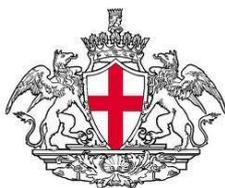


**Comune di Genova**  
**Ufficio Ambiente Igiene Energia - Settore Ambiente**  
**Unità Operativa Complessa Acustica**

## **MAPPA ACUSTICA**

**Secondo le disposizioni del D.Lgs 194/2005  
e della Direttiva Europea 2002/49/EC29**





**Comune di Genova**  
**Ufficio Ambiente Igiene Energia - Settore Ambiente**  
**Unità Operativa Complessa Acustica**

**MAPPA ACUSTICA**  
**Secondo le disposizioni del D.Lgs 194/2005**  
**e della Direttiva Europea 2002/49/EC29**

*Sorgenti stradali esaminate:*

**Strada Sopraelevata Aldo Moro**

**Viale Brigate Partigiane**

**Viale Brigate Bisagno**

**Via Tolemaide**

**Via G.T. Invrea**

**Via Montevideo**

**Corso A. Gastaldi**

**Corso Europa**

Genova, maggio 2014

*Realizzazione:*



Via N. Costa 7r – 16139 Genova

**Ing. Marco DI PAOLO**

Amministratore Unico  
TCAA – Regione Liguria  
D.Dle 2554 del 10/11/2005

*Con il contributo di:* **Dott. Ing. Simona REPETTO**



## **INDICE**

1. Premessa .....	1
2. Normativa di riferimento.....	3
3. Mappatura acustica della Strada Aldo Moro .....	6
3.1 Caratteristiche della strada e del flusso di traffico veicolare .....	6
3.2 Caratteristiche dell'area modellizzata .....	8
3.3 Realizzazione della mappatura acustica .....	9
3.3.1 Acquisizione ed elaborazione dei dati di input .....	9
3.3.2 Definizione dei confini dell'area da modellizzare .....	16
3.3.3 Preparazione del modello di propagazione sonora .....	19
3.3.4 Validazione del modello .....	19
3.3.5 Accuratezza del modello di propagazione.....	28
3.4 Mappe acustiche .....	32
4. Mappatura acustica dell'asse Centro – Levante .....	36
4.1 Caratteristiche della strada e del flusso di traffico veicolare .....	36
4.2 Caratteristiche dell'area modellizzata .....	38
4.3 Realizzazione della mappatura acustica .....	38
4.3.1 Acquisizione ed elaborazione dei dati di input .....	38
4.3.2 Definizione dei confini dell'area da modellizzare .....	43
4.3.3 Preparazione del modello di propagazione sonora .....	46
4.3.5 Accuratezza del modello di propagazione.....	47
4.4 Mappe acustiche .....	50
5. Mappatura Acustica Anno 2011 .....	54
6. Conclusioni .....	55
Bibliografia.....	57



**COMUNE DI GENOVA**

Mappa acustica del territorio comunale (ex. D.lgs 194/2005)

*Strada Sopraelevata Aldo Moro*

---

ALLEGATO 1: Tavole

Tavola 1	Mappa acustica della Strada Aldo Moro in termini di $L_{den}$ in formato grafico
Tavola 2	Mappa acustica della Strada Aldo Moro in termini di $L_{night}$ in formato grafico
Tavola 3	Mappa acustica dell'Asse Centro – Levante in termini di $L_{den}$ in formato grafico
Tavola 4	Mappa acustica dell'Asse Centro – Levante in termini di $L_{night}$ in formato grafico



## 1. Premessa

Il Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194 "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale", che recepisce la Direttiva Europea 2002/49/CE, impone di redigere per gli agglomerati urbani con più di 250.000 abitanti una mappatura acustica strategica. Tale azione ha lo scopo di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi dell'esposizione della popolazione residente al rumore ambientale.

Come specificato all'art. 3 del suddetto Decreto, tale mappatura acustica strategica va condotta per gli anni solari 2006 e 2011. In relazione ai risultati conseguiti, l'autorità individuata dalla regione o dalla provincia autonoma elabora e trasmette alla regione od alla provincia autonoma competente, per ogni ambito temporale di studio, i piani di azione e le sintesi di cui all'allegato 6 del D.Lgs. 194/05. I piani d'azione previsti ai commi 1 e 3 recepiscono i piani comunali di risanamento acustico ed i piani regionali triennali di intervento per la bonifica dall'inquinamento acustico adottati ai sensi degli articoli 3, comma 1, lettera i), 10, comma 5, 7 e 4, comma 2, della Legge 26 ottobre 1995, n. 447.

Per ottemperare a tali obblighi il Comune di Genova ha affidato alla società Ingenia S.r.l., spin off dell'Università degli studi di Genova, l'incarico di effettuare la mappatura acustica lungo l'asse viario Centro – Ponente, lungo la Strada Sopraelevata Aldo Moro e lungo l'asse viario Centro – Levante, lungo le strade Viale Brigate Partigiane, Viale Brigate Bisagno, Via Tolemaide, Via Invrea, Via Montevideo, Corso Gastaldi e Corso Europa.

Nel seguito si riportano pertanto gli elementi necessari alla mappatura acustica, secondo le modalità e i criteri definiti agli Allegati 1, 2 e 4 del D.Lgs. 194/05. Lo studio è stato condotto facendo riferimento alle condizioni di traffico misurate per l'anno 2005.

Nello sviluppare lo studio si sono seguite le linee guida prodotte dalla Commissione Europea nel documento dal titolo "Position Paper on Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure", redatto nel 2007. Si sono quindi adattati i criteri per la realizzazione delle mappe al contesto urbano genovese e si è cercato di individuare le criticità e di affrontarle applicando le suddette linee guida messe a disposizione dalla Commissione Europea. In particolare si è tenuto conto di un nuovo aspetto introdotto dal Decreto 194/2005, cioè del fastidio percepito dalle persone esposte per lunghi periodi al rumore emesso da una sorgente, con l'obiettivo di quantificare la percentuale di persone infastidite e di valutare quante sono le persone esposte ai diversi livelli di rumore.

Circa la natura della rete viaria urbana, in conseguenza della particolare orografia del terreno, la città di Genova si è estesa prevalentemente lungo la fascia costiera e i due principali torrenti, il Bisagno e il Polcevera. La strada statale Aurelia (SS1), che attraversa Genova lungo tutto il tratto costiero, collega i quartieri di Genova Voltri e di Genova Nervi, posti rispettivamente nell'estremo ponente e nell'estremo levante cittadino.

Si è quindi iniziata a sviluppare la mappatura acustica partendo dall'asse viario principale di collegamento tra il centro città e il ponente, costituito dalla Strada Sopraelevata Aldo Moro, che assume la natura di una strada urbana a scorrimento veloce. Con i suoi 5 km di lunghezza la Sopraelevata, partendo dal quartiere di Genova Foce, raggiunge il quartiere di Sampierdarena, passando per i quartieri di Caricamento, Prè e Di Negro. Per la sua strategica funzione la Strada Sopraelevata Aldo Moro, è caratterizzata da flussi di traffico elevati, superiori ai 6 milioni



*Strada Sopraelevata Aldo Moro*

di veicoli all'anno, costituendo nell'ambito urbano genovese la maggiore fonte di disturbo dovuta al rumore da traffico veicolare.

Analogamente si è proceduto per il collegamento Centro – Levante, prendendo in considerazione le arterie che maggiormente caratterizzano il collegamento cittadino tra le due zone citate e, che per le caratteristiche dei flussi di traffico, costituiscono a loro volta nell'ambito urbano considerato la maggiore fonte di disturbo in una zona caratterizzata per vari tratti da vie costeggiate al margine da edifici anche e soprattutto residenziali.

Per tali assi viari si è proceduto alla mappatura acustica in conformità a quanto prescritto dal D.Lgs. 194/05, valutando i dati definiti all'Allegato VI. In particolare, si sono prodotte le mappe strategiche in forma di grafico, che riportano le curve di livello 60, 65, 70 e 75 dB sia per l'indicatore acustico  $L_{den}$ , (Allegato 1 - Tavola 1), sia per l'indicatore acustico  $L_{night}$  (Allegato 1 – Tavola 2), così come richiesto al Punto 1.7 del succitato Allegato VI del D.Lgs 194/2005. Quindi, si sono valutate le grandezze previste ai Punti 1.5 e 1.6 dell'Allegato VI, ovvero:

- Numero totale di abitanti esposti ai diversi intervalli di  $L_{den}$  definiti dal Decreto
- Numero totale di abitanti esposti ai diversi intervalli di  $L_{night}$  definiti dal Decreto
- Numero di edifici residenziali;
- Numero di scuole;
- Numero di ospedali.

La presente relazione tecnica specialistica riporta la descrizione del quadro normativo di riferimento, dei dati di ingresso utili alla mappatura acustica, delle metodologie di calcolo e dei risultati ottenuti sia in termini grafici, mediante la produzione delle planimetrie riportate in allegato, sia mediante tabelle illustrative dell'impatto acustico sulla popolazione.



## 2. Normativa di riferimento

Per caratterizzare dal punto di vista acustico un agglomerato urbano, attualmente la normativa italiana di riferimento è il D.Lgs n. 194 del 19 agosto 2005 “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale”. Lo strumento di pianificazione utilizzato ai fini della caratterizzazione acustica è la Mappatura Acustica Strategica.

Il Decreto definisce due tipi di Mappatura Acustica Strategica: per agglomerati e per infrastrutture principali. Nel caso delle Mappature Acustiche Strategiche per agglomerati è necessario valutare il contributo in termini di rumore dovuto alla presenza di assi stradali e ferroviari principali e aeroporti principali. Per caratterizzare distintamente tali contributi è indispensabile realizzare una mappa acustica per ognuna delle sorgenti di rumore presenti all'interno dell'agglomerato.

Ogni ente gestore deve realizzare la mappa acustica della propria infrastruttura secondo i dettami del D.Lgs 194/2005.

In quasi tutti gli articoli, commi ed allegati del Decreto si riporta testualmente la Direttiva europea 2002/49/CE nella sua versione in lingua italiana.

Vengono descritti brevemente gli aspetti più importanti del Decreto in relazione allo studio che è stato condotto.

Con il D.Lgs 194/2005 l'Italia delibera a livello nazionale le azioni per il controllo del rumore ambientale, definite a livello europeo dalla Direttiva europea 2002/49/CE, attraverso l'introduzione di:

- descrittori acustici, comuni a tutti i Paesi Membri;
- metodologie nella realizzazione delle misure fonometriche;
- metodologie di valutazione del rumore e del fastidio percepito dalle persone;
- criteri per la pianificazione acustica.

Non tutte le sorgenti sonore sono considerate nel Decreto: solo il rumore da traffico veicolare, ferroviario, aeroportuale e derivante da sorgenti industriali viene preso in considerazione.

L'obiettivo del Decreto italiano così come della Direttiva europea è quello di proteggere *aree edificate, parchi pubblici o in altre zone silenziose degli agglomerati, nelle zone silenziose in aperta campagna, nei pressi delle scuole, degli ospedali e di altri edifici e zone particolarmente sensibili al rumore.*

In accordo con il Decreto la valutazione e il controllo del rumore deve essere fatto seguendo in ordine progressivo le azioni sotto indicate:

*a) l'elaborazione della mappatura acustica e delle mappe acustiche strategiche di cui all'articolo 3;*

*b) l'elaborazione e l'adozione dei piani di azione di cui all'articolo 4, volti ad evitare e a ridurre il rumore ambientale laddove necessario, in particolare, quando i livelli di esposizione possono avere effetti nocivi per la salute umana, nonché ad evitare aumenti del rumore nelle zone silenziose;*

*Strada Sopraelevata Aldo Moro*

c) assicurare l'informazione e la partecipazione del pubblico in merito al rumore ambientale ed ai relativi effetti.

Il D.Lgs 194/2005 ha introdotto come descrittori acustici  $L_{den}$  (Day-Evening-Night Level) e  $L_{night}$  (Night Level), così come definiti dalla Direttiva europea, modificando però le fasce orarie in cui devono essere misurati/calcolati i descrittori acustici  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$  e  $L_{night}$ , che insieme definiscono il descrittore acustico  $L_{den}$ . Ne consegue che anche i coefficienti numerici presenti nella formula di  $L_{den}$  sono differenti. Si riporta la formula di  $L_{den}$  così come definita all'Allegato I del D.Lgs 194/2005:

$$L_{den} = 10 \cdot \log \frac{1}{24} \left( 14 \cdot 10^{L_{day}/10} + 2 \cdot 10^{L_{evening}+5/10} + 8 \cdot 10^{L_{night}+10/10} \right)$$

dove:

a)  $L_{den}$  e' il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato «A», determinato sull'insieme dei periodi giornalieri di un anno solare;

b)  $L_{day}$  e' il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato «A», definito alla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi diurni di un anno solare;

c)  $L_{evening}$  e' il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato «A», definito alla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi serali di un anno solare;

d)  $L_{night}$  e' il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato «A», definito alla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi notturni di un anno solare;

Il periodo giorno-sera-notte è dalle 6.00 alle 6.00 del giorno successivo mentre per la Direttiva europea è dalle 7.00 alle 7.00 del giorno successivo. I periodi del giorno sono così suddivisi:

- 1) periodo diurno: dalle 06.00 alle 20.00 (mentre per la Direttiva è dalle 7.00 alle 19.00);
- 2) periodo serale: dalle 20.00 alle 22.00 (mentre per la Direttiva è dalle 19.00 alle 23.00);
- 3) periodo notturno: dalle 22.00 alle 06.00 (mentre per la Direttiva è dalle 23.00 alle 7.00).

I livelli di rumore devono essere misurati ad una quota di  $4.0 \pm 0.2$  m rispetto alla quota del terreno e per la facciata dell'edificio maggiormente esposta. Tale altezza deve essere la stessa per il calcolo computazionale ai fini della realizzazione delle mappe acustiche e mappe acustiche strategiche.

Il Decreto definisce all'Allegato II i metodi computazionali (comuni sia all'Italia che agli Stati Membri dell'Unione Europea) per calcolare la propagazione sonora delle diverse tipologie di sorgente. Per quanto concerne il rumore stradale il metodo computazionale scelto è il metodo di calcolo ufficiale francese «NMPB-Routes-96 (SETRACERTU-LCPC-CSTB)», citato nell'«Arrete' du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routieres, Journal Officiel du 10 mai 1995, article 6» e nella norma francese «XPS 31-133». È possibile utilizzare tale metodo in attesa dell'emanazione dei decreti di cui all'art. 6.

Al fine di valutare e gestire il rumore ambientale, il Decreto introduce due strumenti di pianificazione acustica: la mappa acustica strategica, accennata precedentemente, e i piani d'azione.

La mappa acustica strategica è una mappa finalizzata alla determinazione dell'esposizione globale al rumore in una certa zona a causa di varie sorgenti di rumore ovvero alla definizione di previsioni generali per tale zona.



*Strada Sopraelevata Aldo Moro*

Mentre il piano d'azione è un *piano destinato a gestire i problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti, compresa, se necessario, la sua riduzione.*

Nel presente studio, avendo considerato un'unica sorgente di rumore situata all'interno di un agglomerato urbano, è stata realizzata una mappatura acustica per caratterizzare tale sorgente. Il Decreto (Art.2, comma 1, lettera o)) definisce con mappatura acustica: *la rappresentazione di dati relativi a una situazione di rumore esistente o prevista in una zona, relativa ad una determinata sorgente, in funzione di un descrittore acustico che indichi il superamento di pertinenti valori limite vigenti, il numero di persone esposte in una determinata area o il numero di abitazioni esposte a determinati valori di un descrittore acustico in una certa zona.*

Dopo che la Direttiva europea 2002/49/CE è stata promulgata si sono formati dei gruppi di lavoro, detti Working Group, i quali hanno avuto come obiettivo quello di definire le linee guida per la corretta applicazione dei diversi strumenti di caratterizzazione e pianificazione acustica, introdotti con la Direttiva. Nel corso di questi anni si sono formati 4 Working Group, tra cui il Working Group on Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) che ha definito le linee guida per la realizzazione delle mappe acustiche strategiche,

Il documento di sintesi del WG-AEN, il "Position Paper on Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure" è stato largamente consultato nel presente studio e più volte citato in questa relazione tecnica.

Un'ultima importante nota riguarda i valori limite che secondo la Direttiva europea ogni Stato Membro deve definire in termini di  $L_{den}$  e  $L_{night}$ : nel D.Lgs 194/2005 tali valori limite non vengono stabiliti. Attualmente infatti a livello nazionale i valori limite sono quelli definiti dal D.P.C.M. 14.11.1997, i quali sono espressi in termini di  $L_{eq}$  (Livello equivalente di pressione sonora) per le due fasce del giorno, periodo diurno (6.00 – 22.00) e periodo notturno (22.00 – 6.00).

### 3. Mappatura acustica della Strada Aldo Moro

Il tratto preso in considerazione è situato tra il quartiere di Genova Foce e il quartiere di Genova Sampierdarena e più precisamente tra la rampa di accesso alla Sopraelevata e quelle di uscita, nella parte terminale di ponente della strada. La figura 3.1 mostra una vista satellitare del tratto stradale esaminato.



Figure 3.1 – Vista satellitare della Strada Sopraelevata Aldo Moro

I confini dell'area investigata sono stati ottenuti sulla base della propagazione sonora in campo libero della sola sorgente Strada Aldo Moro, nel tratto di interesse. La metodologia applicata per definire tali confini sarà descritta più dettagliatamente in seguito.

#### 3.1 Caratteristiche della strada e del flusso di traffico veicolare

La strada nel tratto considerato è lunga circa 5 km e si snoda attraverso i quartieri di Genova Foce, Genova Centro, Genova Dinegro. Una vista satellitare della strada sopraelevata e della zona circostante è riportata in figura 3.1 mentre una vista delle curve di livello è rappresentata in figura 3.2, unitamente alla principale destinazione d'uso degli edifici.

