello

Il modello è stato implementato inserendo i dati di traffico come precedentemente descritto. La validazione viene effettuata attraverso il confronto fra gli output del calcolo ed i risultati dei monitoraggi fonometrici nei punti di controllo.

Si riporta, a titolo esemplificativo, la planimetria dell'area esaminata con evidenziati i diversi punti di misura analizzati.



Figura 8: Posizione punti di misura per validazione modello

IPOOL s.r.l.

C.F. e P.IVA 01784280479 - Email: info@i-pool.it
Sede Legale/Registered office: Via Enrico Fermi 75- 51100 Pistoia (PT), Italia
Sede Operativa/Headquarters: via A. Cocchi, 7 - 56121 Pisa (PI), Italia

Dip. di Fisica "E.Fermi" – Università di Pisa

C.F.: 80003670504; P.IVA: 00286820501
Email: amministrazione@df.unipi.it
L.go B. Pontecorvo,3 56127 Pisa

Si riportano, in forma tabellare i risultati del confronto della modellazione con le misure effettuate.

L'incertezza collegata alla stima modellistica risulta contenuta entro ± 2.8 dB, e la media risulta essere sempre inferiore a ± 1.5 dB.

Tabella 4 – Risultati validazione modello acustico

Nome	Via	Misure [dB(A)]		Calcolo [dB(A)]		Delta [dB(A)]	
		Laeq_D	Laeq_N	Laeq_D	Laeq_N	DeltaD	DeltaN
P01	Viale Giosuè Carducci	71,9	62,2	70,6	62,6	1,3	-0,4
P02	Viale Nazario Sauro	69,3	59,9	68,7	60,7	0,3	-0,8
P03	Viale Vittorio Alfieri	76,0	64,7	73,2	65,3	2,8	-0,6

<u>MEDIA</u>	1,5	-0,6
---------------------	------------	-------------

5.2.2 Mappe Acustiche e Mappatura Strategica

La mappatura strategica, comprensiva di tutte le sorgenti presenti nell'agglomerato, è stata ottenuta attraverso manipolazione dei risultati su software GIS. Si sono infatti considerati validi i risultati forniti dagli enti gestori relativamente al rumore prodotto dall'infrastruttura ferroviaria e pertanto si è proceduto, mediante funzioni proprie del software di georeferenziazione, ad effettuare una somma energetica tra le differenti griglie di punti, al fine di ottenere una griglia rappresentativa di tutte le sorgenti presenti nel territorio comunale.

I risultati di tale operazione, ottenuti sotto forma di griglia di punti in formato shapefile, sono stati processati mediante il software di modellazione acustica, e mediante un'operazione di interpolazione si sono ottenute le curve di isolivello corrispondenti.

5.2.3 Calcolo in facciata dei residenti e degli edifici esposti

La stima della popolazione esposta al rumore stradale e industriale è stata determinata attraverso una funzione del software di modellazione utilizzato, SOUNDPLAN, che determina i livelli in facciata agli edifici individuati come residenziali. Si è calcolata una corona di ricettori posti sulla facciata dell'edificio, ad un'altezza di 4m, trascurando la riflessione prodotta dalla facciata stessa, come previsto dalla Direttiva Delegata (UE) 2021/1226 della commissione del 21 dicembre 2020.

Per quanto riguarda la popolazione esposta al rumore ferroviario, la stima della popolazione esposta è stata effettuata assegnando, a ciascun punto in facciata, mediante un'interrogazione spaziale eseguita in ambiente GIS, il livello del più vicino punto della griglia della mappatura acustica realizzata dall'ente gestore dell'infrastruttura, sottraendo a quest'ultimi valori 2dB al fine di considerare nulla la riflessione della facciata.

Per quanto riguarda i livelli LDEN e Lnight dovuti alla somma di tutte le sorgenti, la stima della popolazione esposta è stata effettuata assegnando, a ciascun punto in facciata, il valore del livello sonoro ottenuto in quel punto dall'interpolazione dei livelli sonori effettuato in ambiente GIS.

Sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- Livelli di rumore in facciata (indicatori LDEN e Lnight) degli edifici abitati per le sorgenti stradali, industriali, ferroviarie e per il complesso di tutte le sorgenti considerate;
- Numero e percentuale di abitazioni e di persone residenti esposte, suddivisi in fasce di livello acustico così come richiesto dal D.Lgs. 194/2005;
- Numero di ricettori sensibili (scolastici – ospedali e case di cura) esposti a fasce di livello acustico di facciata.

IPOOL s.r.l.

C.F. e P.IVA 01784280479 - Email: info@i-pool.it

Sede Legale/*Registered office*: Via Enrico Fermi 75– 51100 Pistoia (PT), Italia

Sede Operativa/*Headquarters*: via A. Cocchi, 7 – 56121 Pisa (PI), Italia

Dip. di Fisica "E.Fermi" – Università di Pisa

C.F.: 80003670504; P.IVA: 00286820501

Email: amministrazione@df.unipi.it

L.go B. Pontecorvo,3 56127 Pisa

6 STIMA DEI RESIDENTI E DEGLI EDIFICI ESPOSTI A LIVELLI SONORI IN FASCE STABILITE E RICETTORI SENSIBILI

Si riportano ora i risultati della modellazione indicando i dati della popolazione residente compresi nelle varie fasce Lden e Lnight stabilite dal D.Lgs. n 194/05. Tali risultati sono riportati, per ogni differente sorgente, in forma tabellare.

Tabella 5: Popolazione residente compresa nelle fasce DEN

Sorgente	Abitanti DEN					
	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75
OVERALL	24854	39769	21201	9969	794	76
STRADALE	26140	38100	17843	8675	266	2
FERROVIARIO	8457	5802	2359	802	351	57
INDUSTRIALE	967	525	182	48	29	2

Tabella 6: Edifici sensibili (SCUOLE) compresi nelle fasce DEN

Sorgente	Scuole DEN					
	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75
OVERALL	5	19	24	3	0	0
STRADALE	6	18	18	3	0	0
FERROVIARIO	2	5	5	0	0	0
INDUSTRIALE	3	0	1	0	0	0

Tabella 7: Edifici sensibili (OSPEDALI) compresi nelle fasce DEN

Sorgente	Ospedali DEN					
	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75
OVERALL	9	6	8	4	0	0
STRADALE	9	6	8	4	0	0
FERROVIARIO	0	0	0	0	0	0
INDUSTRIALE	0	0	0	0	0	0

Tabella 8: Popolazione residente compresa nelle fasce NIGHT

Sorgente	Abitanti NIGHT						
	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	> 70
OVERALL	24733	38833	21711	12653	1797	257	19
STRADALE	26964	38409	16165	10428	962	8	0
FERROVIARIO	8155	8511	5076	1525	628	205	18
INDUSTRIALE	1299	893	442	160	30	31	0

Tabella 9: Edifici sensibili (OSPEDALI) compresi nelle fasce NIGHT

Sorgente	Ospedali NIGHT						
	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	> 70
OVERALL	17	6	5	7	0	0	0
STRADALE	17	6	5	7	0	0	0
FERROVIARIO	0	0	0	0	0	0	0
INDUSTRIALE	0	0	0	0	0	0	0

7 SINTESI DEI RISULTATI

Si riportano ora i risultati sintetici di quanto mostrato nel capitolo precedente.

Inizialmente si mostrano risultati, in forma di grafico (*istogramma in colonna*) degli abitanti residenti compresi nelle diverse fasce di Lden ed Lnight per le diverse sorgenti esaminate. Successivamente si riportano grafici a torta che mostrano le percentuali complessive degli abitanti esaminati in relazione alle diverse sorgenti alle diverse fasce Lden ed Lnight precedentemente indagate.