In direzione levante la Sopraelevata ha tre ingressi nella zona di Sampierdarena: uno direttamente dal casello autostradale di Genova Ovest, uno da via Cantore ed uno da Lungomare Canepa, e uscite in corrispondenza del Porto Antico, della zona di Portoria per finire nella zona del quartiere fieristico della Foce. Verso ponente inizia in prossimità della Fiera di



*Strada Sopraelevata Aldo Moro*

Genova, ha un accesso raggiungibile da corso Quadrio e piazza Dante, in corrispondenza di Via di Francia (quartiere San Benigno) e una che permette di raggiungere sia Via Cantore sia il casello autostradale di Genova Ovest lungo l'Autostrada A7.

La strada Aldo Moro è costituita da due carreggiate, una per ogni direzione di marcia, senza corsie d'emergenza, separate da un vuoto e un doppio guard-rail centrale. Ogni carreggiata ha due corsie larghe mediamente 3.50 metri cadauna ed una larghezza totale di circa 16 metri. L'altitudine della strada è variabile, con una quota media di circa 14 m.

Lungo tutta la Strada Sopraelevata Aldo Moro, fatta eccezione per le rampe di accesso ed uscita, è consentita una velocità non superiore ai 60 km/h, mentre la velocità minima è di 40 km/h.

Più di 25 milioni di veicoli transitano annualmente in questo tratto di strada con un trend di traffico pressoché costante durante l'intero anno. Essendo il numero di passaggi eccedenti il limite di 6 milioni di veicoli, come richiesto dalla Direttiva Europea 2002/49/EC, è necessario realizzare una mappatura acustica strategica per l'area in questione.

Le tipologie di veicoli che normalmente transitano lungo questa arteria stradale sono motocicli e automobili in quanto il transito è interdetto a pedoni, velocipedi, ciclomotori, veicoli a braccia e a trazione animale, nonché a veicoli pesanti (sopra le 2.5 t) quali camion e autobus per il trasporto pubblico.

A causa delle caratteristiche morfologiche della città, Genova è caratterizzata da un elevato numero di mezzi a due ruote e anche in questo tratto stradale è presente un elevato numero di motocicli.

Nell'elaborazione dei dati di traffico i motocicli e le macchine sono state fatte ricadere nella categoria dei veicoli leggeri mentre i veicoli pesanti sono stati considerati pari a zero.

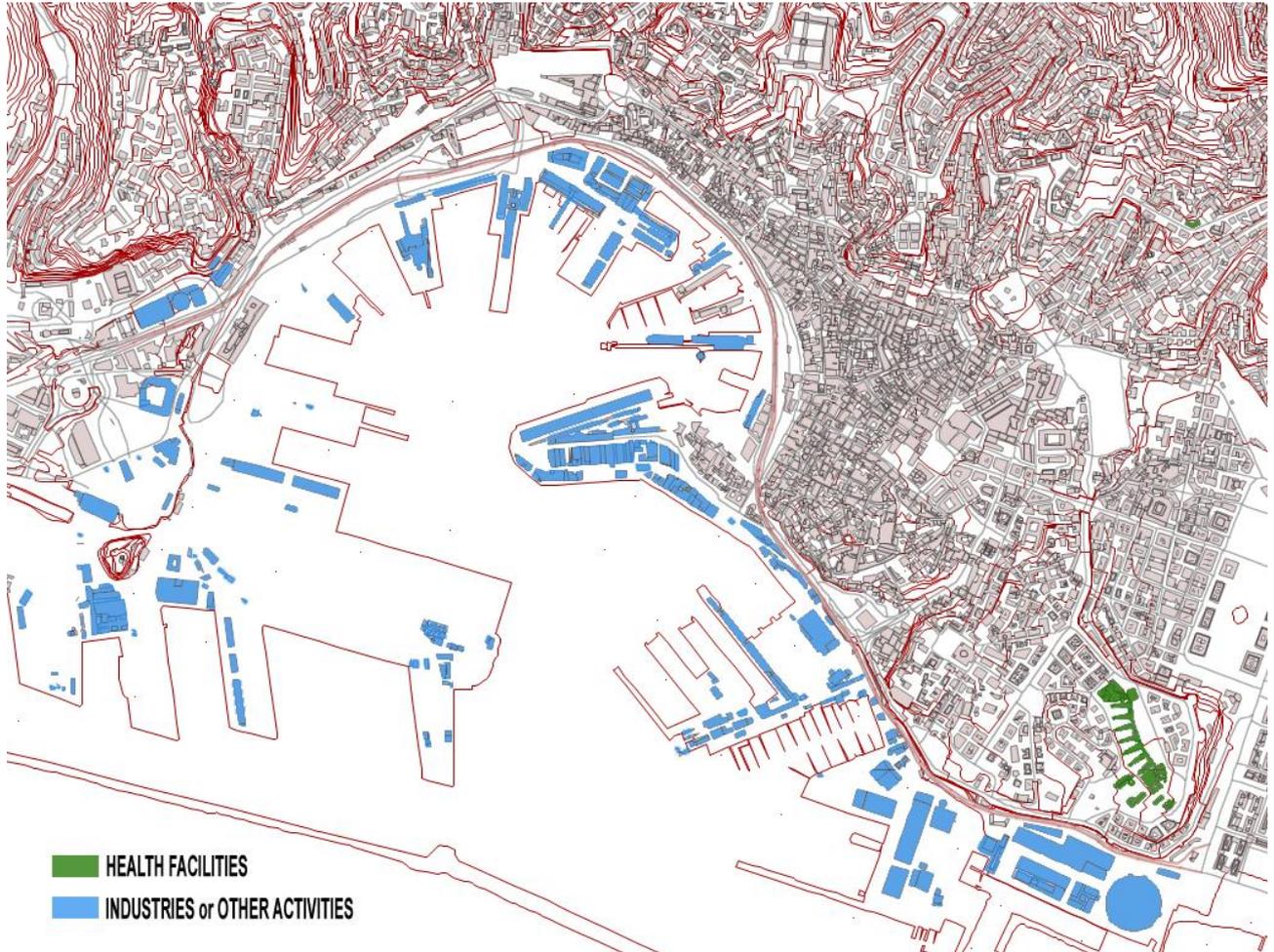


Figura 3.2 – Curve di livello lungo il tratto di interesse della Sopraelevata

### 3.2 Caratteristiche dell'area modellizzata

L'area a sud della Strada Sopraelevata risulta alquanto differente da quella sul lato a nord, sia a livello morfologico sia a livello urbano, essendo l'uso del territorio differente sui due lati così come da levante a ponente.

A livello morfologico, il terreno presenta un andamento variabile con dislivelli e muri di sostegno principalmente nella zona più prossima alla Foce, mentre si presenta con un campo più aperto verso Dinegro e Sampierdarena. A livello urbano, la zona a sud è meno densamente popolata dal momento che l'uso del territorio è caratterizzato da agglomerati industriali (cantieri navali, bacini di carenaggio, marine, stazione marittima, ecc) mentre il lato nord è maggiormente caratterizzato da edifici residenziali.

Entrambi i lati sono caratterizzati da una fitta rete di strade e stradine che corrono lungo e sotto la Strada Sopraelevata, molte delle quali sono strette, come è caratteristico del tessuto urbano del capoluogo ligure, dove non mancano i tipici "caruggi" genovesi.

Un'altra arteria principale si snoda parallelamente e per alcuni tratti sotto la Sopraelevata, dalla Foce a Dinegro.



### 3.3 Realizzazione della mappatura acustica

Al fine di realizzare la mappa acustica dell'area investigata in funzione dei descrittori acustici  $L_{den}$  e  $L_{night}$ , come richiesto dal D.lgs 194/2005, l'attività è stata svolta nella maniera seguente:

- Acquisizione ed elaborazione dei dati di input;
- Definizione dei confini dell'area da investigare;
- Preparazione del modello di propagazione sonora;
- Validazione del modello di propagazione sonora;
- Accuratezza del modello di propagazione sonora.

Come software di propagazione sonora è stato utilizzato il software commerciale MITHRA – SIG, versione 3.3.0.

#### 3.3.1 Acquisizione ed elaborazione dei dati di input

Questa è la fase sicuramente più importante nella redazione di una mappa acustica perché la mappa è rappresentativa della situazione di clima acustico reale solo se i dati di input raccolti sono loro stessi rappresentativi della condizione reale. Pertanto l'accuratezza di una mappa si basa sulla qualità dei dati raccolti. Tuttavia i dati di input che vengono richiesti per la creazione delle mappe sono numerosi e non sempre facilmente reperibili. Qualche volta i dati non sono disponibili o sono disponibili in parte oppure disponibili ma definiti con indicatori non appropriati. Inoltre alcuni dei dati richiesti hanno un grado di dettaglio così elevato che risulta molto difficile ottenerli, soprattutto in certi contesti urbani. La difficoltà di reperire tali dati è stata discussa ampiamente all'interno delle linee guida per la realizzazione delle mappe acustiche<sup>1</sup>.

Nel presente studio vengono riportati i dati che sono stati raccolti per la realizzazione della mappa acustica dell'area presa in considerazione. Per ogni categoria di dati verrà fatta una descrizione su come sono stati raccolti ed elaborati.

#### **Dati di input: morfologia del territorio in esame**

Le prime informazioni, che è necessario avere a disposizione, sono quelle riguardanti la morfologia del terreno, in quanto il primo passo per la realizzazione di una mappa acustica, è la creazione del modello digitale del terreno (DGM – Digital Ground Model).

Tali informazioni sono state fornite dagli uffici tecnici del Comune di Genova in formato di file shape.

Per la realizzazione del DGM è stata presa in considerazione un'area molto ampia in modo tale che si fosse sicuri che l'area investigata, che deve essere definita in un secondo momento sulla base della propagazione sonora in campo libero della sola sorgente Strada Sopraelevata Aldo Moro, ricadesse all'interno di quest'area.

Sono state unite tra loro tre mappe cartografiche. Ciascuna mappa è di dimensioni 700m x 830m. Il DGM dell'intera area ha una superficie pari a 1 743 000 m<sup>2</sup>.

Ogni mappa cartografica completa è formata da 50 shape file e relativi file database associati. Al fine di realizzare il DGM solo gli shape file relativi alle curve di livello, ai punti in quota, alle linee perimetrali degli edifici, alle linee di contorno degli assi stradali sono stati importati nel software di propagazione sonora. È stato inserito il tratto stradale di interesse e gli edifici che



*Strada Sopraelevata Aldo Moro*

ricadono all'interno dell'area di studio, sebbene l'individuazione dei confini dell'area sia stata fatta in un secondo momento.

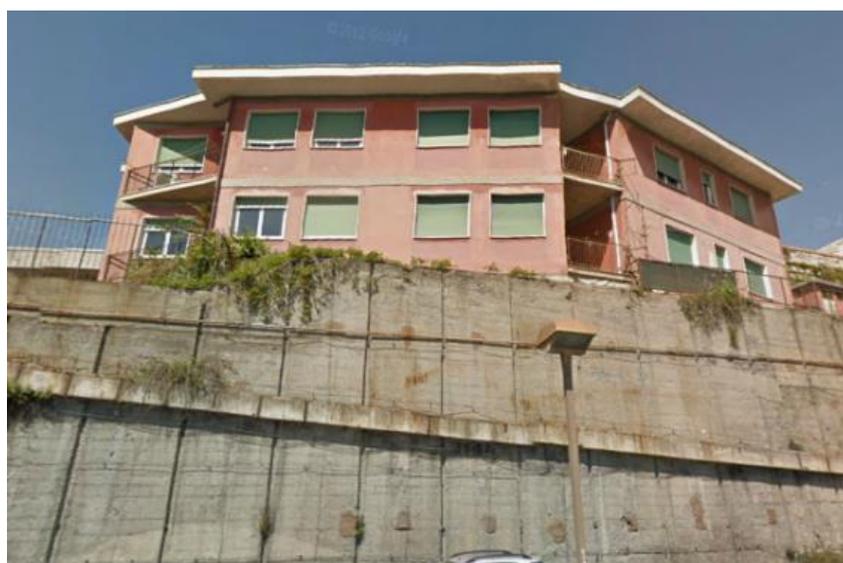
Come detto e come è possibile vedere dalla figura 3.2 l'andamento del terreno è molto variabile: in alcuni punti i pendii sono ripidi e gli avvallamenti sono stretti e profondamente scavati.

Nella parte nord dell'area in esame il terreno è più pendente rispetto alla zona sud, arrivando ad avere una quota di pochi metri sul livello medio del mare.

A sud, alcuni edifici di primo fronte rispetto alla Strada Sopraelevata Aldo Moro si trovano parzialmente o totalmente al di sotto del livello stradale, come è possibile vedere in figura 3.3. Mentre altri edifici si trovano ben al di sopra del livello stradale, come riportato in figura 3.4.



*Figura 3.3 – Palazzo di primo fronte posto parzialmente al di sotto del livello stradale della Sopraelevata*



*Figura 3.4 – Palazzi posti al di sopra del livello stradale della Sopraelevata*

Dal punto di vista acustico, l'andamento del terreno come sopra descritto comporta che anche zone vicine all'asse stradale della Sopraelevata Aldo Moro possano essere esposte a bassi

livelli di rumore emessi dalla sorgente stradale mentre altre zone più lontane abbiano livelli di rumore in facciata elevati.

### Dati di input: caratteristiche stradali e flussi di traffico

La strada presa in considerazione in questo studio e sulla base della quale la mappa acustica è stata realizzata è delimitato dall'entrata a ponente in zona Sampierdarena e dall'uscita in zona Foce. La sezione iniziale è situata prima all'inizio della rampa di accesso della Sopraelevata stessa, mentre la sezione finale è in zona fieristica. La lunghezza totale del percorso è pari a 5.0 km.

La strada in questo tratto presenta delle lievi curve sia verso sinistra che verso destra, senza brusche variazioni dell'andamento longitudinale. Le carreggiate sono due, una per ogni senso di marcia, senza corsie d'emergenza, separate da un vuoto e un doppio guard-rail centrale. Ogni carreggiata presenta due corsie larghe mediamente 3.50 metri cadauna. La strada Sopraelevata ha una larghezza totale di circa 16 metri.

Non sono state prese in considerazione strade secondarie in quanto sono strade locali utilizzate quasi esclusivamente dalla popolazione residente e il traffico maggiore si sviluppa proprio lungo la Strada Aldo Moro.

Per ricreare nel modello di propagazione sonora la sorgente stradale principale sono state inserite due linee di emissione sonora che rappresentano i due assi stradali, uno in direzione ponente e l'altro in direzione levante. Ciascuna di queste linee di emissione contiene le informazioni riguardanti i flussi di traffico.

Per le linee di emissione delle sorgenti stradali, il programma richiede come caratteristiche geometriche della strada: la larghezza delle corsie, dello spartitraffico e delle corsie di emergenza (ove presenti). La larghezza delle corsie e della banda di emissione è riferita alla linea di emissione, come è riportato in figura 3.5. È stata considerata un'unica linea di emissione per carreggiata e non per corsia.

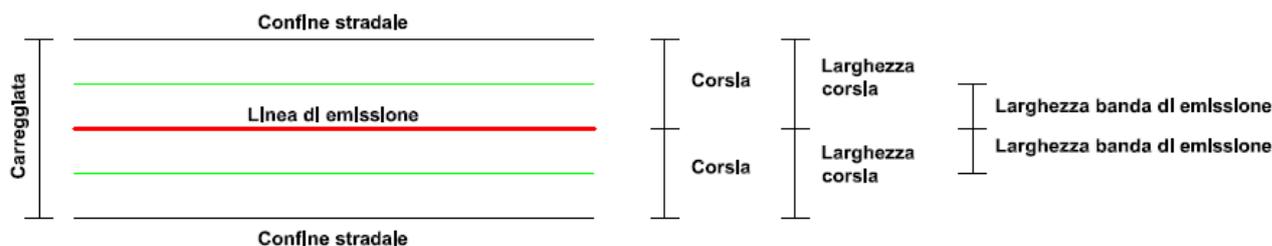


Figura 3.5 – Definizione del profilo stradale nel software

Per quanto concerne i dati del flusso di traffico della Sopraelevata è stato necessario analizzare ed elaborare i dati di traffico forniti dagli uffici del Comune di Genova, derivanti dalle informazioni raccolte attraverso i sensori e le spire poste lungo il percorso della Sopraelevata, individuando le sezioni più utili ai fini dell'individuazione del flusso di traffico.

I dati di traffico menzionati fanno riferimento all'anno 2005 e sono stati elaborati per ottenere il numero medio annuale di veicoli per ora, nelle sezioni mostrate in tabella 3.1, per la direzione da Ponente a Levante, distinto nei tre periodi giornalieri indicati: giorno (6.00 – 20.00), sera (20.00 – 22.00) e notte (22.00 – 6.00).



La media annuale del numero di veicoli per ora, in ogni sezione considerata, per la direzione da Levante a Ponente è mostrata in Tabella 3.2, suddivisa nei tre periodi giornalieri indicati: giorno (6.00 – 20.00), sera (20.00 – 22.00) e notte (22.00 – 6.00).

<b>Sezione 1 Entrata – Caricamento</b>	<b>GIORNO</b>	<b>SERA</b>	<b>NOTTE</b>
Corsia SX	1034	687	299
Corsia DX	1101	404	132
<b>Sezione 2 Caricamento – Casacce</b>	<b>GIORNO</b>	<b>SERA</b>	<b>NOTTE</b>
Corsia SX	844	364	113
Corsia DX	1112	693	271
<b>Sezione 3 Casacce – Foce</b>	<b>GIORNO</b>	<b>SERA</b>	<b>NOTTE</b>
Corsia SX	623	255	78
Corsia DX	698	471	180

Tabella 3.1 – Numero medio annuale orario di veicoli nella direzione Ponente – Levante

<b>Sezione 1 Foce – Casacce</b>	<b>GIORNO</b>	<b>SERA</b>	<b>NOTTE</b>
Corsia SX	907	284	153
Corsia DX	1093	604	345
<b>Sezione 2 Casacce – Uscita</b>	<b>GIORNO</b>	<b>SERA</b>	<b>NOTTE</b>
Corsia SX	935	598	354
Corsia DX	956	253	119

Tabella 3.2 – Numero medio annuale orario di veicoli nella direzione Levante – Ponente

Tali valori sono stati poi inseriti nel software di propagazione sonora in modo tale che da questi dati si potesse calcolare il livello di potenza sonora emesso dalla sorgente Sopraelevata. I flussi di traffico, così come sono stati inseriti nel modello, sono riportati in tabella 3.1 e tabella 3.2.

Come è possibile vedere dalle due tabelle, il tratto di interesse è stato diviso in tre sezioni per la direzione Ponente – Levante ed in due per quella Levante – Ponente, poiché sono stati presi in considerazioni i flussi entranti e/o uscenti dal percorso della strada stessa.

Come conseguenza dei flussi di traffico, delle caratteristiche della strada e delle intersezioni con le entrate (una da Levante a Ponente, denominata Quadrio) e con le uscite (una da Levante a Ponente, denominata Casacce e due da Ponente a Levante, denominate Caricamento e Portoria), la velocità di transito è variabile nelle differenti sezioni stradali considerate. In generale, la velocità risulta essere maggiore quando il traffico è regolare e scorrevole. Per il periodo di studio (dati di traffico per l'anno 2005), prima dell'introduzione e la messa in funzione del tutor stradale lungo la strada Sopraelevata Aldo Moro, la media annuale dei valori riferiti alla velocità dei mezzi in transito risulta pari a circa 85 km/h. Per creare il modello di propagazione acustica si è utilizzato il valore limite di velocità consentito sulla strada in oggetto, fissato in 60 km/h per tutti e tre i periodi del giorno.

Dai dati di traffico elaborati per il presente studio si è potuto osservare che:

- mediamente il numero di transiti è di circa 30000 in direzione levante durante il periodo diurno e 28000 in direzione ponente. Durante il periodo notturno si ha un netto calo dei flussi di traffico: la media del numero di transiti è di circa 3500 in direzione levante e 4000 in direzione ponente;
- i flussi veicolari del weekend non variano particolarmente rispetto a quelli dei giorni lavorativi;
- il trend di traffico è pressoché costante durante l'intero periodo annuo osservato;
- in generale i flussi di traffico in direzione levante risultano essere leggermente maggiori rispetto ai flussi veicolari in direzione ponente.



Figura 3.6 – Suddivisione del traffico stradale lungo la Sopraelevata



I dati di input legati al traffico veicolare, ottenuti dalla campagna di misure, forniscono il numero di veicoli per ora, non distinguendo però tra differenti tipologie di mezzi. Tuttavia si è deciso di accorpare la percentuale di automobili a quella di motocicli facendole ricadere nella categoria dei veicoli leggeri mentre i veicoli pesanti transitanti sono stati considerati pari a zero in virtù dell'interdizione degli stessi al transito sulla Strada Sopraelevata Aldo Moro.

Per quanto riguarda il traffico, oltre al numero di veicoli per ora, il software richiede di definire anche se nei tre periodi del giorno il flusso è scorrevole, congestionato, accelerato o decelerato. Per tutte le sezioni nel tratto in esame il flusso è stato considerato sempre scorrevole.

Altre informazioni richieste riguardano: la tipologia di manto stradale e se ci sono tratti stradali in cui avvengono riflessioni multiple (effetto canyon). Come manto stradale, tra quelli definiti dal software, è stato scelto asfalto liscio; mentre non è stata selezionata la condizione di riflessioni multiple in quanto nel tratto considerato sono pochi e di limitata lunghezza i punti dove gli edifici possono generare un effetto canyon.

### **Dati di input: classificazione degli edifici**

L'inserimento e la classificazione degli edifici in base alla destinazione d'uso è stata fatta dopo che è stata definita l'area da mappare.

Nella cartografia fornita dagli uffici tecnici del Comune di Genova gli edifici sono inseriti in un unico layer. Non è presente una specifica distinzione degli edifici sulla base della destinazione d'uso. Pertanto è stato necessario verificare sul campo la reale destinazione d'uso degli edifici.

Sono state individuate 8 scuole, 2 edifici religiosi, 1 ospedale, 1 clinica e alcuni edifici ad uso prevalentemente commerciale. Il maggior numero di edifici è ad uso residenziale. Diversi edifici hanno una destinazione d'uso mista: commerciale e residenziale, specialmente lungo il percorso della Sopraelevata; tuttavia nel software è consentito inserirne solo una. A titolo precauzionale è stato scelto di considerare questi edifici come residenziali.

Sulla base delle informazioni richieste dal software, altri dati relativi agli edifici devono essere raccolti, come:

- il numero di piani;
- l'altezza di ciascun piano;
- l'altezza totale dell'edificio.

Le informazioni inerenti al numero di piani per ogni edificio è stata fatta, ove possibile, attraverso le informazioni contenute nella cartografia resa disponibile. Nel caso di assenza di informazioni, si è effettuata una verifica in loco o tramite servizi di geovisualizzazione online.

Nel software di propagazione sonora sono svariate le destinazioni d'uso degli edifici: edifici principali (residenziali), edifici ausiliari, scuole, ospedali, asili ed edifici di cui non è nota la destinazione d'uso o non può essere classificata all'interno delle altre categorie.

Il calcolo del numero di residenti esposti a differenti livelli di rumore viene fatto unicamente per gli edifici residenziali. Edifici pubblici, ad uso commerciale, di culto sono stati inseriti come edifici ausiliari.

### **Dati di input: informazioni sulla popolazione esposta**

Le informazioni inerenti il numero di persone che vivono all'interno degli edifici residenziali sono state raccolte sulla base di:



- la tipologia di edifici che sono presenti nell'area investigata
- il numero medio di persone che formano un nucleo familiare nei quartieri di Genova Foce, Genova Centro, Genova Caricamento e Genova Dinegro.

Molti degli edifici che rientrano nell'area da mappare sono stati costruiti durante il boom edilizio degli anni '60. La superficie media degli appartamenti è di circa 80 m<sup>2</sup>.

In generale la città di Genova ha una crescita demografica molto lenta e il numero di persone sopra i 65 anni di età è elevata e i quartieri interessati dal presente studio non risultano rappresentare un'eccezione.

La media dei nuclei familiari è costituita da due persone. Ai fini del calcolo del numero di persone esposte a differenti livelli di rumore, è stato inserito all'interno del modello di calcolo un valore medio di 40 m<sup>2</sup>/persona.

#### **Dati di input: caratteristiche della superficie del terreno**

Secondo le linee guida della Commissione europea in generale si può assumere che in ambito urbano la superficie del terreno sia riflettente mentre in aperta campagna sia assorbente. Si aggiunge inoltre che le caratteristiche del terreno possono essere trascurate per superfici inferiori ai 250 m<sup>2</sup>, le quali abbiano caratteristiche differenti rispetto alle zone circostanti, senza che l'accuratezza del modello venga meno.

Dal momento che l'area d'interesse è inserita in un contesto urbano, il terreno è stato assunto riflettente.

Le caratteristiche di assorbimento acustico del terreno sono state inserite nel modello di propagazione in campo libero al fine di determinare i confini dell'area di studio.

La superficie stradale viene invece considerata riflettente di default.

#### **Dati in input: informazioni meteorologiche**

Dal momento che il D.lgs 194/2005 prevede come metodo di calcolo per il rumore da traffico stradale il metodo ufficiale francese NMPB – Routes- 96, sono richieste anche informazioni inerenti la temperatura, l'umidità, la velocità e la direzione del vento. La raccolta dei dati medi annui di temperatura e umidità sono stati presi dalla stazione meteorologica del DICCA sita in Genova Albaro. In tabella 3.3 sono riportati i valori medi mensili di temperatura ed umidità per l'anno 2011.



Tabella 3.3 – Valori medi mensili di temperatura e umidità dell'anno 2011

2011	Temperatura [°C]	Umidità [%]
Gennaio	7	74
Febbraio	9	79
Marzo	10.3	78
Aprile	15.6	74
Maggio	19.9	71
Giugno	21.7	90
Luglio	23.1	85
Agosto	24.5	82
Settembre	22.9	81
Ottobre	16.4	71
Novembre	12.7	78
Dicembre	10.9	68
<b>Media annua</b>	<b>16</b>	<b>78</b>

Non è stato possibile raccogliere i dati riguardanti la velocità del vento e la direzione in quanto tali informazioni sono gestite dalle stazioni militari. Pertanto sono stati presi in considerazione i valori di default definiti dal metodo di calcolo NMPB per definire le condizioni favorevoli di propagazione sonora: 50% per il giorno, 75% per la sera e 100% per la notte.

### 3.3.2 Definizione dei confini dell'area da modellizzare

I confini di un'area, che deve essere mappata dal punto di vista acustico, per una determinata tipologia di sorgente, vengono definiti sulla base della propagazione sonora della principale sorgente, presa in considerazione. Nelle linee guida fornite dalla Commissione europea viene indicata la procedura consigliata per determinare i confini dell'area, ai fini di realizzare la mappatura acustica della stessa. Per le strade principali, così come per le linee ferroviarie principali, tale procedura è suddivisa in 3 fasi successive:

#### 1<sup>a</sup> fase

Creare nel software di propagazione sonora una "situazione di rumore" in cui siano presenti esclusivamente: il DGM, le caratteristiche di assorbimento acustico del terreno e l'asse stradale della strada principale, dentro il quale sono inserite le caratteristiche della strada e i flussi veicolari.

Una volta definita la "situazione di rumore", sulla base di essa deve essere creato il modello di propagazione sonora. Vista l'assenza di ostacoli verticali, la propagazione sonora sarà in campo libero.

Confrontare l'area racchiusa all'interno della curva di isolivello sonoro  $L_{den}=55$  dB(A) e la curva di isolivello sonoro  $L_{night}=50$  dB(A) e prendere in considerazione solo la curva di isolivello sonoro che racchiude l'area più grande.

#### 2<sup>a</sup> fase

Misurare la distanza più grande "d" tra l'asse stradale e la curva di isolivello sonoro  $L_{den}=55$  dB(A) (o  $L_{night}=50$  dB(A)).



Moltiplicare tale distanza “d” per un coefficiente pari a 1.5, ottenendo così la distanza “d<sub>1</sub>”.

3<sup>a</sup> fase

Disegnare lungo tutto l’asse stradale preso in esame e per ambo i lati una linea posta ad una distanza “d<sub>1</sub>” dall’asse stradale. L’area racchiusa da tale linea è l’area che deve essere mappata.

Nel presente studio, a cui è stato data un’impostazione a carattere prevalentemente sperimentale, la procedura qui sopra descritta per la determinazione dei confini dell’area di studio è stata eseguita in parte, per le ragioni che saranno spiegate più avanti.

In dettaglio viene descritta la procedura eseguita per la determinazione dell’area da mappare, relativamente allo studio in esame.

La prima fase è stata fatta in accordo con la procedura suggerita nelle linee guida della Commissione europea.

Nel software è stata creata una “situazione di rumore” in cui erano presenti il DGM, precedentemente calcolato, le caratteristiche di assorbimento acustico del terreno, e la sorgente di rumore principale. Nel presente studio è stato considerato il tratto della Strada Sopraelevata Aldo Moro, in quanto la mappa acustica da realizzare fa riferimento a tale sorgente.

Per la modellizzazione della propagazione sonora in campo libero è stato scelto un reticolo a maglia costante, i cui elementi sono quadrati di lato 10 m. La mappa è stata realizzata ad una quota di 4 m al di sopra del DGM. La configurazione di calcolo per la propagazione sonora è riportata in tabella 3.4.

Tabella 3.4 – Configurazione di calcolo

Angolo d’incremento [°]	7
Ordine di riflessione	1
Profondità di riflessione	1
Raggio di massima ricerca [m]	500
Tolleranza [dB]	0
Pesatura	dB(A)
Diffrazioni laterali	non selezionato

È stato scelto un angolo d’incremento pari a 7° in quanto tale valore è un buon compromesso tra il tempo di calcolo e l’accuratezza.

È stato scelto un ordine di riflessione pari a 1 dal momento che nel modello non sono presenti ostacoli verticali e la propagazione sonora risulta quindi in campo libero.

La profondità di riflessione definisce il numero di potenziali superfici riflettenti che il raggio sonoro “ricercatore” può scavalcare affinché i raggi riflessi possano essere ancora trovati<sup>2</sup>. Dal momento che in questo modello non ci sono ostacoli, è stata scelta una profondità di riflessione pari a 1.



“Raggio di massima ricerca” stabilisce quanto lontano una sorgente può essere dal ricettore e può ancora contribuire al livello sonoro complessivo in corrispondenza di tale ricettore. Dal momento che l’area è molto ampia è stato scelto di considerare il valore di default pari a 500 m.

Come pesatura è stata scelta la “A” come da Decreto.

Non è stata selezionata la casella “Diffrazioni laterali” in quanto non sono presenti ostacoli verticali in questo modello.

Come metodo computazionale è stato scelto il metodo ufficiale francese NMPB – Routes- 96 come richiede il D.lgs 194/2005.

Dopo aver elaborato tutti i dati, il software ha generato la mappa acustica, in termini di  $L_{den}$  e  $L_{night}$ , per la propagazione sonora in campo libero della sola sorgente sonora Strada Sopraelevata Aldo Moro.

La distanza tra la sorgente sonora Strada Aldo Moro e le curve di isolivello sonoro  $L_{den} = 55$  dB(A) e  $L_{night} = 50$  dB(A) varia significativamente lungo l’asse stradale in conseguenza dell’andamento del terreno, che come è stato già più volte detto, è molto variabile. Le curve di isolivello  $L_{den} = 55$  dB(A) e  $L_{night} = 50$  dB(A) sono quasi a contatto con l’asse stradale in corrispondenze dei punti di maggiore profondità rispetto al terreno circostante.

Dal momento che la zona a sud è meno densamente edificata e si trova ad una quota al di sotto della Strada Aldo Moro mentre la zona a nord ad una quota al di sopra, il rumore che si propaga si estende maggiormente nella zona sud rispetto che nella zona nord.

È stata presa in considerazione l’area sottesa dalla curva di isolivello sonoro  $L_{den} = 55$  dB(A) dal momento che essa è più estesa rispetto all’area racchiusa dalla curva di isolivello sonoro  $L_{night} = 50$  dB(A).

La seconda e la terza fase della procedura per la determinazione dei confini dell’area di studio non sono state prese in considerazione in quanto nel contesto di studio in esame si ritiene estremamente precauzionale la metodologia definita dalle linee guida da diventare poco efficace per i fini con cui si è proposta. Infatti in un contesto urbano, come quello che si sta analizzando in questo studio, la presenza di ostacoli verticali, come edifici e muri, fa sì che la propagazione sonora non avvenga mai in campo libero, per cui considerare la distanza massima tra l’asse stradale e la curva di isolivello sonoro  $L_{den} = 55$  dB(A) è già di per sé una misura cautelativa.

Nel presente studio si è quindi scelto di considerare costanti, rispetto all’asse stradale della sorgente principale, i confini dell’area, come le linee guida suggeriscono. Tale scelta è stata fatta sia per ragioni legate alle caratteristiche del territorio in esame sia per la densità di edificazione a nord della strada stessa.

Si è quindi scelto di considerare una distanza “d” costante, pari a 700 m, tra l’asse stradale e la linea che racchiude l’area di studio. Per mappature acustiche dove la sorgente stradale principale si estende per svariati chilometri si suggerisce infatti di mantenere una distanza “d” costante, perché la morfologia del territorio può cambiare e pertanto è bene generalizzare la metodologia con cui vengono definiti i confini dell’area, prendendo una distanza fissa. Si vuole però suggerire, in base all’esperienza fatta in questo studio, di scegliere la distanza “d” per definire i confini dell’area di studio e non la distanza “d<sub>1</sub>”, se la mappatura che deve essere realizzata è riferita ad una sorgente stradale inserita in un territorio urbano densamente edificato.



### 3.3.3 Preparazione del modello di propagazione sonora

Una volta definita l'area per la quale deve essere realizzata la mappatura, sono stati inseriti nel modello anche gli edifici, i muri e la distribuzione della popolazione residente.

Le sorgenti stradali secondarie non sono state prese in considerazione per il presente studio.

### 3.3.4 Validazione del modello

Prima di realizzare la mappatura acustica, il modello di propagazione sonora deve essere validato.

La validazione è stata fatta confrontando i livelli di pressione sonora misurati in campo e i livelli di pressione sonora calcolati dal software nelle medesime posizioni in cui sono state fatte le misure fonometriche.

Per la validazione del modello sono state prese in considerazione le misure fonometriche di due campagne di misura differenti fatte lungo la Strada Sopraelevata Aldo Moro dalla Polizia Municipale. Durante il mese di ottobre 2009 sono stati eseguiti dal Reparto Ambiente e Territorio della Polizia Municipale del Comune di Genova. In particolare è stato rilevato il livello equivalente per la durata di un'ora dal sito di Via dei Pescatori n. 31 mentre dalla Batteria Stella è stato eseguito un monitoraggio protratto per sei giorni.

I rilievi fonometrici relativi alla rumorosità nel comprensorio militare dell'UTNAV, con accesso da Via dei Pescatori n. 31, sono stati condotti a partire dalle ore 11:00 del 27 ottobre.

I punti di misura prescelti (Figura 3.7) sono indicati nella documentazione agli atti come punto A (Postazione 1: Edificio di Via dei Pescatori n. 31) e punto B (Postazione 2: Zona Batteria Stella), rispettivamente a valle (Figura 3.8) ed a monte (Figura 3.9) della sopraelevata.