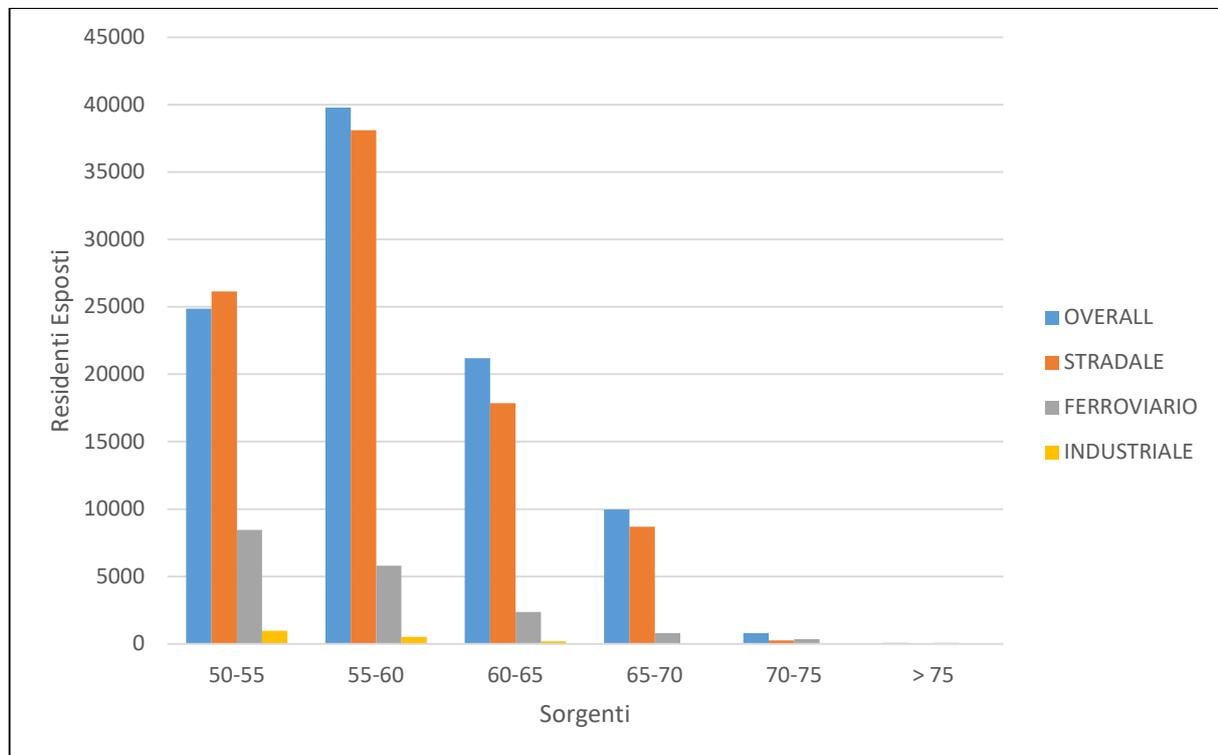


Figura 9: Iistogramma complessivo della popolazione esposta LDEN

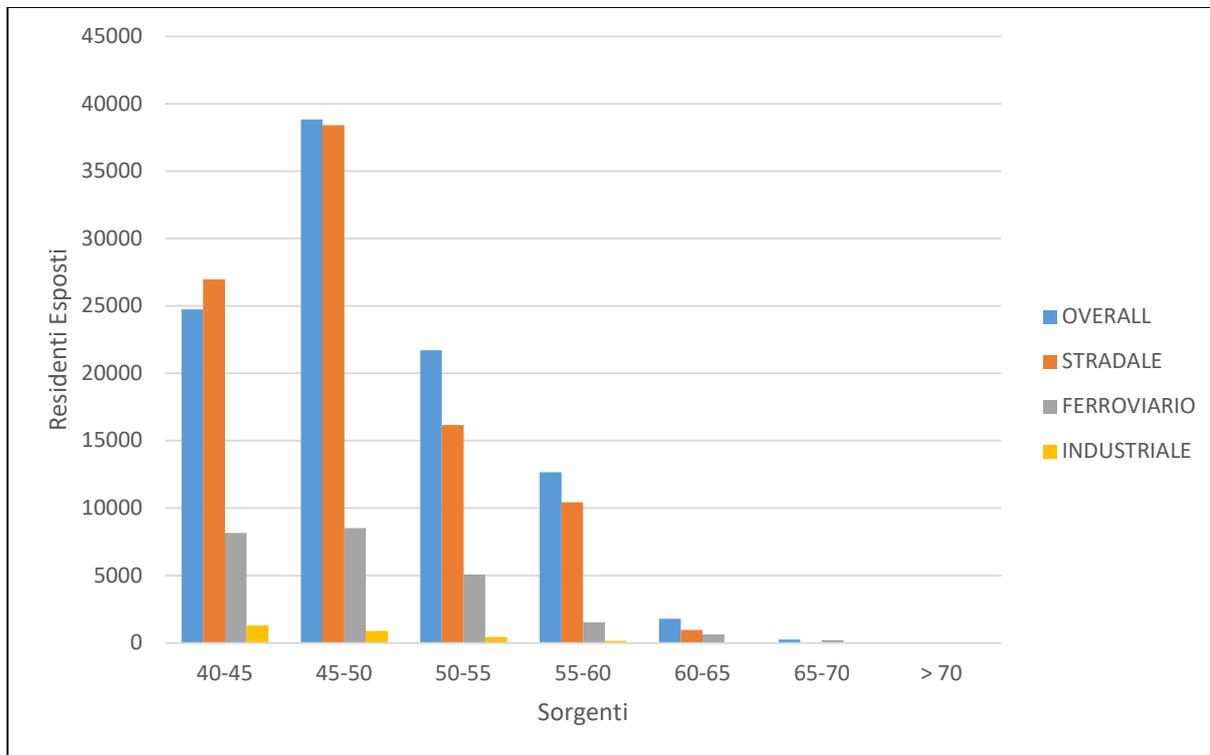


Figura 10: Istogramma complessivo della popolazione esposta LNIGHT

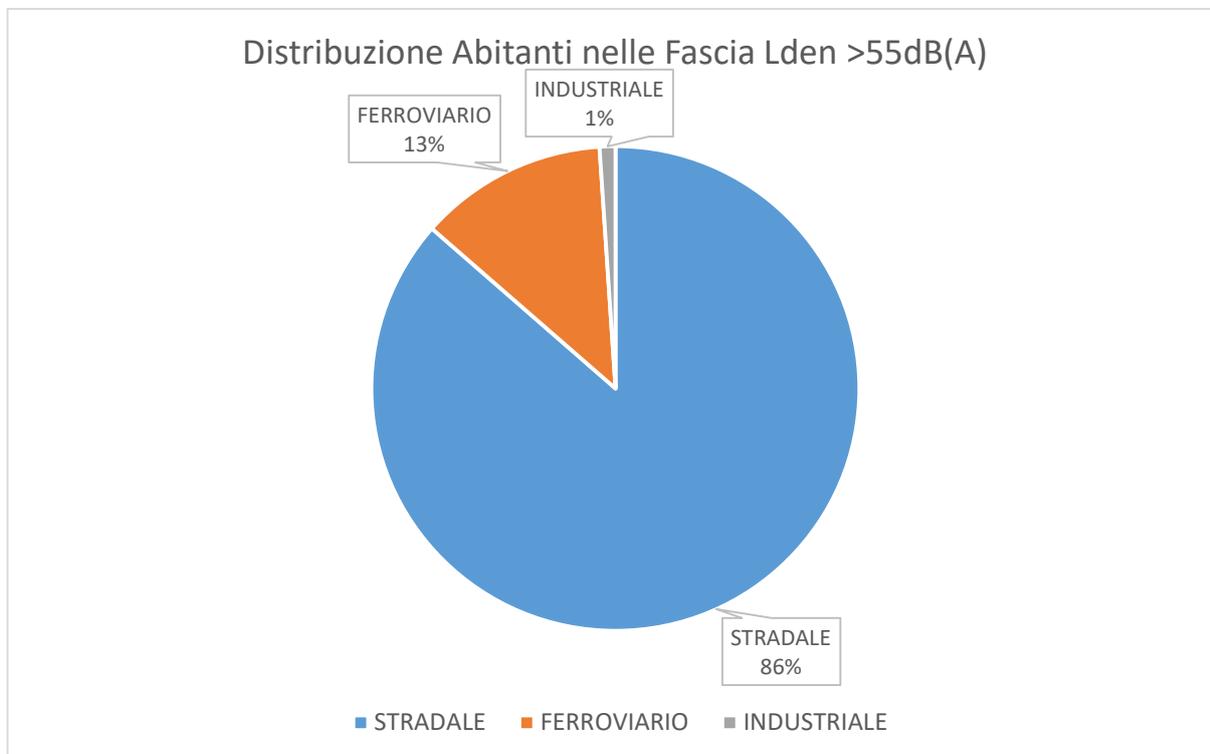


Figura 11: Diagramma complessivo della popolazione esposta LDEN >55dB(A)