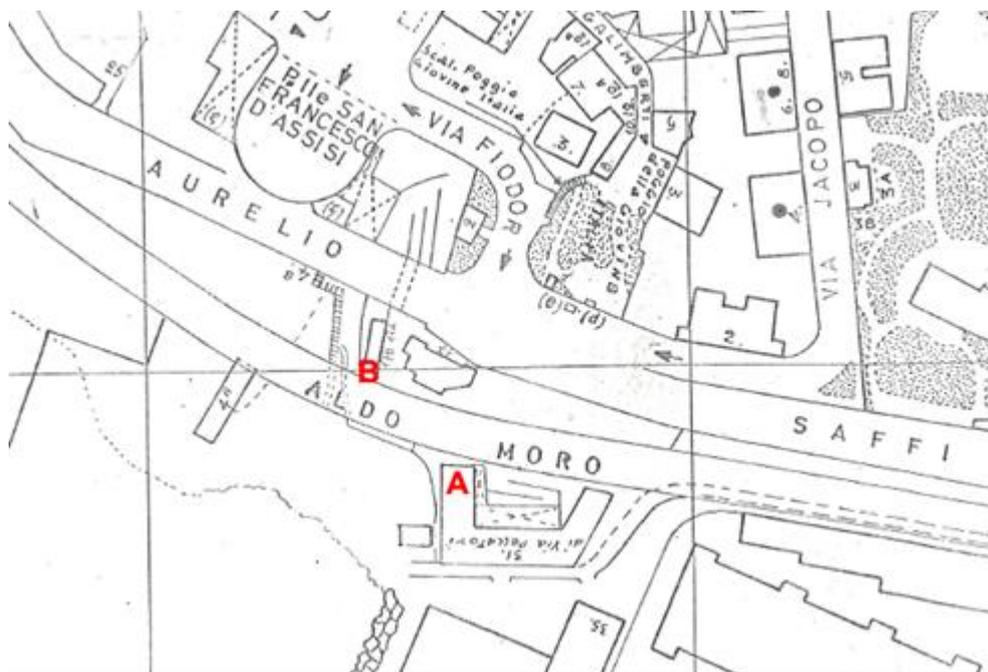


Figura 3.7 – Posizionamento fonometri



Figura 3.8 – Posizionamento fonometro Edificio 1



Figura 3.9 – Posizionamento fonometro Edificio 2

Per la postazione 1, riferita all'edificio 1, si è registrato il livello indicato in Tabella 3.5 mentre per la postazione 2 sono stati rilevati i livelli equivalenti per periodi di riferimento diurno e notturno rappresentati in Tabella 3.6.

*Tabella 3.5 – Postazione n. 1 (Campagna 2009)*

Rumore ambientale				
	T <sub>R</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>M</sub>	L <sub>A</sub>
Finestre aperte	D	11:30-12:30	60'	73.0

*Tabella 3.6 – Postazione n. 2 (Campagna 2009)*

Riepilogo Livello equivalente per periodi di riferimento giorno/notte – dB(A)						
	Merc 28/10	Giov 29/10	Ven 30/10	Sab 31/10	Dom 01/11	Lun 02/11
Notturno (h 22-06)	64.2	67.4	65.7	71.2	72.8	70.0
Diurno (h 06-22)	77.0	77.1	77.4	76.3	75.8	78.2

Oltre ai limiti previsti dalla norma, che fanno riferimento al Livello Equivalente, per la postazione n. 2 si sono acquisiti anche i livelli percentili, facendo riferimento al parametro TNI (Traffic Noise Index), un parametro che evidenzia il disturbo dovuto alla rumorosità da traffico urbano, strettamente correlato, oltre che con il livello della rumorosità di fondo, anche con l'ampiezza delle fluttuazioni tra picchi e fondo, parametro definito dalla differenza giornaliera L<sub>10</sub>-L<sub>90</sub> (clima di rumore).

L'espressione del Traffic Noise Index è

$$TNI = 4 (L_{10} - L_{90}) + (L_{90} - 30) \text{ (dB)}$$

I valori acquisiti per il TNI della postazione 2 sono presentati in Tabella 3.7.

*Tabella 3.7 – T.N.I. della postazione n. 2 (Campagna 2009)*

Traffic Noise Index					
Merc 28/10/09	Giov 29/10/09	Ven 30/10/09	Sab 31/10/09	Dom 01/11/09	Lun 02/11/09
67.9	65.8	67.3	71.9	72.2	66.3

*Strada Sopraelevata Aldo Moro*

Il livello alla postazione 1, la cui misura è avvenuta in un orario rappresentativo dell'intero periodo diurno, supera di 8 dB(A) il limite normativo.

Le misure fonometriche effettuate alla postazione 2 evidenziano invece un superamento del limite diurno che varia da 10.8 dB(A) (domenica) a 13.2 dB(A) (lunedì) e del limite notturno da 9.2 dB(A) (mercoledì) a 17.8 dB(A) (domenica).

Nonostante la maggiore distanza dal piano di scorrimento, in questo caso la posizione più in quota è risultata quella maggiormente esposta alla rumorosità prodotta dai veicoli percorrenti la strada in esame.

Nuovi rilievi fonometrici dopo quelli condotti nell'ottobre 2009 dal Reparto Ambiente e Territorio della Polizia Municipale sono stati eseguiti, per meglio caratterizzare la rumorosità del tratto considerato. Pertanto nel mese di aprile e maggio 2012, utilizzando le stesse postazioni precedentemente indicate, sono stati quindi eseguiti due nuovi monitoraggi protratti per un periodo non inferiore ai 7 giorni.

I livelli rilevati alla Postazione n.1 sono indicati in Tabella 3.8 mentre quelli facenti riferimento alla Postazione n. 2 trovano collocazione nella Tabella 3.9.

*Tabella 3.8 – Postazione n. 1 (Campagna 2012)*

Riepilogo livello equivalente per periodi di riferimento giorno/notte – dB(A)											
	Ven 11/5	Sab 12/5	Dom 13/5	Lun 14/5	Mar 15/5	Mer 16/5	Gio 17/5	Ven 18/5	Sab 19/5	Dom 20/5	Lun 21/5
Notturno (22-06)	67.8	69.4	70.1	68.0	68.2	67.5	67.1	68.3	69.9	70.3	73.0
Diurno (06- 22)	75.2	74.2	74.3	75.7	75.5	75.0	75.2	75.1	74.1	75.6	-

*Tabella 3.9 – Postazione n. 2 (Campagna 2012)*

Riepilogo livello equivalente periodi di riferimento giorno/notte – dB(A)								
	Ven 20/4	Sab 21/4	Dom 22/4	Lun 23/4	Mar 24/4	Mer 25/4	Gio 26/4	Ven 27/4
Notturno (22-06)	68.4	67.6	68.8	66.1	67.5	67.2*	65.5	65.7
Diurno (06-22)	74.3	72.9	71.4	73.8	74.2	72.2*	74.1	73.6



In corrispondenza della postazione 1 si è registrato un superamento del limite variabile da 7.2 dB(A) a 9.3 dB(A) in orario diurno e da 12.1 dB(A) a 18.0 dB(A) in fascia notturna. Nella postazione 2 il superamento del limite è variabile da 6.4 dB(A) a 9.3 dB(A) in orario diurno e da 10.5 dB(A) a 13.8 dB(A) notturni.

Analogamente a quanto avvenuto nel 2009, si è proceduto al calcolo del parametro T.N.I. per entrambe le postazioni (Tabella 3.10 e Tabella 3.11).

*Tabella 3.10 – T.N.I. della Postazione n.1 (Campagna 2012)*

Traffic Noise Index									
Ven 11/5	Sab 12/5	Dom 13/5	Lun 14/5	Mar 15/5	Mer 16/5	Gio 17/5	Ven 18/5	Sab 19/5	Dom 20/5
67.3	70.4	72.9	67.4	67.0	67.3	67.6	67.6	70.5	72.2

*Tabella 3.11 – T.N.I. della Postazione n. 2 (Campagna 2012)*

Traffic Noise Index						
Ven 20/4	Sab 21/4	Dom 22/4	Lun 23/4	Mar 24/4	Mer 25/4	Gio 26/4
61.7	64.1	65.8	62.1	61.8	67.2	61.0

Occorre evidenziare come le postazioni oggetto di misure siano tra i maggiormente esposti alla rumorosità proveniente dal traffico veicolare sulla strada Aldo Moro e come, in considerazione della nuova pavimentazione e nonostante la probabile diminuzione della velocità dei veicoli a seguito dell'installazione di un controllo permanente della velocità dei veicoli in transito, raffrontando le campagne di misura effettuate nel 2009 e nel 2012, il clima acustico non appare migliorato. Non solo permane infatti il superamento del livello di rumorosità previsto dalle vigenti normative in campo acustico, ma la sua entità non risulta affatto diminuita.

L'entità del superamento dei limiti di legge per la postazione 1 è riassunta nella Tabella 3.12 e Tabella 3.13.

**COMUNE DI GENOVA**

Mappa acustica del territorio comunale (ex. D.lgs 194/2005)

*Strada Sopraelevata Aldo Moro**Tabella 3.12 – Postazione n. 1 superamento DAY (Campagna 2012)*

Riepilogo superamento limiti DAY – db(A)											
	Ven 11/5	Sab 12/5	Dom 13/5	Lun 14/5	Mar 15/5	Mer 16/5	Gio 17/5	Ven 18/5	Sab 19/5	Dom 20/5	Lun 21/5
Diurno misurato	75.2	74.2	74.3	75.7	75.5	75.0	75.2	75.1	74.1	75.6	-
Valore limite	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
Differenza	+5.2	+4.2	+4.3	+5.7	+5.5	+5.0	+5.2	+5.1	+4.1	+5.6	-

*Tabella 3.13 – Postazione n. 1 superamento NIGHT (Campagna 2012)*

Riepilogo superamento limiti NIGHT – db(A)											
	Ven 11/5	Sab 12/5	Dom 13/5	Lun 14/5	Mar 15/5	Mer 16/5	Gio 17/5	Ven 18/5	Sab 19/5	Dom 20/5	Lun 21/5
Notturmo misurato	67.8	69.4	70.1	68.0	68.2	67.5	67.1	68.3	69.9	70.3	73.0
Valore limite	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
Differenza	+7.8	+9.4	+10.1	+8.0	+8.2	+7.5	+7.1	+8.3	+9.9	+10.3	+13.0

L'entità del superamento dei limiti di legge per la postazione 2 è riassunta nella Tabella 3.14 e Tabella 3.15.

*Tabella 3.14 – Postazione n. 2 superamento DAY (Campagna 2012)*

Riepilogo superamento limiti DAY – dB(A)								
	Ven 20/4	Sab 21/4	Dom 22/4	Lun 23/4	Mar 24/4	Mer 25/4	Gio 26/4	Ven 27/4
Diurno misurato	74.3	72.9	71.4	73.8	74.2	72.2	74.1	73.6
Valore limite	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
Differenza	+4.3	+2.9	+1.4	+3.8	+4.2	+2.2	+4.1	+3.6

*Tabella 3.15 – Postazione n. 2 superamento NIGHT (Campagna 2012)*

Riepilogo superamento limiti NIGHT – dB(A)								
	Ven 20/4	Sab 21/4	Dom 22/4	Lun 23/4	Mar 24/4	Mer 25/4	Gio 26/4	Ven 27/4
Notturmo misurato	68.4	67.6	68.8	66.1	67.5	67.2	65.5	65.7
Valore limite	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
Differenza	+8.4	+7.6	+8.8	+6.1	+7.5	+7.2	+5.5	+5.7

Appare quindi necessario prevedere, nei limiti delle possibilità tecniche e avuto riguardo dei vincoli economici, azioni per il risanamento acustico della zona. Lo studio dei possibili interventi e la valutazione della loro efficacia sono oggetto dei seguenti paragrafi.

*Tabella 3.16 – Valori riferiti a intera settimana*

Livelli equivalenti di pressione sonora in dB(A) riferiti a intera settimana		
Postazione 1	DAY	75.0
	NIGHT	68.4
Postazione 2	DAY	73.4
	NIGHT	67.4



Il confronto tra tali livelli di rumore e i valori limite riferiti ad entrambi i periodi di riferimento definiscono superamenti significativi delle condizioni di legge, che rendono pertanto necessaria un'azione di bonifica acustica.

Tali superamenti sono particolarmente significativi durante il periodo notturno, andando oltre i 7 dB(A) per la Postazione 2 e addirittura gli 8 dB(A) per la Postazione 1. Su tali valori sarà quindi impostata la definizione degli interventi di risanamento, così come descritto nei seguenti paragrafi.

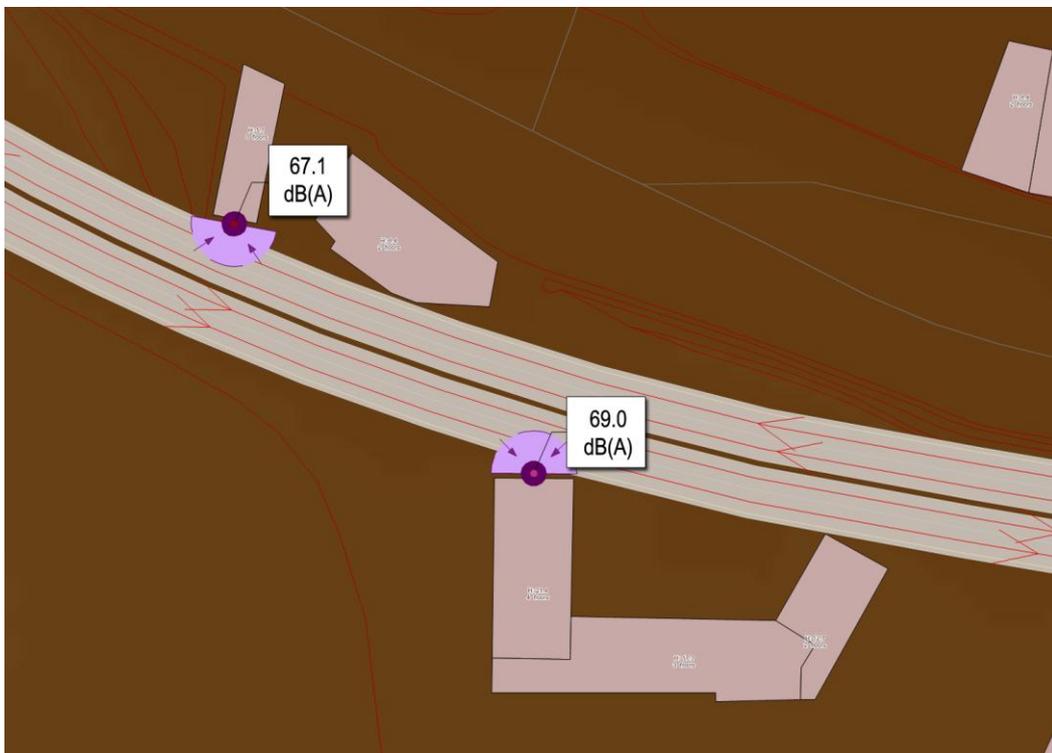
*Tabella 3.17 – Configurazione di calcolo*

Angolo d'incremento [°]	7
Ordine di riflessione	3
Profondità di riflessione	1
Raggio di massima ricerca [m]	500
Tolleranza [dB]	0
Pesatura	dB(A)
Diffrazioni laterali	selezionato
Effetti del terreno a partire dalla superficie stradale	selezionato
Sorgenti date da riflessioni laterali	selezionato

Per la presenza di ostacoli verticali il comando “Diffrazioni laterali” e “Sorgenti date da riflessioni laterali” è stato selezionato.

È stato scelto un ordine di riflessione pari a 3 per ottenere una migliore accuratezza del risultato finale.

Si è proceduto alla validazione del modello tramite calibrazione dei flussi di traffico in entrambe le direzioni di marcia sulla strada sopraelevata Aldo Moro, ricavati dalle misurazioni effettuate dal Comando di Polizia Municipale e presenti agli atti, modulandoli e compatibilmente con il traffico veicolare reale, ottenendo i valori che meglio approssimano la situazione dello stato di fatto. Nella Figura 3.10 e Figura 3.11 sono riportati i valori massimi riscontrati per i due periodi diurno e notturno per entrambi gli edifici oggetto di misurazione.

*Figura 3.10 – Valori ai ricevitori DAY**Figura 3.11 – Valori ai ricevitori NIGHT*

Dopo aver calcolato i livelli di pressione sonora, tali valori sono stati confrontati con quelli misurati nelle due campagne di misura. Il confronto è riportato nella tabella 3.18.



Tabella 3.18 – Confronto tra livelli misurati e livelli calcolati

		Calcolato	Misurato	Scarto
Postazione 1	DAY	75.0	75.0	0.0
	NIGHT	69.0	68.4	0.6
Postazione 2	DAY	73.3	73.4	- 0.1
	NIGHT	67.1	67.4	- 0.3

Dalla tabella 3.18 si può vedere come le differenze tra valori calcolati e valori misurati è piccola e in tutti i casi inferiore a 1 dB.

Per 2 ricettori la differenza è con segno meno e in entrambi i casi i valori sono inferiori a 0.5 dB. In linea generale, il modello sovrastima, anche se di poco, la condizione reale. Tuttavia è meglio ottenere delle differenze positive tra valori calcolati e misurati invece che differenze negative, perché il modello risulta in questo modo a favore di sicurezza.

Sulla base di questi risultati il modello è stato validato e si è potuto quindi procedere con l'elaborazione delle mappe acustiche.

### 3.3.5 Accuratezza del modello di propagazione

Prima di procedere nell'elaborazione grafica delle mappe acustiche, è stata valutata l'accuratezza del modello sulla base dei "Toolkit" riportati nelle linee guida che vengono messi a disposizione dalla Commissione europea.

In ciascun Toolkit, oltre all'accuratezza dei dati di input che vengono inseriti nel modello, viene definito anche il grado di complessità per ottenerli e i loro costi. La legenda dei Toolkit è riportata in figura 3.12 e in figura 3.13.

Colour code to rate Tools					
complexity	colour code	accuracy	colour code	cost	colour code
simple		low	> 5 dB	inexpensive	
-		-	4 dB	-	
-		-	3 dB	-	
-		-	2 dB	-	
-		-	1 dB	-	
sophisticated		high	< 0.5 dB	expensive	

Figura 3.12 – Legenda per i Toolkit 5, 6 7, 11, 13 e 14<sup>1</sup>

Colour code to rate Tools					
complexity	colour code	accuracy	colour code	cost	colour code
simple		low		inexpensive	
.		.		.	
.		.		.	
sophisticated		high		expensive	

 Figura 3.13 – Legenda per i restanti Toolkit<sup>1</sup>

Si riportano brevemente i Toolkit utilizzati e l'accuratezza, la complessità e il costo del metodo utilizzato per raccogliere i dati di input.

### Toolkit 2: flussi di traffico veicolari

Dal momento che il conteggio dei veicoli lungo la Strada Sopraelevata è avvenuto tramite spire per un periodo di un anno, è stato deciso di prendere il Tool 2.4 per la valutazione dell'accuratezza.

Tool 2.4: Dati del flusso di traffico per 7 giorni (o per un periodo di tempo più lungo)

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Distribuire egualmente i flussi dividendo il conteggio dei veicoli per il numero di giorni del periodo preso in considerazione e poi utilizzare il Tool 2.2	1.0 dB		

Tool 2.2:

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Se la distribuzione dei dati (statistica ufficiale) è disponibile, applicare tale distribuzione per ottenere i dati del giorno, della sera e della notte	1.0 dB		

Per quanto riguarda le strade secondarie, i flussi di traffico sono stati determinati con un conteggio dei veicoli senza l'utilizzo di sensori. Il conteggio è stato fatto per i tre periodi del giorno. Pertanto è stato utilizzato il Tool 2.5.

Tool 2.5: Dati del flusso di traffico non disponibili

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Fare il conteggio dei veicoli per ciascun dei 3 periodi del giorno	<0.5 dB		

### Toolkit 3: velocità media del traffico stradale

Nessuna informazione riguardante la velocità media dei veicoli in transito era disponibile, pertanto è stato preso il Tool 3.5



## Tool 3.5: Dati di velocità non disponibili

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Determinare la velocità media del traffico veicolare guidando nel flusso medio di traffico	1.0 dB		

**Toolkit 4:** Composizione del flusso veicolare

Poiché il transito è interdetto ai veicoli pesanti, non è stato necessario utilizzare un Toolkit per definire l'accuratezza del dato raccolto.

**Toolkit 5:** Tipologia di superficie stradale

Per questo dato è stato utilizzato il Tool 5.3

## Tool 5.3: Definizione della tipologia di manto stradale basata su un'ispezione visiva

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Applicare le correzioni di rumore basandosi su un'ispezione visiva del manto stradale	1.0 dB		

**Toolkit 12:** Trincee e terrapieni

Per l'inserimento di tali elementi è stato utilizzato il Tool 12.1

## Tool 12.1: Informazioni digitali inerenti trincee e terrapieni

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Inserire le informazioni riguardanti trincee e terrapieni e successivamente effettuare una visualizzazione 3D per verificare che non ci siano discontinuità e/o incongruenze	<0.5 dB		

**Toolkit 13:** Tipologia di superficie del terreno

Per l'inserimento di tali caratteristiche è stato utilizzato il Tool 13.2

## Tool 13.2: Classificazione di superficie urbana/suburbana e rurale

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Per le aree urbane la superficie del terreno è di default riflettente, per le aree urbane la superficie è di default il 50% riflettente e aree rurali la superficie del terreno è di default assorbente. E' possibile prendere in considerazione informazioni extra per aggiungere corsi d'acqua o laghi nelle zone rurali o foreste/parchi/aree sportive nelle zone urbane	2.0 dB		



**Toolkit 16:** Coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha_r$  per edifici e barriere

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Utilizzo del dato di default per strutture completamente riflettenti: $\alpha_r=0.0$	1.0 dB		

**Toolkit 17:** Presenza di condizioni favorevoli alla propagazione sonora

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Utilizzo dei valori di default del metodo di calcolo NBPM: 50% per il giorno, 75% per la sera e 100% per la notte			

**Toolkit 18:** Umidità e temperatura

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Acquisire dati di umidità e temperatura			

**Toolkit 19:** Numero di residenti dell'area che deve essere mappata o delle sub-aree

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
<p>Se l'intera superficie della zona residenziale dell'area da mappare, o delle sub-aree, è nota:</p> <p>Dividere l'intera superficie residenziale dell'area da mappare, o della sub-area, per il numero di residenti = superficie residenziale/numero di residenti</p> <p>Ottenere la superficie degli edifici dal GIS e moltiplicarla per il numero di piani = superficie dell'area residenziale dell'edificio</p> <p>Dividere l'area residenziale dell'edificio per la superficie residenziale/numero di residenti = numero di residenti per edificio</p> <p>Confrontare con le statistiche di popolazione nazionali o regionali e, se richiesto, ridefinire le singole abitazioni.</p>			

Nel presente studio l'area degli edifici è stata ricavata dalla cartografia in formato CAD

I vari passaggi di questo metodo, descritti sopra, vengono fatti in automatico dal software di propagazione sonora. Per il presente modello è stato necessario definire l'occupazione in termini di superficie di una persona residente all'interno dell'abitazione.



### 3.4 Mappe acustiche

Il D.lgs 194/2005 prevede all'Allegato VI "Dati da trasmettere alla Commissione", che per gli agglomerati venga stimato:

- *il numero totale (arrotondato al centinaio) di persone che vivono nelle abitazioni esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di  $L_{den}$  in dB a 4 m di altezza sulla facciata più esposta: **55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75**, con distinzione fra rumore del traffico veicolare, ferroviario e aereo o dell'attività industriale. Le cifre vanno arrotondate al centinaio per eccesso o per difetto: (ad esempio: 5 200 = tra 5 150 e 5 249; 100 = tra 50 e 149; 0 = meno di 50). (Punto 1.5)*
- *Il numero totale stimato (arrotondato al centinaio) di persone che occupano abitazioni esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di  $L_{night}$  in dB a 4 m di altezza sulla facciata più esposta: **50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70**, con distinzione fra rumore del traffico veicolare, ferroviario e aereo o dell'attività industriale. (Punto 1.6)*

Al Punto 1.7 dell'Allegato VI vengono inoltre richieste *le mappe strategiche in forma di grafico*, le quali *devono presentare almeno le curve di livello 60, 65, 70 e 75 dB*.

Mentre al Punto 8 dell'Allegato IV "Requisiti minimi delle mappe acustiche strategiche" si specifica che *per gli agglomerati devono essere tracciate mappe acustiche strategiche distinte per il rumore del traffico veicolare, ferroviario, aereo e dell'attività industriale. Possono essere aggiunte mappe relative ad altre sorgenti di rumore*.

Nel presente studio, che rappresenta il primo passo della mappatura acustica strategica della città di Genova, è stata considerata la sorgente di rumore costituita da Corso Europa e un'area di dimensioni relativamente ridotte. In ogni caso, le mappe acustiche della sorgente sonora presa in esame sono state realizzate seguendo i dettami del D.lgs 194/2005 e i suggerimenti delle linee guida forniti nel 2007 dalla Commissione europea.

Al fine di modellizzare la propagazione sonora della sorgente in esame, la mesh del modello di calcolo è stata posizionata ad una quota di 4 m rispetto alla quota del terreno, secondo come richiesto al Punto 7 dell'Allegato IV del D.lgs 194/2005: *le mappe acustiche strategiche ad uso locale o nazionale devono essere tracciate utilizzando un'altezza di misurazione di 4 m e intervalli di livelli di  $L_{den}$  e  $L_{night}$  di 5 dB come definito nell'Allegato VI*.

È stato possibile impostare una mesh con elementi della griglia che abbiano i lati di lunghezza uguale o inferiore a 10 m, così come suggerito dalle linee guida. Sulla base di queste indicazioni, la mappa acustica è stata realizzata impostando la tipologia di calcolo e nella tabella 3.25 è riportata la configurazione di calcolo usata per la propagazione sonora del presente studio.



Tabella 3.19 – Configurazione di calcolo

Angolo d'incremento [°]	7
Ordine di riflessione	3
Profondità di riflessione	1
Raggio di massima ricerca [m]	700
Tolleranza [dB]	0
Pesatura	dB(A)
Diffrazioni laterali	selezionato
Effetti del terreno a partire dalla superficie stradale	selezionato
Sorgenti date da riflessioni laterali	selezionato
Distanza tra ricettori [m]	10.0
Quota sopra il terreno [m]	4.0
Inserimento di ricettori ad una distanza di 2 m dalla facciata	selezionato
Soppressione delle riflessioni sulle "proprie" facciate	selezionato

Il comando "Inserimento di ricettori ad una distanza di 2 m dalla facciata" è stato selezionato in quanto permette di calcolare le facciate silenziose.

Il comando "Soppressione delle riflessioni sulle "proprie" facciate" è stato selezionato in accordo con il D.lgs 194/2005. È stato inoltre selezionato per posizionare i ricettori in facciata per l'elaborazione delle mappe in accordo con l'Allegato VI del Decreto.

Per la spiegazione degli altri comandi si rimanda al paragrafo 3.3.2.

Le tavole delle mappe acustiche in forma di grafico, come richiesto al Punto 1.7 dell'Allegato VI del D.lgs 194/2005, sono riportate all'Allegato 1 della presente relazione e di seguito brevemente descritte:

**Allegato 1 - Tavola 1:** mappa acustica in scala 1:5000 in formato grafico in cui vengono riportate le curve di isolivello sonoro 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75 e 80 dB(A) del descrittore acustico  $L_{den}$ .

**Allegato 2 -Tavola 2:** mappa acustica in scala 1:5000 in formato grafico in cui vengono riportate le curve di isolivello sonoro 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75 e 80 dB(A) del descrittore acustico  $L_{night}$ .

Come colori sono stati utilizzati quelli definiti dalla ISO 1996-2:1987<sup>3</sup>. Si noti che tale standard è stato sostituito dalla ISO 1996-2:2007, tuttavia questo nuovo standard non definisce i colori delle diverse fasce di livelli di rumore<sup>4</sup>.

Sulla base delle mappe acustiche che sono state elaborate si possono fare le seguenti osservazioni:

- La propagazione sonora del rumore emesso dalla strada Sopraelevata Aldo Moro è in molti punti ostacolata dalla presenza degli edifici di primo fronte;
- Come per la propagazione in campo libero, anche in questo caso, essa è maggiore sul lato sud rispetto al lato nord della strada, dal momento che la zona a sud è quasi tutta

*Strada Sopraelevata Aldo Moro*

situata al di sotto della quota della strada stessa e la mappa è posizionata ad una quota costante, funzione però della quota del terreno;

- Sul lato nord la propagazione del rumore è maggiore nei tratti di ponente e centro rispetto al tratto di levante poiché maggiore è la distanza tra gli edifici e la sorgente;

Attraverso la tipologia di calcolo CNM è possibile inoltre calcolare quanto richiesto ai Punti 1.5 e 1.6 dell'Allegato VI del D.lgs 194/2005. Il software restituisce una tabella in cui viene riportato il numero totale di abitanti esposti ai diversi intervalli di  $L_{den}$  e di  $L_{night}$  definiti dal Decreto ad una quota di 4 m sopra il DGM. Tale numero è arrotondato al centinaio per eccesso o per difetto.

La tabella elaborata dal software riferita a  $L_{den}$  è riportata in tabella 3.20, mentre la tabella riferita a  $L_{night}$  è riportata in tabella 3.21.

Il numero totale di persone residenti nell'area considerate nel dominio della simulazione di propagazione acustica è pari a 62.300 unità, valore stimato considerando la popolazione riportata nel report statistico del Comune di Genova, con la situazione al 31 dicembre 2012.

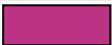
	Livello di rumore – dB(A)	Persone esposte
	55 – 59	700
	60 – 64	600
	65 – 69	400
	70 – 74	0
	> 75	0

Tabella 3.20 – Distribuzione della popolazione esposta ai livelli di rumore in termine di  $L_{den}$

	Livello di rumore – dB(A)	Persone esposte
	50 – 54	700
	55 – 59	500
	60 – 64	100
	65 – 69	0
	> 70	0

Tabella 3.21 – Distribuzione della popolazione esposta ai livelli di rumore in termini di  $L_{night}$

Si sono inoltre realizzate delle tabelle riferite alla superficie esposta: in tabella 3.22 è riportata la superficie totale, espressa in  $km^2$ , esposta alle differenti bande di  $L_{den}$  e quelle per valori superiore ai 55 e ai 65 dB(A); in maniera analoga, in tabella 3.23 sono riportati i valori di superficie esposta in termini di  $L_{night}$ .



## Strada Sopraelevata Aldo Moro

	Livello di rumore – dB(A)	Superficie (km <sup>2</sup> )
	55 – 59	0.54
	60 – 64	0.25
	65 – 69	0.15
	70 – 74	0.09
	> 75	0.08
	> 55	1.11
	> 65	0.32

Tabella 3.22 – Distribuzione della superficie esposta ai livelli di rumore in termine di  $L_{den}$ 

	Livello di rumore – dB(A)	Superficie (km <sup>2</sup> )
	50 – 54	0.32
	55 – 59	0.18
	60 – 64	0.10
	65 – 69	0.09
	> 70	0.02

Tabella 3.23 – Distribuzione della superficie esposta ai livelli di rumore in termini di  $L_{night}$ 

Si può osservare da queste tabelle che:

- Per valori di  $L_{den}$  superiori a 55 dB(A) il numero di persone esposte decresce all'aumentare dei livelli sonori;
- Per valori di  $L_{night}$  superiori a 50 dB(A) la maggioranza della popolazione residente è esposta a livelli di  $L_{night}$  compresi tra 50 e 55 dB(A) seguita da quella esposta a livelli di  $L_{night}$  compresi tra 55 e 60 dB(A);
- I ricettori sensibili (ospedale e clinica) non sono esposti né a valori di  $L_{den}$  superiori a 55 dB(A), né a valori di  $L_{night}$  superiori a 50 dB(A);
- Solo due edifici scolastici, tra gli 8 presenti nell'area valutata, sono esposti a livelli di  $L_{den}$  compresi tra 55 e 60 dB(A).
- Solo 6 edifici sono esposti a livelli di  $L_{den}$  superiori a 75 dB(A).

Si noti che, se uno stesso manufatto edilizio è composto da più parti con altezze e numero di piani differenti tra loro, il software di modellizzazione conteggia ogni singola struttura del complesso come un singolo edificio.

## 4. Mappatura acustica dell'asse Centro – Levante

Il tratto preso in considerazione è situato tra la zona Centro e quella di Levante, lungo Corso Europa. La figura 4.1 mostra una vista satellitare del tratto stradale esaminato.

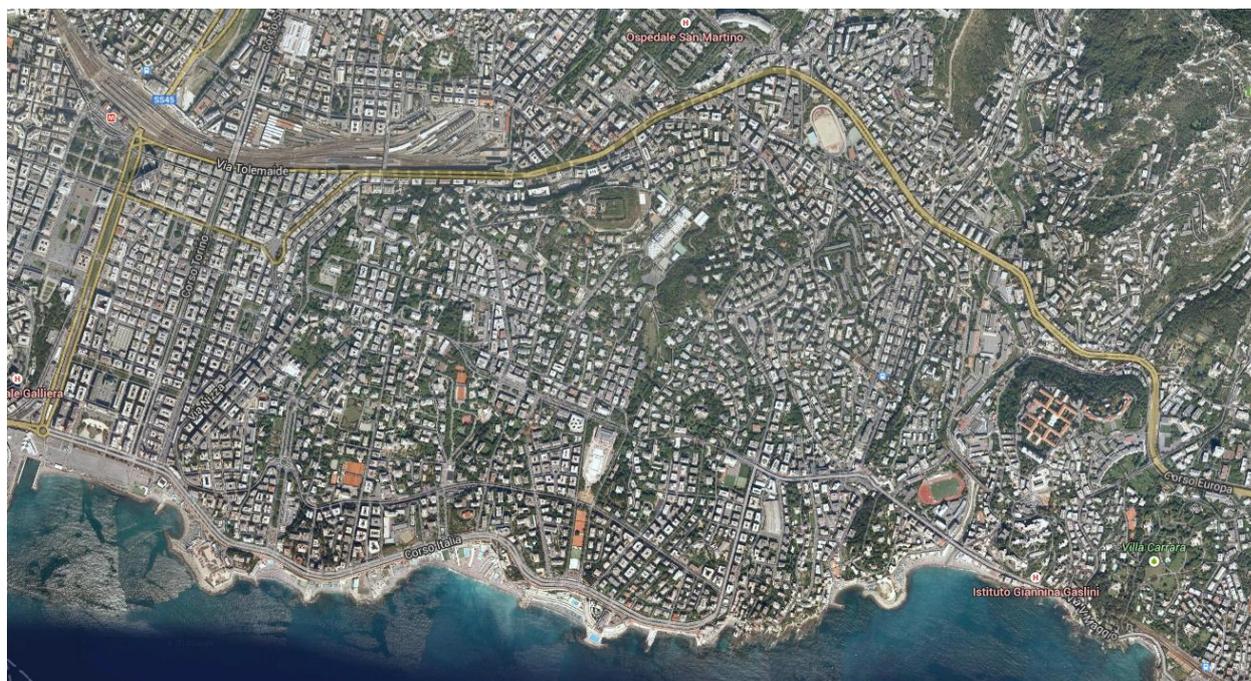


Figure 4.1 – Vista satellitare dell'asse viario Centro – Levante

I confini dell'area investigata sono stati ottenuti sulla base della propagazione sonora in campo libero delle sole sorgenti Viale Brigate Partigiane, Viale Brigate Bisagno, Via Tolemaide, Via Invrea, Via Montevideo, Corso Gastaldi e Corso Europa, nel tratto di interesse. La metodologia applicata per definire tali confini sarà descritta più dettagliatamente in seguito.

### 4.1 Caratteristiche della strada e del flusso di traffico veicolare

La strada nel tratto considerato è lunga circa 5,8 km e si snoda attraverso i quartieri di Genova Foce, Genova Centro, Genova San Martino, Genova Sturla, Genova Quarto. Una vista satellitare dell'asse viario e della zona circostante è riportata in figura 4.1 mentre una vista delle curve di livello è rappresentata in figura 4.2.