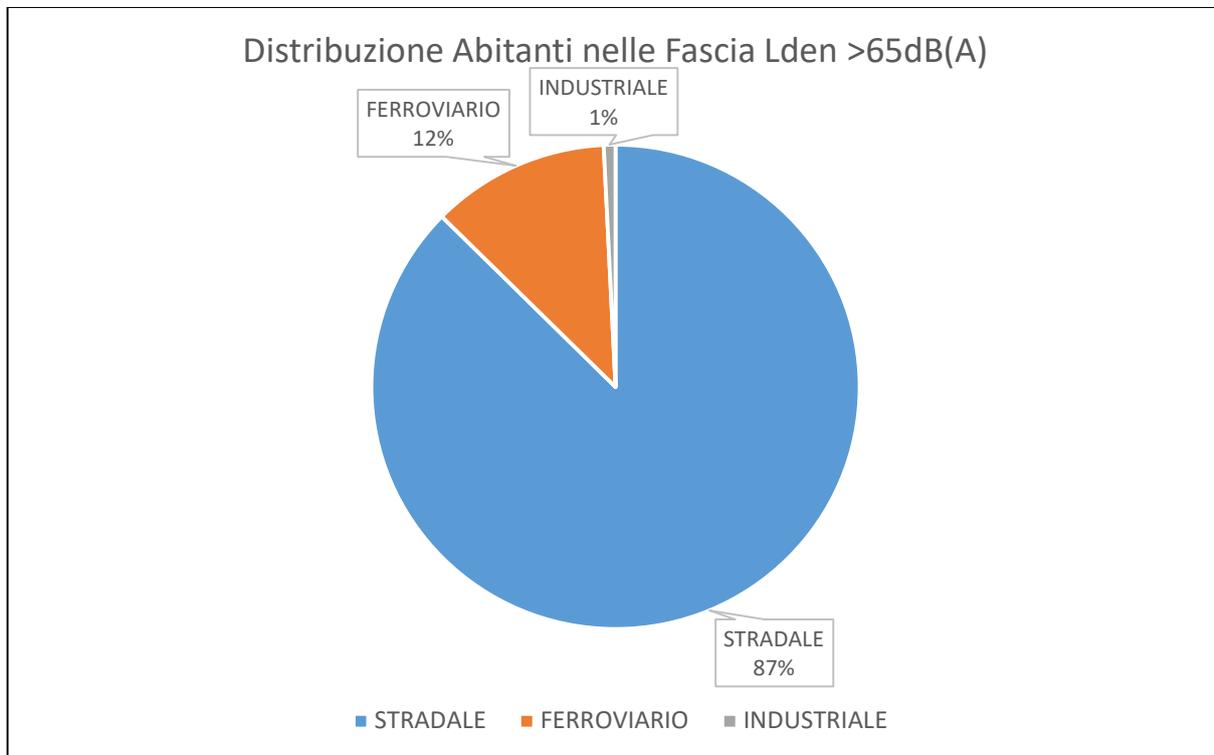


Figura 12: Diagramma complessivo della popolazione esposta LDEN >65dB(A)

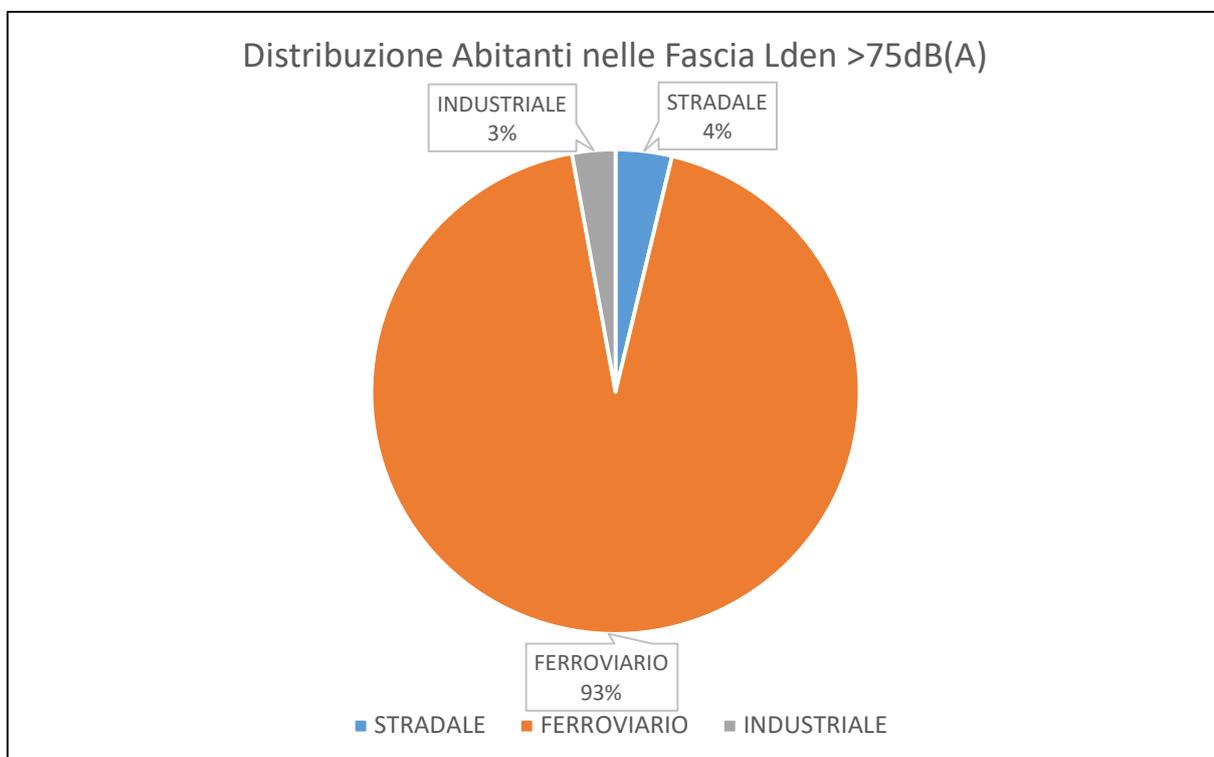


Figura 13: Diagramma complessivo della popolazione esposta LDEN >75dB(A)

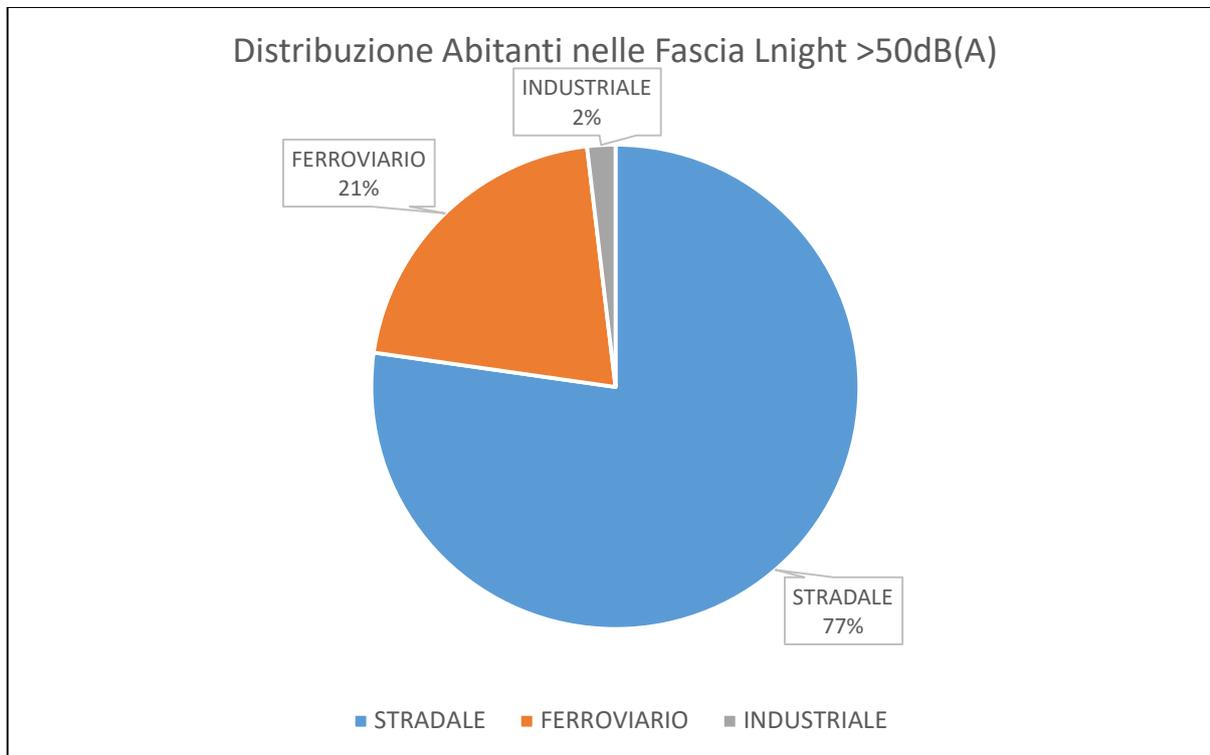


Figura 14: Diagramma complessivo della popolazione esposta LNIGHT >50dB(A)

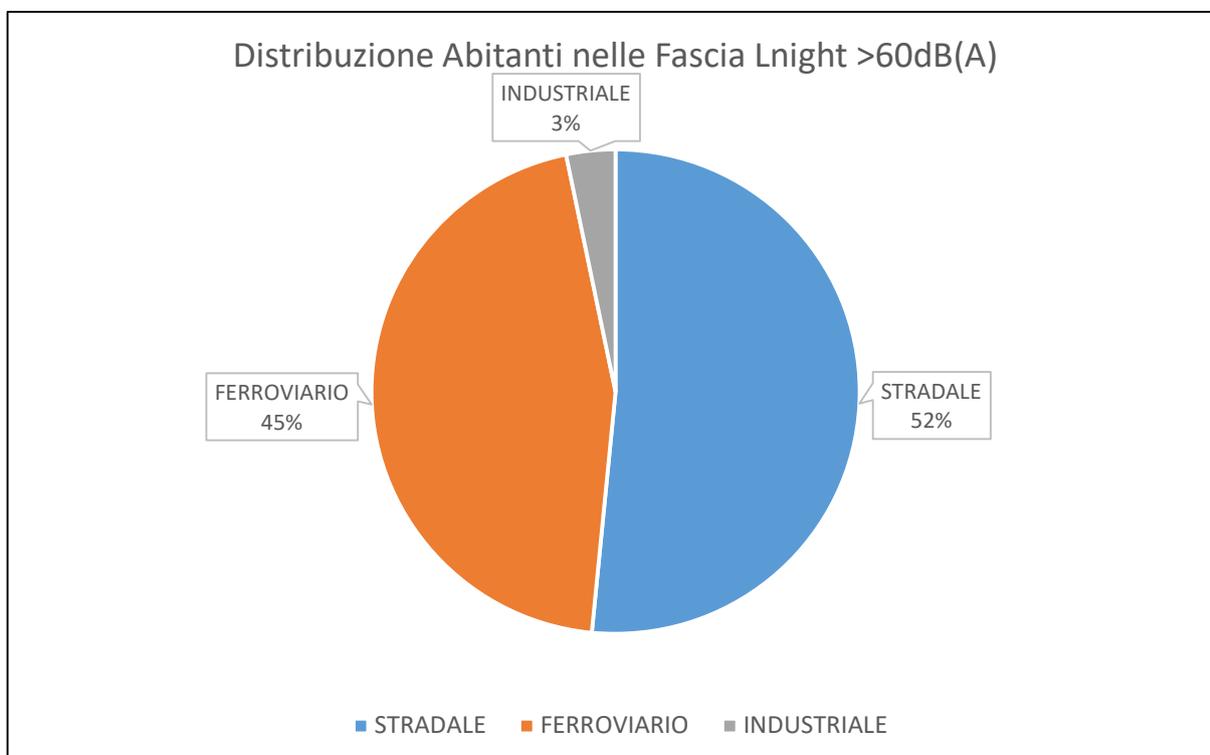


Figura 15: Diagramma complessivo della popolazione esposta LNIGHT >60dB(A)

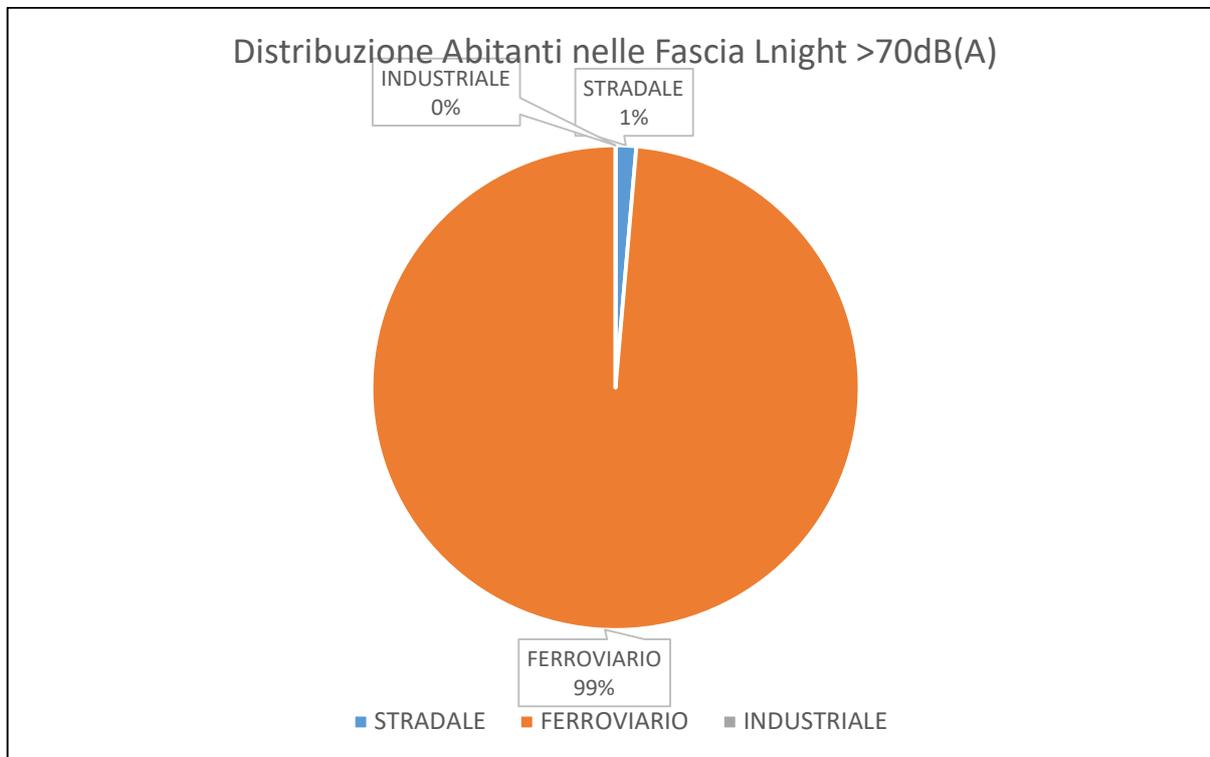


Figura 16: Diagramma complessivo della popolazione esposta LNIGHT >70dB(A)

8 MATERIALE TRASMESSO

Si riporta, in forma tabellare, il resoconto complessivo del materiale trasmesso allegato alla presente relazione.