In direzione levante l'asse viario si snoda lungo Viale Brigate Partigiane, Viale Brigate Bisagno, Via Invrea, Via Montevideo, Corso Gastaldi e Corso Europa. Verso ponente, da Corso Europa, compie il percorso inverso lungo Corso Gastaldi, Via Tolemaide, Piazza delle Americhe, Viale Brigate Bisagno e Viale Brigate Partigiane.

L'asse viario è alquanto vario: Viale Brigate Partigiane e Viale Brigate Bisagno hanno un ampio sviluppo trasversale, a tre corsie (quattro a tratti) per senso di marcia, separate da una aiuola spartitraffico larga una decina di metri, e sono costeggiate da ampi marciapiedi sui quali



*Asse Centro - Levante*

affacciano edifici costituiti per lo più da una decina di piani. Diversa tipologia per quanto riguarda Via Tolemaide e l'ultimo tratto verso la zona centro di Corso Gastaldi che, verso monte fiancheggiano la zona ferroviaria di Genova Brignole, mentre alla sinistra del senso di marcia, sono costeggiata da edifici di carattere residenziale. Per quanto riguarda Via Invrea e Via Montevideo, invece, il percorso, ad un unico senso di marcia, si snoda attraverso edifici che si stagliano su entrambi i lati delle vie di interesse.

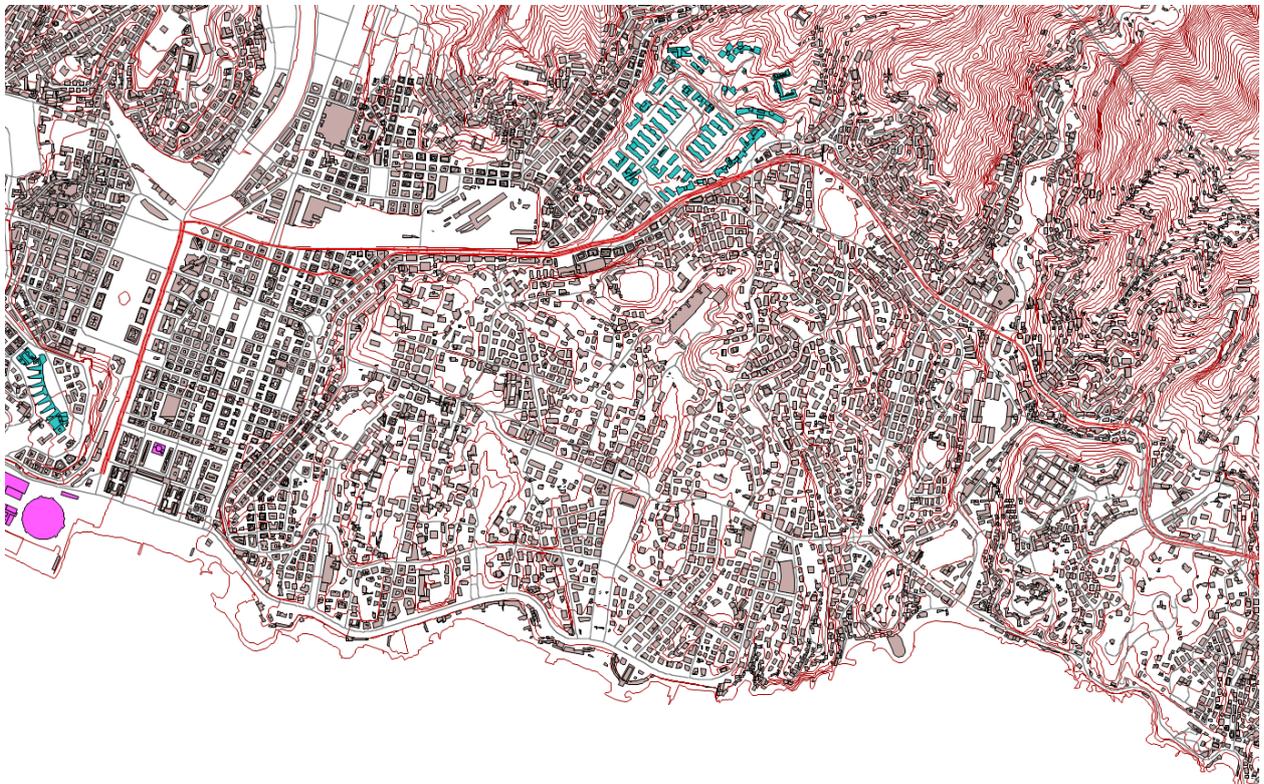
Lungo tutto il tratto considerato, ad eccezione di Corso Europa, è consentita una velocità non superiore ai 50 km/h, mentre lungo Corso Europa la velocità limite è di 60 km/h.

Più di 20 milioni di veicoli transitano annualmente in questi tratti di strada con un trend di traffico pressoché costante durante l'intero anno. Essendo il numero di passaggi eccedenti il limite di 6 milioni di veicoli, come richiesto dalla Direttiva Europea 2002/49/EC, è necessario realizzare una mappatura acustica strategica per l'area in questione.

Le tipologie di veicoli che normalmente transitano lungo questa arteria stradale sono velocipedi, ciclomotori, motocicli, automobili, nonché a veicoli pesanti quali camion e autobus per il trasporto pubblico.

A causa delle caratteristiche morfologiche della città, Genova è caratterizzata da un elevato numero di mezzi a due ruote e anche in questo tratto stradale è presente un elevato numero di motocicli.

Nell'elaborazione dei dati di traffico i motocicli e le macchine sono state fatte ricadere nella categoria dei veicoli leggeri mentre i veicoli pesanti comprendono le categorie camion e autobus per il trasporto pubblico.



*Figura 4.2 – Curve di livello per il tratto di interesse*



## 4.2 Caratteristiche dell'area modellizzata

L'area in esame ha caratteristiche alquanto differenti a seconda della zona considerata, sia a livello morfologico sia a livello urbano, essendo l'uso del territorio differente nei vari tratti considerati, sia da nord a sud, così come da levante a ponente.

A livello morfologico, il terreno presenta un andamento variabile con dislivelli contenuti nella zona della Foce, con un campo maggiormente aperto, mentre verso il Centro si presenta più chiuso, conseguenza della particolare tipologia del tessuto urbano, così come a levante, dove si ha una maggiore differenziazione tra il lato a sud e quello a nord. Elemento accomunante le varie zone è l'essere caratterizzati da una fitta rete di strade e stradine che corrono lungo lo snodarsi degli assi viari considerati, molte delle quali sono strette, come è caratteristico del tessuto urbano del capoluogo ligure, dove non mancano i tipici "caruggi" genovesi.

Altre arterie principali si snodano parallelamente e perpendicolarmente ai tratti in esame, rendendo difficoltoso l'analisi dinamica dei dati.

## 4.3 Realizzazione della mappatura acustica

Al fine di realizzare la mappa acustica dell'area investigata in funzione dei descrittori acustici  $L_{den}$  e  $L_{night}$ , come richiesto dal D.lgs 194/2005, l'attività è stata svolta nella maniera seguente:

- Acquisizione ed elaborazione dei dati di input;
- Definizione dei confini dell'area da investigare;
- Preparazione del modello di propagazione sonora;
- Validazione del modello di propagazione sonora;
- Accuratezza del modello di propagazione sonora.

Come software di propagazione sonora è stato utilizzato il software commerciale MITHRA – SIG, versione 3.3.0.

### 4.3.1 Acquisizione ed elaborazione dei dati di input

Questa è la fase sicuramente più importante nella redazione di una mappa acustica perché la mappa è rappresentativa della situazione di clima acustico reale solo se i dati di input raccolti sono loro stessi rappresentativi della condizione reale. Pertanto l'accuratezza di una mappa si basa sulla qualità dei dati raccolti. Tuttavia i dati di input che vengono richiesti per la creazione delle mappe sono numerosi e non sempre facilmente reperibili. Qualche volta i dati non sono disponibili o sono disponibili in parte oppure disponibili ma definiti con indicatori non appropriati. Inoltre alcuni dei dati richiesti hanno un grado di dettaglio così elevato che risulta molto difficile ottenerli, soprattutto in certi contesti urbani. La difficoltà di reperire tali dati è stata discussa ampiamente all'interno delle linee guida per la realizzazione delle mappe acustiche<sup>1</sup>.

Nel presente studio vengono riportati i dati che sono stati raccolti per la realizzazione della mappa acustica dell'area presa in considerazione. Per ogni categoria di dati verrà fatta una descrizione su come sono stati raccolti ed elaborati.

**Dati di input: morfologia del territorio in esame**

Le prime informazioni, che è necessario avere a disposizione, sono quelle riguardanti la morfologia del terreno, in quanto il primo passo per la realizzazione di una mappa acustica, è la creazione del modello digitale del terreno (DGM – Digital Ground Model).

Tali informazioni sono state fornite dagli uffici tecnici del Comune di Genova in formato di file shape.

Per la realizzazione del DGM è stata presa in considerazione un'area molto ampia in modo tale che si fosse sicuri che l'area investigata, che deve essere definita in un secondo momento sulla base della propagazione sonora in campo libero delle sole sorgenti stradali considerate, ricadesse all'interno di quest'area.

Sono state unite tra loro quattro mappe cartografiche. Ciascuna mappa è di dimensioni 700m x 830m. Il DGM dell'intera area ha una superficie pari a 2 324 000 m<sup>2</sup>.

Ogni mappa cartografica completa è formata da 50 shape file e relativi file database associati. Al fine di realizzare il DGM solo gli shape file relativi alle curve di livello, ai punti in quota, alle linee perimetrali degli edifici, alle linee di contorno degli assi stradali sono stati importati nel software di propagazione sonora. È stato inserito il tratto stradale di interesse e gli edifici che ricadono all'interno dell'area di studio, sebbene l'individuazione dei confini dell'area sia stata fatta in un secondo momento.

Dal punto di vista acustico, l'andamento del terreno come precedentemente descritto comporta che anche zone vicine agli assi stradali considerati possano essere esposte a bassi livelli di rumore emessi dalle sorgenti stradali mentre altre zone più lontane abbiano livelli di rumore in facciata elevati.

**Dati di input: caratteristiche stradali e flussi di traffico**

La strada nel tratto considerato è lunga circa 5,8 km e si snoda attraverso i quartieri di Genova Foce, Genova Centro, Genova San Martino, Genova Sturla, Genova Quarto. Una vista satellitare dell'asse viario e della zona circostante è riportata in figura 4.1 mentre una vista delle curve di livello è rappresentata in figura 4.2.

In direzione levante l'asse viario si snoda lungo Viale Brigate Partigiane, Viale Brigate Bisagno, Via Invrea, Via Montevideo, Corso Gastaldi e Corso Europa. Verso ponente, da Corso Europa, compie il percorso inverso lungo Corso Gastaldi, Via Tolemaide, Piazza delle Americhe, Viale Brigate Bisagno e Viale Brigate Partigiane.

Non sono state prese in considerazione strade secondarie in quanto il traffico maggiore si sviluppa proprio lungo le arterie individuate.

Per ricreare nel modello di propagazione sonora la sorgente stradale principale sono state inserite le linee di emissione sonora che rappresentano gli assi stradali, in entrambe le direzioni di marcia. Ciascuna di queste linee di emissione contiene le informazioni riguardanti i flussi di traffico.

Per le linee di emissione delle sorgenti stradali, il programma richiede come caratteristiche geometriche della strada: la larghezza delle corsie, dello spartitraffico e delle corsie di emergenza (ove presenti). La larghezza delle corsie e della banda di emissione è riferita alla linea di emissione, come è riportato in figura 4.5. È stata considerata un'unica linea di emissione per carreggiata e non per corsia.



Asse Centro - Levante

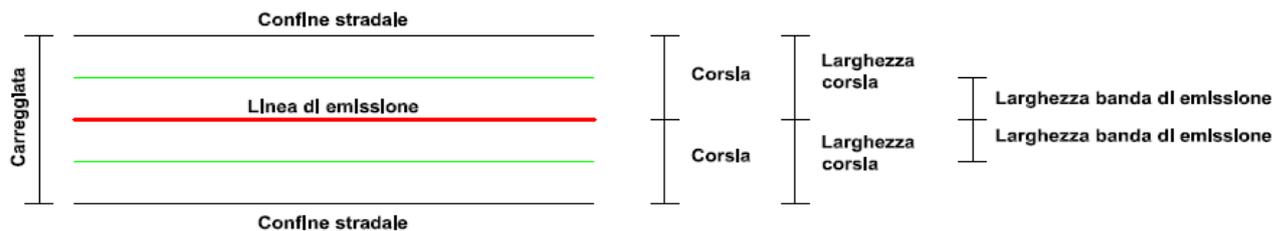


Figura 4.5 – Definizione del profilo stradale nel software

Per quanto concerne i dati del flusso di traffico è stato necessario analizzare ed elaborare i dati di traffico forniti dagli uffici del Comune di Genova, derivanti dalle informazioni raccolte attraverso i sensori e le spire poste lungo i percorsi di interesse, individuando le sezioni più utili ai fini dell'individuazione del flusso di traffico.

I dati di traffico menzionati fanno riferimento all'anno 2005 e sono stati elaborati per ottenere il numero medio annuale di veicoli per ora, nelle sezioni mostrate in tabella 4.1, per la direzione Foce – Centro – Levante, distinto nei tre periodi giornalieri indicati: giorno (6.00 – 20.00), sera (20.00 – 22.00) e notte (22.00 – 6.00).

La media annuale del numero di veicoli per ora, in ogni sezione considerata, per la direzione Levante – Centro – Foce è mostrata in Tabella 4.2, suddivisa nei tre periodi giornalieri indicati: giorno (6.00 – 20.00), sera (20.00 – 22.00) e notte (22.00 – 6.00).

Tabella 4.1 – Numero medio annuale orario di veicoli nella direzione Foce – Centro – Levante

<b>Sezione 1 Partigiane – Bisagno</b>	<b>GIORNO</b>	<b>SERA</b>	<b>NOTTE</b>
veicoli leggeri	2000	1700	650
veicoli Pesanti	40	30	15
<b>Sezione 2 Brignole – Mosso</b>	<b>GIORNO</b>	<b>SERA</b>	<b>NOTTE</b>
veicoli leggeri	1300	650	300
veicoli pesanti	40	30	10
<b>Sezione 3 Mosso – Europa</b>	<b>GIORNO</b>	<b>SERA</b>	<b>NOTTE</b>
veicoli leggeri	1100	900	200
veicoli leggeri	25	20	5

Tabella 4.2 – Numero medio annuale orario di veicoli nella direzione Levante – Centro – Foce

<b>Sezione 1 Europa – Mosso</b>	<b>GIORNO</b>	<b>SERA</b>	<b>NOTTE</b>
veicoli leggeri	1200	800	300
veicoli Pesanti	25	15	3
<b>Sezione 2 Mosso – Brignole</b>	<b>GIORNO</b>	<b>SERA</b>	<b>NOTTE</b>
veicoli leggeri	1800	1000	400
veicoli pesanti	40	30	10
<b>Sezione 3 Bisagno – Partigiane</b>	<b>GIORNO</b>	<b>SERA</b>	<b>NOTTE</b>
veicoli leggeri	1900	1700	600
veicoli pesanti	40	30	15



Tali valori sono stati poi inseriti nel software di propagazione sonora in modo tale che da questi dati si potesse calcolare il livello di potenza sonora emesso dalla sorgente Sopraelevata. I flussi di traffico, così come sono stati inseriti nel modello, sono riportati in tabella 3.1 e tabella 3.2.

Come è possibile vedere dalle due tabelle, il tratto di interesse è stato diviso in tre sezioni per la direzione Foce – Centro – Levante ed in tre per quella Levante – Centro – Foce, poiché sono stati presi in considerazione i flussi entranti e/o uscenti dal percorso degli assi viari principali stessi.

Come conseguenza dei flussi di traffico, delle caratteristiche della strada e delle intersezioni con altre arterie, la velocità di transito è variabile nelle differenti sezioni stradali considerate. In generale, la velocità risulta essere maggiore quando il traffico è regolare e scorrevole. Per il periodo di studio (dati di traffico per l'anno 2005), la media annuale dei valori riferiti alla velocità dei mezzi in transito risulta pari a circa 70 km/h. Per creare il modello di propagazione acustica si è utilizzato il valore limite di velocità consentito sulle strade in oggetto, fissato in 50 km/h per tutti e tre i periodi del giorno, ad eccezione di Corso Europa, il cui limite di velocità considerato è, per i veicoli leggeri, pari a 60 km/h.

Dai dati di traffico elaborati per il presente studio si è potuto osservare che:

- mediamente il numero di transiti è di circa 30000 in direzione levante durante il periodo diurno e 34000 in direzione centro. Durante il periodo notturno si ha un netto calo dei flussi di traffico: la media del numero di transiti è di circa 8000 in direzione levante e 9000 in direzione centro;
- i flussi veicolari del weekend non variano particolarmente rispetto a quelli dei giorni lavorativi;
- il trend di traffico è pressoché costante durante l'intero periodo annuo osservato;
- in generale i flussi di traffico in direzione levante risultano essere leggermente inferiori rispetto ai flussi veicolari in direzione centro.

I dati di input legati al traffico veicolare, ottenuti dalla campagna di misure, forniscono il numero di veicoli per ora, non distinguendo però tra differenti tipologie di mezzi leggeri. Tuttavia si è deciso di accorpare la percentuale di automobili a quella di motocicli facendole ricadere nella categoria dei veicoli leggeri mentre i veicoli pesanti transitanti sono stati considerati sulla base del passaggio dei mezzi adibiti al trasporto pubblico e sul tasso di occupazione delle spire.

Per quanto riguarda il traffico, oltre al numero di veicoli per ora, il software richiede di definire anche se nei tre periodi del giorno il flusso è scorrevole, congestionato, accelerato o decelerato. Per tutte le sezioni nel tratto in esame il flusso è stato considerato sempre scorrevole.