Tabella 13 – Resoconto file inviati

Directory	Nome file	Descrizione	Scala	Formato
AG_IT_00_00021\ GEOPACKAGE_META DATA\ DF1_DF5	AgglomerationSource_2020_AG_IT_00_0021	Area agglomerato oggetto di mappatura	-	.gpkg
AG_IT_00_00021\ GEOPACKAGE_META DATA\ DF4_DF8	Agglomerations- StrategicNoiseMaps_2022_AG_IT_00_0021	Aree isofoniche, dati di esposizione al rumore di abitanti, edifici sensibili	-	
AG_IT_00_00021\ GEOPACKAGE_META DATA\ DF4_DF8	Agglomerations- StrategicNoiseMaps_LineString_2022_AG_IT_00_0021	Linee isofoniche, dati di esposizione al rumore di abitanti, edifici sensibili	-	
AG_IT_00_00021\ REPORT	AG_IT_00_00021_report_2022	Relazione tecnica della Mappa Acustica strategica	-	.pdf [A4]
AG_IT_00_00021\ REPORT\DF4_DF8	AG_IT_00_00021_Image_001_DEN_2022	Aree di isolivello relative al rumore complessivo in Lden	[1:25000]	.pdf [A1]
AG_IT_00_00021\ REPORT\DF4_DF8	AG_IT_00_00021_Image_001_NIGHT_2022	Aree di isolivello relative al rumore complessivo in Lnight	[1:25000]	.pdf [A1]
AG_IT_00_00021\ REPORT\DF4_DF8	AG_IT_00_00021_Image_002_DEN_2022	Aree di isolivello relative al rumore stradale in Lden	[1:25000]	.pdf [A1]
AG_IT_00_00021\ REPORT\DF4_DF8	AG_IT_00_00021_Image_002_NIGHT_2022	Aree di isolivello relative al rumore stradale in Lnight	[1:25000]	.pdf [A1]
AG_IT_00_00021\ REPORT\DF4_DF8	AG_IT_00_00021_Image_003_DEN_2022	Aree di isolivello relative al rumore ferroviario in Lden	[1:25000]	.pdf [A1]
AG_IT_00_00021\ REPORT\DF4_DF8	AG_IT_00_00021_Image_003_NIGHT_2022	Aree di isolivello relative al rumore ferroviario in Lnight	[1:25000]	.pdf [A1]
AG_IT_00_00021\ REPORT\DF4_DF8	AG_IT_00_00021_Image_004_DEN_2022	Aree di isolivello relative al rumore industriale in Lden	[1:25000]	.pdf [A1]
AG_IT_00_00021\ REPORT\DF4_DF8	AG_IT_00_00021_Image_004_NIGHT_2022	Aree di isolivello relative al rumore industriale in Lnight	[1:25000]	.pdf [A1]

9 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise -(WG-AEN), Position Paper Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, August 2007.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/05) - Specifiche tecniche – Maggio 2012
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore – Ottobre 2012
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore – Linee Guida – 10 Marzo 2017
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/05) – Specifiche Tecniche – 6 giugno 2017
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Specifiche tecniche per la predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle mappature acustiche mappe acustiche strategiche (D. Lgs. 194/05) - Reporting Mechanism, strati informativi georeferenziati - 14/16 marzo 2017
- Linee Guida per la predisposizione delle Mappe Acustiche e delle Mappe Acustiche Strategiche (Registro Ufficiale del Ministero della Transizione Ecologica – MiTE numero 0029946 del 09/03/2022)

Pisa, 31/10/2022



Dott. Francesco Bianco



Prof. Francesco Fidecaro

La presente attività in oggetto è stata redatta e revisionata, in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente in materia, da

- Dott. Francesco Bianco, tecnico competente in acustica ambientale iscritto al n. 8360 dell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica;
- Prof. Francesco Fidecaro, tecnico competente in acustica ambientale iscritto al n. 8141 dell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica;
- Ing. Fabio Brocchi, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pistoia con il n. 1217 e tecnico competente in acustica ambientale iscritto al n. 10444 dell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica;
- Dott.Ing. Walter Giagoni;



**MAPPATURA ACUSTICA DELL'AGGLOMERATO DI
LIVORNO
(AG_IT_00_00021)**

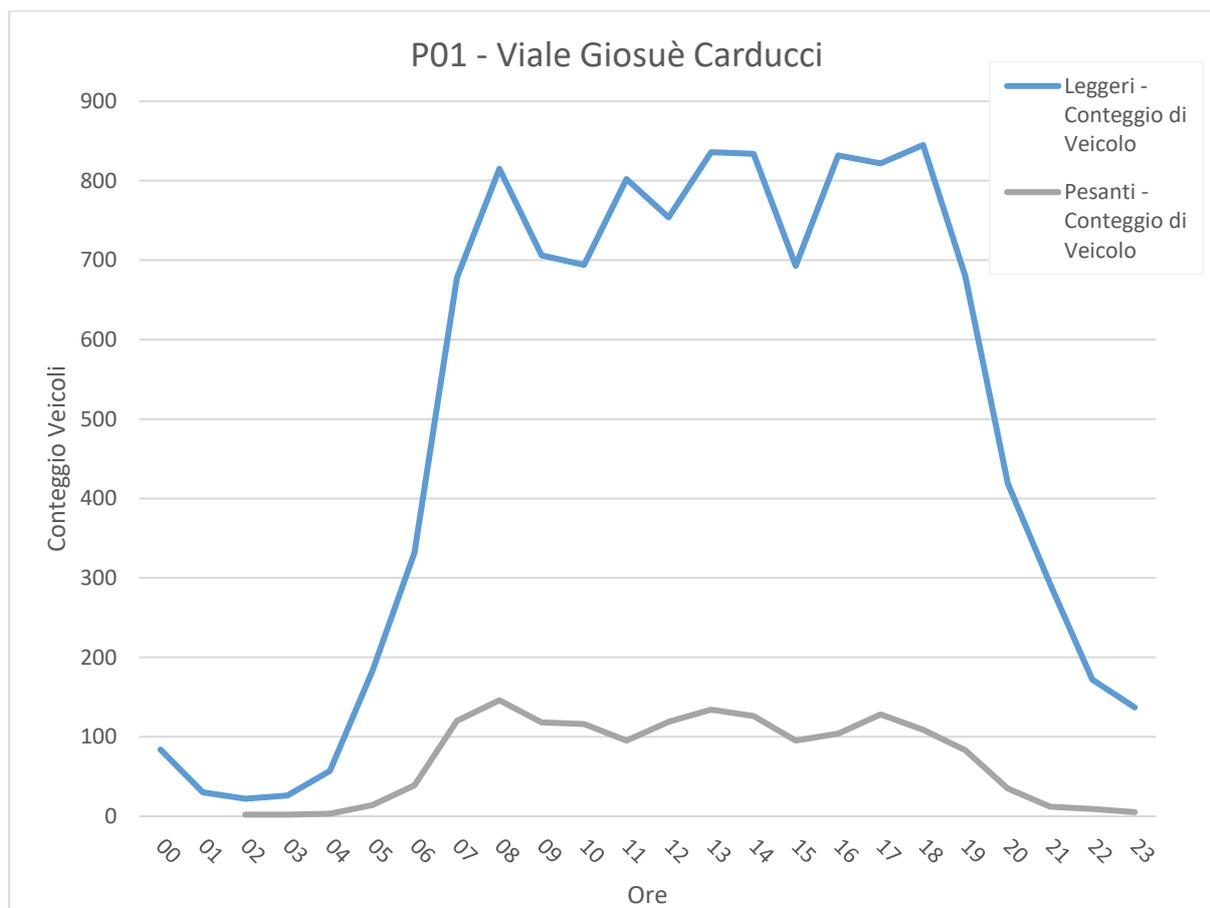
**ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2002/49/CE RELATIVA ALLA
DETERMINAZIONE E GESTIONE DEL RUMORE AMBIENTALE**

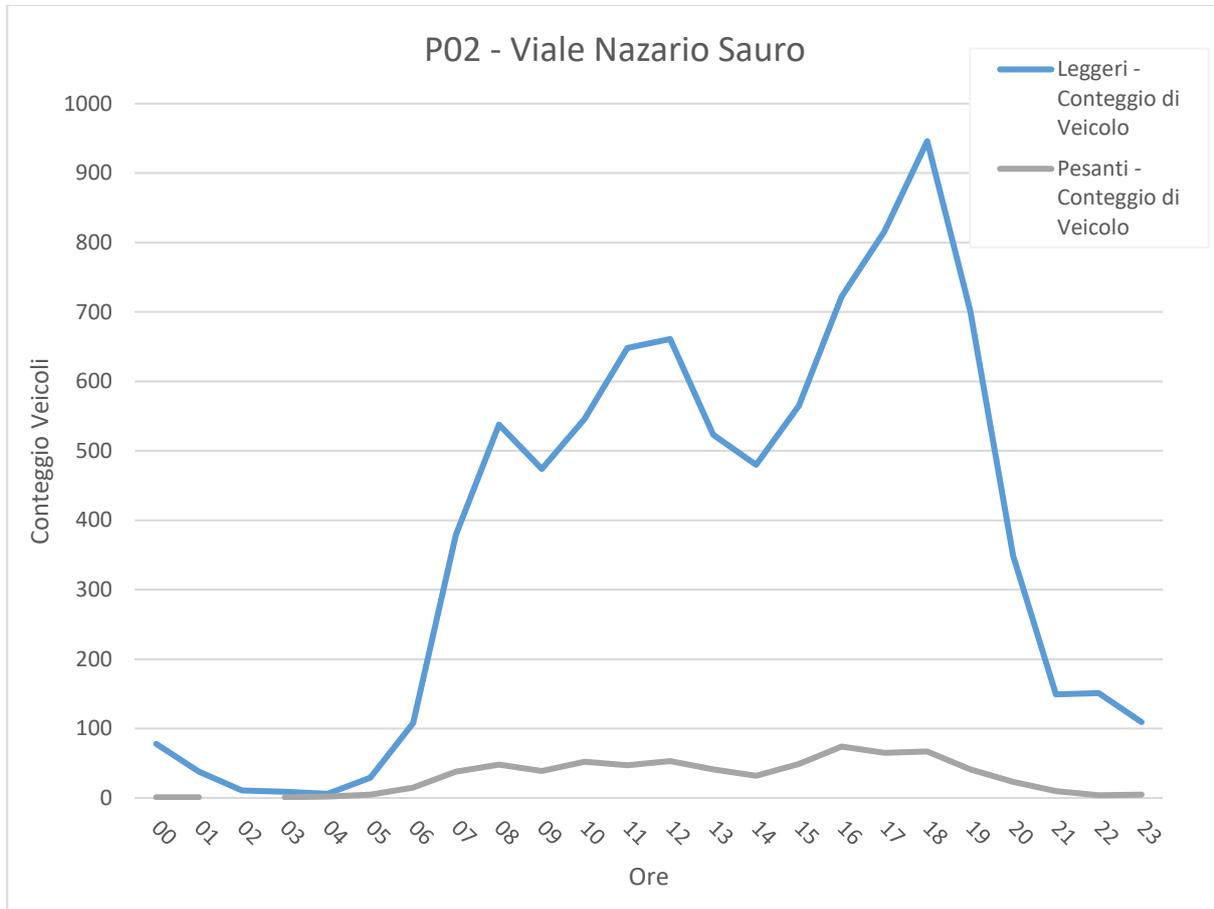
Allegato A
**SCHEDE DI MISURA FONOMETRICA E RISULTATI INDAGINE DI FLUSSI DI
TRAFFICO**

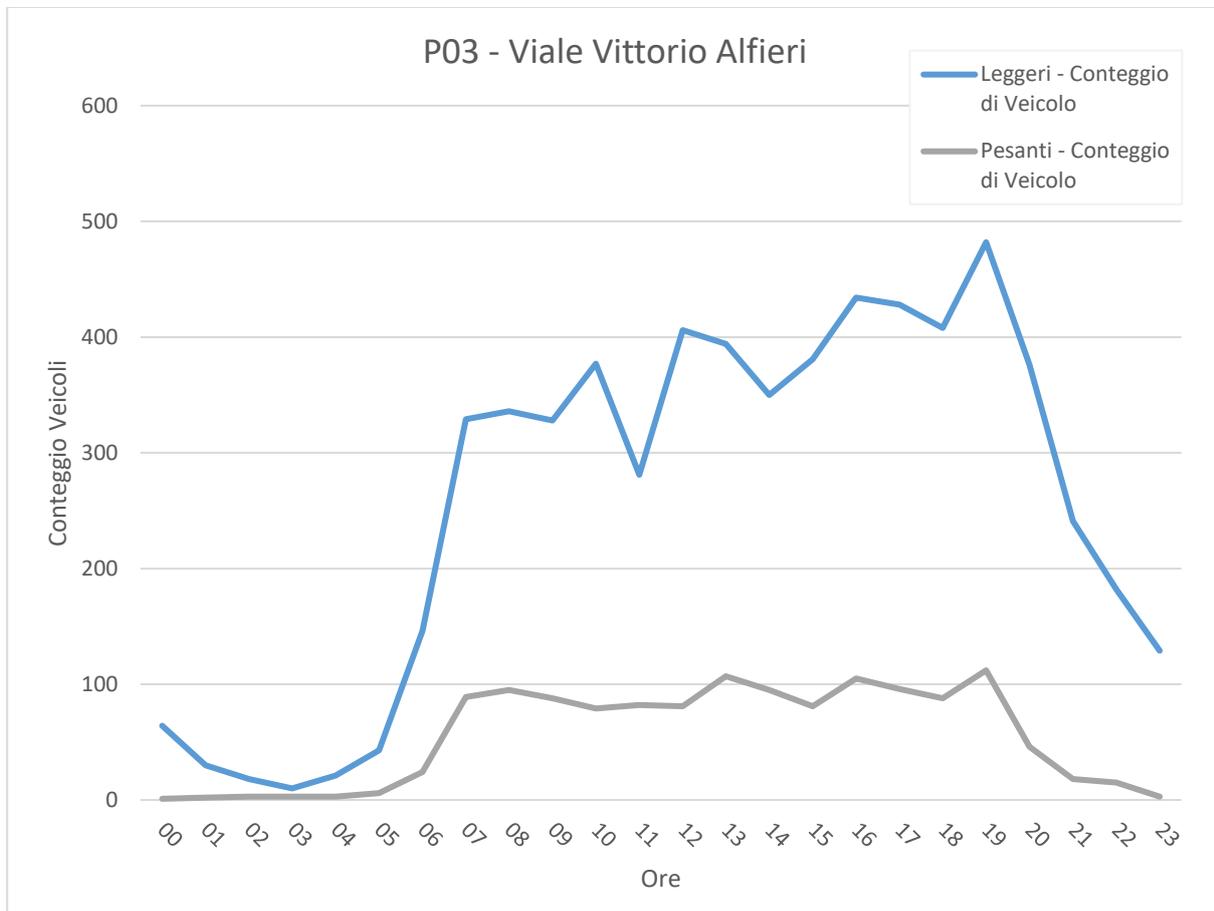
DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N° 194

Risultati indagine di Flussi di Traffico

Le misure di traffico sono riferite ad una singola carreggiata (2 corsie) e sono state effettuate contestualmente alle misure fonometriche, in data 17/10/2022-18/10/2022.