Altre informazioni richieste riguardano: la tipologia di manto stradale e se ci sono tratti stradali in cui avvengono riflessioni multiple (effetto canyon). Come manto stradale, tra quelli definiti dal software, è stato scelto asfalto liscio; mentre non è stata selezionata la condizione di riflessioni multiple in quanto nel tratto considerato sono già ben definiti i punti dove gli edifici possono generare un effetto "canyon".



### **Dati di input: classificazione degli edifici**

L'inserimento e la classificazione degli edifici in base alla destinazione d'uso è stata fatta dopo che è stata definita l'area da mappare.

Nella cartografia fornita dagli uffici tecnici del Comune di Genova gli edifici sono inseriti in un unico layer. Non è presente una specifica distinzione degli edifici sulla base della destinazione d'uso. Pertanto è stato necessario verificare sul campo la reale destinazione d'uso degli edifici.

Sono stati individuati 37 scuole, 5 edifici religiosi, 5 tra ospedali e cliniche e alcuni edifici ad uso prevalentemente commerciale. Il maggior numero di edifici è ad uso residenziale. Diversi edifici hanno una destinazione d'uso mista: commerciale e residenziale; tuttavia nel software è consentito inserirne solo una. A titolo cautelativo è stato scelto di considerare questi edifici come residenziali.

Sulla base delle informazioni richieste dal software, altri dati relativi agli edifici devono essere raccolti, come:

- il numero di piani;
- l'altezza di ciascun piano;
- l'altezza totale dell'edificio.

Le informazioni inerenti al numero di piani per ogni edificio è stata fatta, ove possibile, attraverso le informazioni contenute nella cartografia resa disponibile. Nel caso di assenza di informazioni, si è effettuata una verifica in loco o tramite servizi di geovisualizzazione online.

Nel software di propagazione sonora svariate sono le destinazioni d'uso degli edifici: edifici principali (residenziali), edifici ausiliari, scuole, ospedali, asili ed edifici di cui non è nota la destinazione d'uso o non può essere classificata all'interno delle altre categorie.

Il calcolo del numero di residenti esposti a differenti livelli di rumore viene fatto unicamente per gli edifici residenziali. Edifici pubblici, ad uso commerciale, di culto sono stati inseriti come edifici ausiliari.

### **Dati di input: informazioni sulla popolazione esposta**

Le informazioni inerenti il numero di persone che vivono all'interno degli edifici residenziali sono state raccolte sulla base di:

- la tipologia di edifici che sono presenti nell'area investigata
- il numero medio di persone che formano un nucleo familiare nei quartieri di Genova Foce, Genova Centro, Genova Caricamento e Genova Dinegro.

Molti degli edifici che rientrano nell'area da mappare sono stati costruiti durante il boom edilizio degli anni '60. La superficie media degli appartamenti è di circa 80 m<sup>2</sup>.

In generale la città di Genova ha una crescita demografica molto lenta e il numero di persone sopra i 65 anni di età è elevata e i quartieri interessati dal presente studio non risultano rappresentare un'eccezione.

La media dei nuclei familiari è costituita da due persone. Ai fini del calcolo del numero di persone esposte a differenti livelli di rumore, è stato inserito all'interno del modello di calcolo un valore medio di 40 m<sup>2</sup>/persona.

**Dati di input: caratteristiche della superficie del terreno**

Secondo le linee guida della Commissione europea in generale si può assumere che in ambito urbano la superficie del terreno sia riflettente mentre in aperta campagna sia assorbente. Si aggiunge inoltre che le caratteristiche del terreno possono essere trascurate per superfici inferiori ai 250 m<sup>2</sup>, le quali abbiano caratteristiche differenti rispetto alle zone circostanti, senza che l'accuratezza del modello venga meno.

Dal momento che l'area d'interesse è inserita in un contesto urbano, il terreno è stato assunto riflettente.

Le caratteristiche di assorbimento acustico del terreno sono state inserite nel modello di propagazione in campo libero al fine di determinare i confini dell'area di studio.

La superficie stradale viene invece considerata riflettente di default.

**Dati in input: informazioni meteorologiche**

Dal momento che il D.lgs 194/2005 prevede come metodo di calcolo per il rumore da traffico stradale il metodo ufficiale francese NMPB – Routes- 96, sono richieste anche informazioni inerenti la temperatura, l'umidità, la velocità e la direzione del vento. La raccolta dei dati medi annui di temperatura e umidità sono stati presi dalla stazione meteorologica del DICCA sita in Genova Albaro. In tabella 4.3 sono riportati i valori medi mensili di temperatura ed umidità per l'anno 2011.

Tabella 4.3 – Valori medi mensili di temperatura e umidità dell'anno 2011

2011	Temperatura [°C]	Umidità [%]
Gennaio	7	74
Febbraio	9	79
Marzo	10.3	78
Aprile	15.6	74
Maggio	19.9	71
Giugno	21.7	90
Luglio	23.1	85
Agosto	24.5	82
Settembre	22.9	81
Ottobre	16.4	71
Novembre	12.7	78
Dicembre	10.9	68
<b>Media annua</b>	<b>16</b>	<b>78</b>

Non è stato possibile raccogliere i dati riguardanti la velocità del vento e la direzione in quanto tali informazioni sono gestite dalle stazioni militari. Pertanto sono stati presi in considerazione i valori di default definiti dal metodo di calcolo NMPB per definire le condizioni favorevoli di propagazione sonora: 50% per il giorno, 75% per la sera e 100% per la notte.

**4.3.2 Definizione dei confini dell'area da modellizzare**

I confini di un'area, che deve essere mappata dal punto di vista acustico, per una determinata tipologia di sorgente, vengono definiti sulla base della propagazione sonora della principale



sorgente, presa in considerazione. Nelle linee guida fornite dalla Commissione europea viene indicata la procedura consigliata per determinare i confini dell'area, ai fini di realizzare la mappatura acustica della stessa. Per le strade principali, così come per le linee ferroviarie principali, tale procedura è suddivisa in 3 fasi successive:

#### 1<sup>a</sup> fase

Creare nel software di propagazione sonora una "situazione di rumore" in cui siano presenti esclusivamente: il DGM, le caratteristiche di assorbimento acustico del terreno e l'asse stradale della strada principale, dentro il quale sono inserite le caratteristiche della strada e i flussi veicolari.

Una volta definita la "situazione di rumore", sulla base di essa deve essere creato il modello di propagazione sonora. Vista l'assenza di ostacoli verticali, la propagazione sonora sarà in campo libero.

Confrontare l'area racchiusa all'interno della curva di isolivello sonoro  $L_{den}=55$  dB(A) e la curva di isolivello sonoro  $L_{night}=50$  dB(A) e prendere in considerazione solo la curva di isolivello sonoro che racchiude l'area più grande.

#### 2<sup>a</sup> fase

Misurare la distanza più grande "d" tra l'asse stradale e la curva di isolivello sonoro  $L_{den}=55$  dB(A) (o  $L_{night}=50$  dB(A)).

Moltiplicare tale distanza "d" per un coefficiente pari a 1.5, ottenendo così la distanza "d<sub>1</sub>".

#### 3<sup>a</sup> fase

Disegnare lungo tutto l'asse stradale preso in esame e per ambo i lati una linea posta ad una distanza "d<sub>1</sub>" dall'asse stradale. L'area racchiusa da tale linea è l'area che deve essere mappata.

Nel presente studio, a cui è stato data un'impostazione a carattere prevalentemente sperimentale, la procedura qui sopra descritta per la determinazione dei confini dell'area di studio è stata eseguita in parte, per le ragioni che saranno spiegate più avanti.

In dettaglio viene descritta la procedura eseguita per la determinazione dell'area da mappare, relativamente allo studio in esame.

La prima fase è stata fatta in accordo con la procedura suggerita nelle linee guida della Commissione europea.

Nel software è stata creata una "situazione di rumore" in cui erano presenti il DGM, precedentemente calcolato, le caratteristiche di assorbimento acustico del terreno, e la sorgente di rumore principale. Nel presente studio è stato considerato il tratto della Strada Sopraelevata Aldo Moro, in quanto la mappa acustica da realizzare fa riferimento a tale sorgente.

Per la modellizzazione della propagazione sonora in campo libero è stato scelto un reticolo a maglia costante, i cui elementi sono quadrati di lato 10 m. La mappa è stata realizzata ad una quota di 4 m al di sopra del DGM. La configurazione di calcolo per la propagazione sonora è riportata in tabella 4.4.



Tabella 4.4 – Configurazione di calcolo

Angolo d'incremento [°]	7
Ordine di riflessione	1
Profondità di riflessione	1
Raggio di massima ricerca [m]	700
Tolleranza [dB]	0
Pesatura	dB(A)
Diffrazioni laterali	non selezionato

È stato scelto un angolo d'incremento pari a 7° in quanto tale valore è un buon compromesso tra il tempo di calcolo e l'accuratezza.

È stato scelto un ordine di riflessione pari a 1 dal momento che nel modello non sono presenti ostacoli verticali e la propagazione sonora risulta quindi in campo libero.

La profondità di riflessione definisce il numero di potenziali superfici riflettenti che il raggio sonoro "ricercatore" può scavalcare affinché i raggi riflessi possano essere ancora trovati<sup>2</sup>. Dal momento che in questo modello non ci sono ostacoli, è stata scelta una profondità di riflessione pari a 1.

"Raggio di massima ricerca" stabilisce quanto lontano una sorgente può essere dal ricettore e può ancora contribuire al livello sonoro complessivo in corrispondenza di tale ricettore.

Dal momento che l'area è molto ampia è stato scelto di considerare il valore di default pari a 500 m.

Come pesatura è stata scelta la "A" come da Decreto.

Non è stata selezionata la casella "Diffrazioni laterali" in quanto non sono presenti ostacoli verticali in questo modello.

Come metodo computazionale è stato scelto il metodo ufficiale francese NMPB – Routes- 96 come richiede il D.lgs 194/2005.

La distanza tra la sorgente sonora Strada Aldo Moro e le curve di isolivello sonoro  $L_{den} = 55$  dB(A) e  $L_{night} = 50$  dB(A) varia significativamente lungo l'asse stradale in conseguenza dell'andamento del terreno, che come è stato già più volte detto, è molto variabile. Le curve di isolivello  $L_{den} = 55$  dB(A) e  $L_{night} = 50$  dB(A) sono quasi a contatto con l'asse stradale in corrispondenze dei punti di maggiore profondità rispetto al terreno circostante.

Dal momento che la zona a sud è meno densamente edificata e si trova ad una quota al di sotto della Strada Aldo Moro mentre la zona a nord ad una quota al di sopra, il rumore che si propaga si estende maggiormente nella zona sud rispetto che nella zona nord.

È stata presa in considerazione l'area sottesa dalla curva di isolivello sonoro  $L_{den} = 55$  dB(A) dal momento che essa è più estesa rispetto all'area racchiusa dalla curva di isolivello sonoro  $L_{night} = 50$  dB(A).

La seconda e la terza fase della procedura per la determinazione dei confini dell'area di studio non sono state prese in considerazione in quanto nel contesto di studio in esame si ritiene estremamente precauzionale la metodologia definita dalle linee guida da diventare poco

*Asse Centro - Levante*

efficace per i fini con cui si è proposta. Infatti in un contesto urbano, come quello che si sta analizzando in questo studio, la presenza di ostacoli verticali, come edifici e muri, fa sì che la propagazione sonora non avvenga mai in campo libero, per cui considerare la distanza massima tra l'asse stradale e la curva di isolivello sonoro  $L_{den} = 55 \text{ dB(A)}$  è già di per sé una misura cautelativa.

Nel presente studio si è quindi scelto di considerare costanti, rispetto all'asse stradale della sorgente principale, i confini dell'area, come le linee guida suggeriscono. Tale scelta è stata fatta sia per ragioni legate alle caratteristiche del territorio in esame sia per la densità di edificazione a nord della strada stessa.

Si è quindi scelto di considerare una distanza "d" costante, pari a 500 m, tra l'asse stradale e la linea che racchiude l'area di studio. Per mappature acustiche dove la sorgente stradale principale si estende per svariati chilometri si suggerisce infatti di mantenere una distanza "d" costante, perché la morfologia del territorio può cambiare e pertanto è bene generalizzare la metodologia con cui vengono definiti i confini dell'area, prendendo una distanza fissa. Si vuole però suggerire, in base all'esperienza fatta in questo studio, di scegliere la distanza "d" per definire i confini dell'area di studio e non la distanza "d<sub>1</sub>", se la mappatura che deve essere realizzata è riferita ad una sorgente stradale inserita in un territorio urbano densamente edificato.

#### 4.3.3 Preparazione del modello di propagazione sonora

Una volta definita l'area per la quale deve essere realizzata la mappatura, sono stati inseriti nel modello anche gli edifici, i muri e la distribuzione della popolazione residente.

Le sorgenti stradali secondarie non sono state prese in considerazione per il presente studio.

*Tabella 4.5 – Configurazione di calcolo*

Angolo d'incremento [°]	7
Ordine di riflessione	3
Profondità di riflessione	1
Raggio di massima ricerca [m]	700
Tolleranza [dB]	0
Pesatura	dB(A)
Diffrazioni laterali	selezionato
Effetti del terreno a partire dalla superficie stradale	selezionato
Sorgenti date da riflessioni laterali	selezionato

Per la presenza di ostacoli verticali il comando "Diffrazioni laterali" e "Sorgenti date da riflessioni laterali" è stato selezionato.

È stato scelto un ordine di riflessione pari a 3 per ottenere una migliore accuratezza del risultato finale.

4.3.5 Accuratezza del modello di propagazione

Prima di procedere nell'elaborazione grafica delle mappe acustiche, è stata valutata l'accuratezza del modello sulla base dei "Toolkit" riportati nelle linee guida che vengono messi a disposizione dalla Commissione europea.

In ciascun Toolkit, oltre all'accuratezza dei dati di input che vengono inseriti nel modello, viene definito anche il grado di complessità per ottenerli e i loro costi. La legenda dei Toolkit è riportata in figura 4.6 e in figura 4.7.

Colour code to rate Tools					
complexity	colour code	accuracy	colour code	cost	colour code
simple		low	> 5 dB	inexpensive	
-		-	4 dB	-	
-		-	3 dB	-	
-		-	2 dB	-	
-		-	1 dB	-	
sophisticated		high	< 0.5 dB	expensive	

Figura 4.6 – Legenda per i Toolkit 5, 6 7, 11, 13 e 14<sup>1</sup>

Colour code to rate Tools					
complexity	colour code	accuracy	colour code	cost	colour code
simple		low		inexpensive	
.		.		.	
.		.		.	
sophisticated		high		expensive	

Figura 4.7 – Legenda per i restanti Toolkit<sup>1</sup>

Si riportano brevemente i Toolkit utilizzati e l'accuratezza, la complessità e il costo del metodo utilizzato per raccogliere i dati di input.

**Toolkit 2:** flussi di traffico veicolare

Dal momento che il conteggio dei veicoli lungo il tratto considerato è avvenuto tramite spire per un periodo di un anno, è stato deciso di prendere il Tool 2.4 per la valutazione dell'accuratezza.

Tool 2.4: Dati del flusso di traffico per 7 giorni (o per un periodo di tempo più lungo)

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Distribuire egualmente i flussi dividendo il conteggio dei veicoli per il numero di giorni del periodo preso in considerazione e poi utilizzare il Tool 2.2	1.0 dB		



Tool 2.2:

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Se la distribuzione dei dati (statistica ufficiale) è disponibile, applicare tale distribuzione per ottenere i dati del giorno, della sera e della notte	1.0 dB		

Per quanto riguarda le strade secondarie, i flussi di traffico sono stati determinati con un conteggio dei veicoli senza l'utilizzo di sensori. Il conteggio è stato fatto per i tre periodi del giorno. Pertanto è stato utilizzato il Tool 2.5.

Tool 2.5: Dati del flusso di traffico non disponibili

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Fare il conteggio dei veicoli per ciascun dei 3 periodi del giorno	<0.5 dB		

**Toolkit 3:** velocità media del traffico stradale

Nessuna informazione riguardante la velocità media dei veicoli in transito era disponibile, pertanto è stato preso il Tool 3.5

Tool 3.5: Dati di velocità non disponibili

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Determinare la velocità media del traffico veicolare guidando nel flusso medio di traffico	1.0 dB		

**Toolkit 4:** Composizione del flusso veicolare

Poiché gli autobus rappresentano la percentuale maggiore di veicoli pesanti che transitano lungo il tratto interessato, è stato possibile calcolare il loro transito nei tre periodi del giorno consultando gli orari. Pertanto non è stato necessario utilizzare un Toolkit per definire l'accuratezza del dato raccolto

**Toolkit 5:** Tipologia di superficie stradale

Per questo dato è stato utilizzato il Tool 5.3

Tool 5.3: Definizione della tipologia di manto stradale basata su un'ispezione visiva

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Applicare le correzioni di rumore basandosi su un'ispezione visiva del manto stradale	1.0 dB		



**Toolkit 12:** Trincee e terrapieni

Per l'inserimento di tali elementi è stato utilizzato il Tool 12.1

**Tool 12.1:** Informazioni digitali inerenti trincee e terrapieni

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Inserire le informazioni riguardanti trincee e terrapieni e successivamente effettuare una visualizzazione 3D per verificare che non ci siano discontinuità e/o incongruenze	<0.5 dB		

**Toolkit 13:** Tipologia di superficie del terreno

Per l'inserimento di tali caratteristiche è stato utilizzato il Tool 13.2

**Tool 13.2:** Classificazione di superficie urbana/suburbana e rurale

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Per le aree urbane la superficie del terreno è di default riflettente, per le aree urbane la superficie è di default il 50% riflettente e aree rurali la superficie del terreno è di default assorbente. E' possibile prendere in considerazione informazioni extra per aggiungere corsi d'acqua o laghi nelle zone rurali o foreste/parchi/aree sportive nelle zone urbane	2.0 dB		

**Toolkit 16:** Coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha_r$  per edifici e barriere

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Utilizzo del dato di default per strutture completamente riflettenti: $\alpha_r=0.0$	1.0 dB		

**Toolkit 17:** Presenza di condizioni favorevoli alla propagazione sonora

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Utilizzo dei valori di default del metodo di calcolo NBPM: 50% per il giorno, 75% per la sera e 100% per la notte			

**Toolkit 18:** Umidità e temperatura

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
Acquisire dati di umidità e temperatura			



**Toolkit 19:** Numero di residenti dell'area che deve essere mappata o delle sub-aree

Metodo	Accuratezza	Complessità	Costi
<p>Se l'intera superficie della zona residenziale dell'area da mappare, o delle sub-aree, è nota:</p> <p>Dividere l'intera superficie residenziale dell'area da mappare, o della sub-area, per il numero di residenti = superficie residenziale/numero di residenti</p> <p>Ottenere la superficie degli edifici dal GIS e moltiplicarla per il numero di piani = superficie dell'area residenziale dell'edificio</p> <p>Dividere l'area residenziale dell'edificio per la superficie residenziale/numero di residenti = numero di residenti per edificio</p> <p>Confrontare con le statistiche di popolazione nazionali o regionali e, se richiesto, ridefinire le singole abitazioni.</p>			

Nel presente studio l'area degli edifici è stata ricavata dalla cartografia in formato CAD.

I vari passaggi di questo metodo, descritti sopra, vengono fatti in automatico dal software di propagazione sonora. Per il presente modello è stato necessario definire l'occupazione in termini di superficie di una persona residente all'interno dell'abitazione.

#### 4.4 Mappe acustiche

Il D.lgs 194/2005 prevede all'Allegato VI "Dati da trasmettere alla Commissione", che per gli agglomerati venga stimato:

- *il numero totale (arrotondato al centinaio) di persone che vivono nelle abitazioni esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di  $L_{den}$  in dB a 4 m di altezza sulla facciata più esposta: **55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75**, con distinzione fra rumore del traffico veicolare, ferroviario e aereo o dell'attività industriale. Le cifre vanno arrotondate al centinaio per eccesso o per difetto: (ad esempio: 5 200 = tra 5 150 e 5 249; 100 = tra 50 e 149; 0 = meno di 50). (Punto 1.5)*
- *Il numero totale stimato (arrotondato al centinaio) di persone che occupano abitazioni esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di  $L_{night}$  in dB a 4 m di altezza sulla facciata più esposta: **50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70**, con distinzione fra rumore del traffico veicolare, ferroviario e aereo o dell'attività industriale. (Punto 1.6)*

Al Punto 1.7 dell'Allegato VI vengono inoltre richieste *le mappe strategiche in forma di grafico*, le quali *devono presentare almeno le curve di livello 60, 65, 70 e 75 dB*.

Mentre al Punto 8 dell'Allegato IV "Requisiti minimi delle mappe acustiche strategiche" si specifica che *per gli agglomerati devono essere tracciate mappe acustiche strategiche distinte per il rumore del traffico veicolare, ferroviario, aereo e dell'attività industriale. Possono essere aggiunte mappe relative ad altre sorgenti di rumore*.

Nel presente studio, che rappresenta il primo passo della mappatura acustica strategica della città di Genova, è stata considerata la sorgente di rumore costituita da Corso Europa e un'area di dimensioni relativamente ridotte. In ogni caso, le mappe acustiche della sorgente sonora



presa in esame sono state realizzate seguendo i dettami del D.lgs 194/2005 e i suggerimenti delle linee guida forniti nel 2007 dalla Commissione europea.

Al fine di modellizzare la propagazione sonora della sorgente in esame, la mesh del modello di calcolo è stata posizionata ad una quota di 4 m rispetto alla quota del terreno, secondo come richiesto al Punto 7 dell'Allegato IV del D.lgs 194/2005: *le mappe acustiche strategiche ad uso locale o nazionale devono essere tracciate utilizzando un'altezza di misurazione di 4 m e intervalli di livelli di  $L_{den}$  e  $L_{night}$  di 5 dB come definito nell'Allegato VI.*

È stato possibile impostare una mesh con elementi della griglia che abbiano i lati di lunghezza uguale o inferiore a 10 m, così come suggerito dalle linee guida. Sulla base di queste indicazioni, la mappa acustica è stata realizzata impostando la tipologia di calcolo e nella tabella 4.8 è riportata la configurazione di calcolo usata per la propagazione sonora del presente studio

Tabella 4.8 – Configurazione di calcolo

Angolo d'incremento [°]	7
Ordine di riflessione	3
Profondità di riflessione	1
Raggio di massima ricerca [m]	700
Tolleranza [dB]	0
Pesatura	dB(A)
Diffrazioni laterali	selezionato
Effetti del terreno a partire dalla superficie stradale	selezionato
Sorgenti date da riflessioni laterali	selezionato
Distanza tra ricettori [m]	10.0
Quota sopra il terreno [m]	4.0
Inserimento di ricettori ad una distanza di 2 m dalla facciata	selezionato
Soppressione delle riflessioni sulle "proprie" facciate	selezionato

Il comando "Inserimento di ricettori ad una distanza di 2 m dalla facciata" è stato selezionato in quanto permette di calcolare le facciate silenziose.

Il comando "Soppressione delle riflessioni sulle "proprie" facciate" è stato selezionato in accordo con il D.lgs 194/2005. È stato inoltre selezionato per posizionare i ricettori in facciata per l'elaborazione delle mappe in accordo con l'Allegato VI del Decreto.

Per la spiegazione degli altri comandi si rimanda al paragrafo 3.3.2.

Le tavole delle mappe acustiche in forma di grafico, come richiesto al Punto 1.7 dell'Allegato VI del D.lgs 194/2005, sono riportate all'Allegato 1 della presente relazione e di seguito brevemente descritte:

**Allegato 3 - Tavola 1:** mappa acustica in scala 1:5000 in formato grafico in cui vengono riportate le curve di isolivello sonoro 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75 e 80 dB(A) del descrittore acustico  $L_{den}$ .



**Allegato 4 -Tavola 2:** mappa acustica in scala 1:5000 in formato grafico in cui vengono riportate le curve di isolivello sonoro 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75 e 80 dB(A) del descrittore acustico  $L_{night}$ .

Come colori sono stati utilizzati quelli definiti dalla ISO 1996-2:1987<sup>3</sup>. Si noti che tale standard è stato sostituito dalla ISO 1996-2:2007, tuttavia questo nuovo standard non definisce i colori delle diverse fasce di livelli di rumore<sup>4</sup>.

Sulla base delle mappe acustiche che sono state elaborate si possono fare le seguenti osservazioni:

- La propagazione sonora del rumore emesso dal tratto stradale considerato è in molti punti ostacolata dalla presenza degli edifici di primo fronte;
- Come per la propagazione in campo libero, anche in questo caso, essa è maggiore sul lato sud rispetto al lato nord della strada;
- Nel tratto di Viale Brigate Partigiane e Viale Brigate Bisagno la propagazione del rumore è maggiore rispetto agli altri tratti poiché gli ostacoli, rappresentati dagli edifici, sono più lontani rispetto alla sorgente;

Attraverso la tipologia di calcolo CNM è possibile inoltre calcolare quanto richiesto ai Punti 1.5 e 1.6 dell'Allegato VI del D.lgs 194/2005. Il software restituisce una tabella in cui viene riportato il numero totale di abitanti esposti ai diversi intervalli di  $L_{den}$  e di  $L_{night}$  definiti dal Decreto ad una quota di 4 m sopra il DGM. Tale numero è arrotondato al centinaio per eccesso o per difetto.

La tabella elaborata dal software riferita a  $L_{den}$  è riportata in tabella 4.9, mentre la tabella riferita a  $L_{night}$  è riportata in tabella 4.10.

Il numero totale di persone residenti nell'area considerate nel dominio della simulazione di propagazione acustica è pari a 80.500 unità, valore stimato considerando la popolazione riportata nel report statistico del Comune di Genova, con la situazione al 31 dicembre 2012.

Tabella 4.9 – Distribuzione della popolazione esposta ai livelli di rumore in termine di  $L_{den}$

	Livello di rumore – dB(A)	Persone esposte
	55 – 59	5700
	60 – 64	4900
	65 – 69	1800
	70 – 74	1500
	> 75	600

Tabella 4.10 – Distribuzione della popolazione esposta ai livelli di rumore in termini di  $L_{night}$

	Livello di rumore – dB(A)	Persone esposte
	50 – 54	4000
	55 – 59	1800
	60 – 64	1500
	65 – 69	200
	> 70	0



Si sono inoltre realizzate delle tabelle riferite alla superficie esposta: in tabella 4.11 è riportata la superficie totale, espressa in km<sup>2</sup>, esposta alle differenti bande di L<sub>den</sub> e quelle per valori superiore ai 55 e ai 65 dB(A); in maniera analoga, in tabella 4.12 sono riportati i valori di superficie esposta in termini di L<sub>night</sub>.

Tabella 4.11 – Distribuzione della superficie esposta ai livelli di rumore in termine di L<sub>den</sub>

	Livello di rumore – dB(A)	Superficie (km <sup>2</sup> )
	55 – 59	0.63
	60 – 64	0.36
	65 – 69	0.19
	70 – 74	0.14
	> 75	0.03
	> 55	1.35
	> 65	0.36

Tabella 4.12 – Distribuzione della superficie esposta ai livelli di rumore in termini di L<sub>night</sub>

	Livello di rumore – dB(A)	Superficie (km <sup>2</sup> )
	50 – 54	0.45
	55 – 59	0.23
	60 – 64	0.15
	65 – 69	0.06
	> 70	0.00

Si può osservare da queste tabelle che:

- In riferimento al descrittore acustico L<sub>den</sub>, la maggioranza della popolazione residente è esposta a livelli sonori compresi tra 55 e 60 dB(A), seguita da quella esposta a livelli di L<sub>den</sub> compresi tra 60 - 65 dB(A);
- la maggioranza della popolazione residente è esposta a livelli di L<sub>night</sub> compresi tra 50 e 55 dB(A); il numero degli esposti decresce all'aumentare dei livelli sonori;
- 29 edifici ospedalieri, giudicati ricettori sensibili, risultano esposti a valori di L<sub>den</sub> superiori a 55 dB(A) e 15 a valori di L<sub>night</sub> superiori a 50 dB(A);
- Solo due edifici dei 37 plessi scolastici risultano esposti a livelli di L<sub>den</sub> compresi tra 60 e 65 dB(A).
- 70 manufatti edilizi risultano esposti a livelli di L<sub>den</sub> superiori a 75 dB(A).

Occorre far notare che se un stesso manufatto edilizio è composto da più strutture con altezze e numero di piani differenti tra loro, il modello di calcolo valuta ogni singolo componente edilizio come un edificio a se stante.



## **5. Mappatura Acustica Anno 2011**

Come specificato all'art. 3 del suddetto Decreto, la mappatura acustica strategica va condotta per gli anni solari 2006 e 2011. In relazione ai risultati conseguiti, l'autorità individuata dalla regione o dalla provincia autonoma elabora e trasmette alla regione od alla provincia autonoma competente, per ogni ambito temporale di studio, i piani di azione e le sintesi di cui all'allegato 6 del D.Lgs. 194/05. I piani d'azione previsti ai commi 1 e 3 recepiscono i piani comunali di risanamento acustico ed i piani regionali triennali di intervento per la bonifica dall'inquinamento acustico adottati ai sensi degli articoli 3, comma 1, lettera i), 10, comma 5, 7 e 4, comma 2, della Legge 26 ottobre 1995, n. 447.

Per ottemperare a tali obblighi il Comune di Genova ha affidato alla società Ingenia S.r.l., spin off dell'Università degli studi di Genova, l'incarico di effettuare la mappatura acustica lungo l'asse viario Centro – Ponente, lungo la Strada Sopraelevata Aldo Moro e lungo l'asse viario Centro – Levante, lungo le strade Viale Brigate Partigiane, Viale Brigate Bisagno, Via Tolemaide, Via Invrea, Via Montevideo, Corso Gastaldi e Corso Europa.

Lo studio sopra condotto è stato realizzato facendo riferimento alle condizioni di traffico misurate per l'anno 2005. Nondimeno, poiché nelle aree interessate allo studio non vi sono state variazioni significative dal punto di vista urbanistico e poiché il confronto con i dati di traffico parziali relativi all'anno 2011 ha indicato una sostanziale identità dei flussi e delle condizioni di traffico per gli assi viari esaminati e per le strade circostanti, si ritiene che le condizioni analizzate si applichino con uguale efficacia all'anno 2011.



## 6. Conclusioni

La particolare morfologia del territorio ligure ha fatto sì che lo sviluppo urbano della città di Genova assumesse delle caratteristiche proprie, differenti da quelle di molte grandi città sia italiane, sia europee. La caratterizzazione del rumore ambientale, generato dalle principali sorgenti di rumore quali il traffico stradale, ferroviario e aeroportuale, per le peculiari caratteristiche del territorio e dello sviluppo urbano di Genova, risulta pertanto molto complessa.

Con il D.Lgs 194/2005, che recepisce la Direttiva europea 2002/49/CE, sono stati introdotti nuovi strumenti normativi per la pianificazione acustica. In particolare si introduce la Mappatura Acustica Strategica che diviene lo strumento principale per la pianificazione acustica e il controllo del rumore ambientale nei grossi conglomerati urbani, ovvero quelli con numero di abitanti superiore a 250.000. L'obiettivo della presente attività, condotta dallo spin off universitario Ingenia per conto del Comune di Genova - Ufficio Ambiente Igiene Energia - Settore Ambiente, è stato quello di applicare le disposizioni del D.lgs 194/2005 al contesto cittadino in oggetto, partendo dalla caratterizzazione della sorgente stradale Strada Sopraelevata Aldo Moro, considerata la maggiore fonte di fastidio per la popolazione residente.

La mappatura acustica è stata sviluppata utilizzando come metodo di calcolo lo standard francese NMPB – Routes- 96, così come richiesto per il rumore da traffico stradale dal D.lgs 194/2005.

In sintesi, a conclusione della attività condotta, si sono ottenuti i seguenti risultati:

- si è perimetrata e definita l'area da investigare secondo le modalità definite dalle linee guida prodotte dalla Commissione Europea nel documento dal titolo "Position Paper on Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure", redatto nel 2007
- come richiesto al Punto 1.7 dell'Allegato VI del D.lgs 194/2005 si è prodotta la mappa acustica in scala 1:3000 in termini di descrittore acustico  $L_{den}$  nella quale sono riportate le curve di livello sonoro 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75 e 80 dB(A)
- come richiesto al Punto 1.7 dell'Allegato VI del D.lgs 194/2005 si è prodotta la mappa acustica in scala 1:3000 in termini di descrittore acustico  $L_{night}$  nella quale sono riportate le curve di livello sonoro 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75 e 80 dB(A)
- si è analizzata l'accuratezza del modello di propagazione mediante il toolkit definito dalla Commissione Europea
- come richiesto al Punto 1.5 dell'Allegato VI del D.lgs 194/2005 si è valutato il numero totale di abitanti esposti ai diversi intervalli di  $L_{den}$  definiti dal Decreto
- come richiesto al Punto 1.6 dell'Allegato VI del D.lgs 194/2005 si è valutato il numero totale di abitanti esposti ai diversi intervalli di  $L_{night}$  definiti dal Decreto
- è stata riportata l'area totale, in  $km^2$ , esposta alle seguenti bande di valori di  $L_{den}$  55-59, 60-64, 65-69, 70-74, > 75 dB(A), unitamente alle superfici delle aree in cui i valori di  $L_{den}$  risultano maggiori di 55, 65 and 75 dB(A)
- si è valutato il numero di edifici residenziali nella zona di interesse che risultano esposti a specifici valori dei descrittori acustici  $L_{den}$  e  $L_{night}$
- si è valutato il numero di scuole nella zona di interesse che risultano esposti a specifici valori dei descrittori acustici  $L_{den}$  e  $L_{night}$



*Conclusioni*

- si è valutato il numero di ospedali nella zona di interesse che risultano esposti a specifici valori dei descrittori acustici  $L_{den}$  e  $L_{night}$

I risultati ottenuti identificano la seguente situazione: solo l'1% dell'area oggetto di studio è esposta a livelli di  $L_{den}$  maggiori di 75 dB(A) con lo 0% di popolazione esposta al rumore causato dagli assi viari presi in considerazione. Con riferimento al range di  $L_{den}$  maggiori di 55 dB(A), la maggior parte della popolazione è esposta a livelli compresi tra 55 e 59 dB(A) con meno dell'1.5% di popolazione esposta. Analogamente, per il descrittore acustico  $L_{night}$ , dove solo il 2.4% della popolazione è esposta a valori superiori a 50 dB(A) con meno del 7% di area esposta, mentre circa 56.000 residenti sono esposti ad un valore di  $L_{night}$  inferiore ai 35 dB(A).

Si osserva, in conclusione, che un'importante novità introdotta con il D.Lgs 194/2005 riguarda la definizione dei confini dell'area da mappare. Nel D.P.R. 30 marzo 2004, Decreto attuativo della Legge Quadro 447/1995, i confini vengono definiti in base alla tipologia di strada in esame, mentre nel D.Lgs 194/2005, e più specificatamente nelle linee guida fornite dalla Commissione europea, tali confini sono determinati sulla base della propagazione sonora in campo libero della sorgente di rumore in esame. Questo elemento è risultato molto significativo, in quanto ha determinato una diversa perimetrazione dell'area interessata alla mappatura acustica e quindi della popolazione coinvolta nell'analisi.



## **Bibliografia**

- [1] Position Paper on Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure. European Commission Working Group on Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN). Versione 2, 13 agosto 2007
- [2] SoundPlan 6.5 User's Manual. Braunstein and Berndt GmbH/SoundPLAN LLC. 2008
- [3] ISO 1996:1987 Acoustics -- Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels
- [4] Position Paper on Presenting Noise Mapping Information to the Public. European Commission Working Group on Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN). Marzo 2008