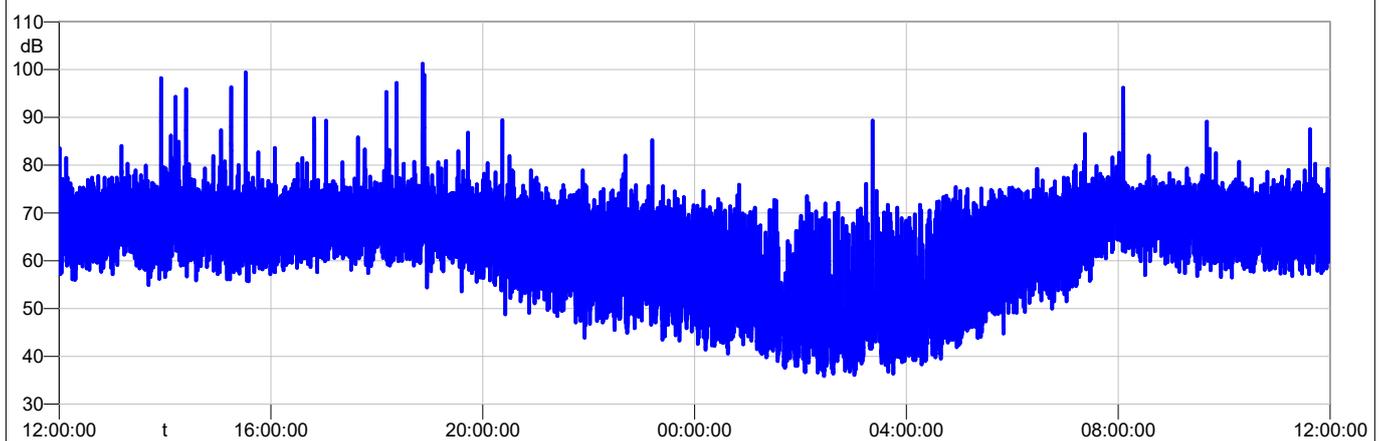


Misure Fonometriche Mappatura Acustica Strategica di Livorno
Decreto Ministeriale 16/03/1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico

Pag. 1

PUNTO DI MISURA		P01	Vista Aerea	Documentazione Fotografica
Ubicazione	Livorno			
Via	Viale Giosuè Carducci			
Data e ora inizio misura	17/10/2022 12:00			
Data e ora fine misura	18/10/2022 12:00			
Coordinata piana: N	43.553522			
Coordinata piana: E	10.328197			
Strumentazione	01 dB Fusion			
Numero di serie	12903			
Certificato di Taratura	LAT 068 46911-A			
Altezza microfono	4m			
			Note:	

Storia Temporale



Livelli di Pressione Sonora e Livelli Statistici

Orario	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
17/10/2022 12:00	70	54,1	89,2	59,3	60,6	67,4	73,2	74,6
17/10/2022 13:00	73,6	54	102,5	59,6	61,2	68,3	74,2	76
17/10/2022 14:00	74,1	54,2	100,5	59,9	61,5	68,3	74,4	76,3
17/10/2022 15:00	75,1	53,5	103,5	58,5	60,2	67,3	73,4	75,3
17/10/2022 16:00	70,7	53,3	95,3	59,8	61,3	67,5	73,2	74,7
17/10/2022 17:00	71	56,8	96,2	61,1	62,6	68,2	73,5	75
17/10/2022 18:00	78,1	59,6	106,2	60,4	61,9	68,4	74,3	77
17/10/2022 19:00	70,1	51,1	93,1	59,2	60,7	67,1	73	74,4
17/10/2022 20:00	69,1	48,3	95,6	54,2	56,2	64,2	72,1	73,8
17/10/2022 21:00	66,5	43,6	83,7	50,8	53	61,3	70,6	72,5
17/10/2022 22:00	64,8	44,1	86,1	48	49,6	58	68,4	70,9
17/10/2022 23:00	64,2	42,6	90,8	47,1	48,6	56,9	67,3	70
18/10/2022 00:00	61,1	40,4	80	43,2	44,2	51,9	64,4	68
18/10/2022 01:00	56,7	36,8	76,5	39,5	40,5	46,6	57,8	62,3
18/10/2022 02:00	56,6	35	77,3	37,4	38,2	44,4	56,4	61,3
18/10/2022 03:00	62,8	35,4	93,4	38,1	39,1	46	57,5	63,2
18/10/2022 04:00	60	37,4	79,4	39,7	40,7	48,4	61,4	66
18/10/2022 05:00	64,3	42	80,1	45,6	47,5	55,8	68,5	71,4
18/10/2022 06:00	67,6	48	82,1	52,9	54,8	62,6	71,9	73,7
18/10/2022 07:00	71,5	50,5	91,4	58,8	60,9	68,8	74,8	76,3
18/10/2022 08:00	72,9	56,3	102,4	62,3	63,7	69,3	74,3	75,5
18/10/2022 09:00	71,6	55,5	90,5	59,9	61,4	67,9	74	75,8
18/10/2022 10:00	69,7	54,8	83,3	59,3	60,8	67,3	73	74,5
18/10/2022 11:00	70,4	54,8	90,9	59,2	60,7	67,5	73,4	74,8

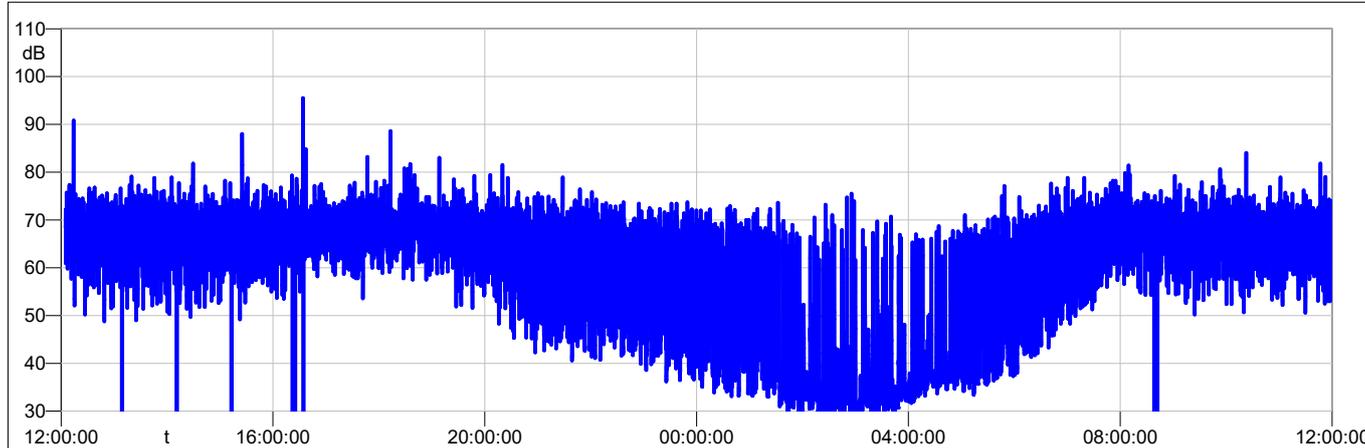
Ldiurno [06:00 - 22:00]	71,5
Lnotturmo [22:00 - 06:00]	62,2
LDEN	72,1
Lday [06:00 - 20:00]	71,9
Levening [20:00 - 22:00]	68,0
Lnight [22:00 - 06:00]	62,2

Misure Fonometriche Mappatura Acustica Strategica di Livorno
Decreto Ministeriale 16/03/1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico

Pag. 2

PUNTO DI MISURA		P02	Vista Aerea	Documentazione Fotografica
Ubicazione	Livorno			
Via	Viale Nazario Sauro			
Data e ora inizio misura	17/10/2022 12:00			
Data e ora fine misura	18/10/2022 12:00			
Coordinata piana: N	43.530294			
Coordinata piana: E	10.314650			
Strumentazione	01 dB Fusion			
Numero di serie	10324			
Certificato di Taratura	LAT 068 46225-A			
Altezza microfono	4m			
			Note:	

Storia Temporale



Livelli di Pressione Sonora e Livelli Statistici

Orario	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
17/10/2022 12:00	70,1	48,3	95,9	56,4	59,3	67,7	72,3	73,7
17/10/2022 13:00	69,2	47,7	83,9	55,6	58,3	67,2	72,3	73,8
17/10/2022 14:00	69	48,6	85,5	55,3	58,3	67,1	72	73,3
17/10/2022 15:00	69,6	48,7	94,5	57,6	60	67,3	71,8	73,2
17/10/2022 16:00	71,6	52,3	98,2	59,9	61,8	67,4	71,9	73,6
17/10/2022 17:00	69,5	52,8	89,2	60,6	62,5	67,9	72,1	73,6
17/10/2022 18:00	70,2	55,3	92,9	61,7	63,2	67,9	72,2	73,9
17/10/2022 19:00	68,9	50,1	86,5	58,4	60,8	67,3	71,6	73
17/10/2022 20:00	67,6	41,9	87,7	49,6	52,7	64,4	71	72,5
17/10/2022 21:00	65,5	39,7	82,7	44,7	46,7	58,1	69,9	71,8
17/10/2022 22:00	64,2	38,5	81,5	43	45,4	56,4	68,5	70,7
17/10/2022 23:00	62,6	35,2	78,2	39,5	41,6	52,4	67,3	69,7
18/10/2022 00:00	60,9	32,7	78,2	35,6	37,1	47,9	65,4	68,5
18/10/2022 01:00	58	28,1	77,8	31,2	32,5	40,5	59,9	65,4
18/10/2022 02:00	54,6	25,6	80,6	28,6	29,4	33,8	48,4	54
18/10/2022 03:00	52	26,8	73,8	29,3	30	33,4	48,4	53,2
18/10/2022 04:00	52,3	31,3	74,1	33,1	33,8	37,1	47,8	54,7
18/10/2022 05:00	59,2	32,8	80,4	35,8	36,7	44,4	60,8	66,6
18/10/2022 06:00	64,6	37,1	82,1	42,7	44,9	55,7	69,3	71,2
18/10/2022 07:00	68,9	47	84,5	53,2	55,8	66,6	72	73,6
18/10/2022 08:00	69,5	53,2	86,3	58,5	61,1	68,1	72,1	73,5
18/10/2022 09:00	69,1	49	84,3	56,3	59,1	67,5	71,8	73,1
18/10/2022 10:00	68,7	49,9	90,3	57,3	59,7	67,2	71,5	72,6
18/10/2022 11:00	68,9	49,7	87,5	56,6	59,5	67,2	71,6	73

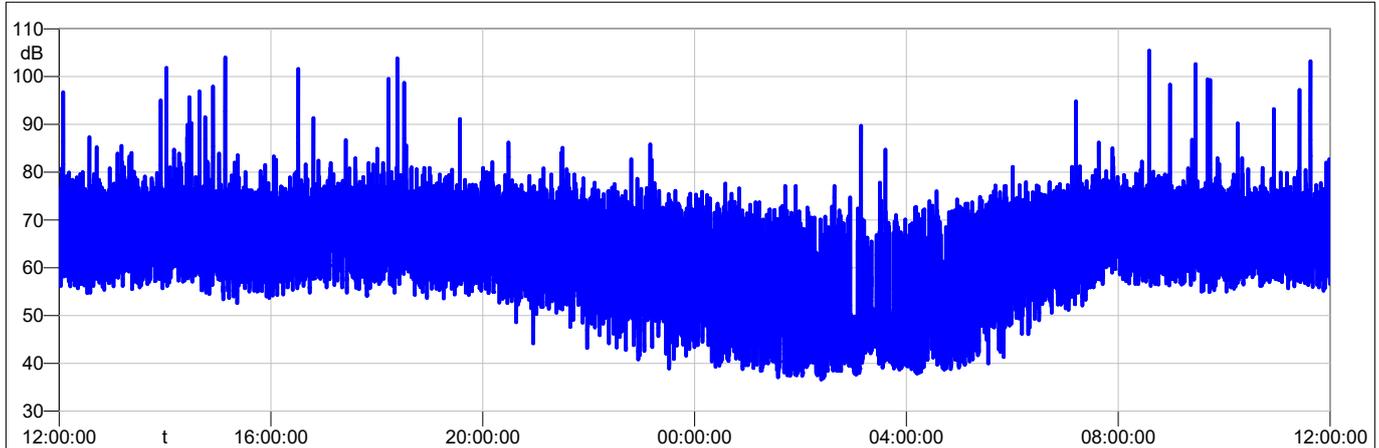
Ldiurno [06:00 - 22:00]	69,1
Lnotturno [22:00 - 06:00]	59,9
LDEN	69,8
Lday [06:00 - 20:00]	69,3
Levening [20:00 - 22:00]	66,7
Lnight [22:00 - 06:00]	59,9

Misure Fonometriche Mappatura Acustica Strategica di Livorno
Decreto Ministeriale 16/03/1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico

Pag. 3

PUNTO DI MISURA		P03	Vista Aerea	Documentazione Fotografica
Ubicazione	Livorno			
Via	Viale Vittorio Alfieri			
Data e ora inizio misura	17/10/2022 12:00			
Data e ora fine misura	18/10/2022 12:00			
Coordinata piana: N	43.550022			
Coordinata piana: E	10.327500			
Strumentazione	01 dB Fusion			
Numero di serie	12533			
Certificato di Taratura	LAT 068 49496-A			
Altezza microfono	4m			
			Note:	

Storia Temporale



Livelli di Pressione Sonora e Livelli Statistici

Orario	Leq	Lmin	Lmax	L95	L90	L50	L10	L5
17/10/2022 12:00	73,8	51,1	100,9	56,4	57,5	70,2	75,3	77,1
17/10/2022 13:00	74,3	52,7	101	57,6	58,9	70,2	75,9	77,8
17/10/2022 14:00	78,5	53	107,2	57,4	58,7	70,8	76,4	78,7
17/10/2022 15:00	77,2	51,1	108,2	55,9	57,2	69,6	75	76,4
17/10/2022 16:00	76	52,6	106,6	56,7	57,8	70,7	75,3	76,7
17/10/2022 17:00	72,8	53,3	90,7	57,3	58,8	71	75,7	77,3
17/10/2022 18:00	79,6	49,6	109,8	56,9	58,7	70,8	76,1	77,8
17/10/2022 19:00	72,3	52,6	95,5	55,9	57,1	69,8	75,4	76,8
17/10/2022 20:00	71,3	43,3	92,2	53,8	55,5	67,8	74,6	76,1
17/10/2022 21:00	70,1	41,6	91,2	51,5	53	64,2	73,9	75,4
17/10/2022 22:00	67,7	40,2	86,7	46,9	49,3	58,1	72,3	74,2
17/10/2022 23:00	67	38,3	90,5	44,7	47,8	56,2	71,1	73,2
18/10/2022 00:00	64,3	38,5	79,7	41	42,8	52,5	68,6	72
18/10/2022 01:00	61,6	37	80,8	38,6	39,8	49,6	63,6	68,5
18/10/2022 02:00	59,5	36,4	80,7	37,8	38,6	47,7	59	64,4
18/10/2022 03:00	63,9	37,4	96	38,6	39,6	47,2	56,9	62,9
18/10/2022 04:00	60,5	37,3	80	38,9	39,7	48,8	61,7	67,4
18/10/2022 05:00	65,3	39,2	81,5	42	45,1	54,1	69,9	72,7
18/10/2022 06:00	68,8	45	85,4	51,6	52,9	62,6	73,2	74,7
18/10/2022 07:00	73,5	50	99	54,9	56,8	69,7	76,2	77,9
18/10/2022 08:00	79	54,6	108,9	57,7	58,8	71,1	75,5	77,1
18/10/2022 09:00	79,4	54,2	106,2	57,3	58,6	70,6	75,9	78,2
18/10/2022 10:00	73,1	53,4	100,1	57,4	58,3	69,9	74,6	76
18/10/2022 11:00	77,3	54,2	108,2	57	58,2	69,4	74,6	76,1

Ldiurno [06:00 - 22:00]	75,6
Lnotturno [22:00 - 06:00]	64,7
LDEN	75,6
Lday [06:00 - 20:00]	76,0
Levening [20:00 - 22:00]	70,7
Lnight [22:00 - 06:00]	64,7