



MAPPA ACUSTICA STRATEGICA DELL'AGGLOMERATO DI BARI

(agglomerato con più di 250.000 abitanti)

**ARPA Puglia
Direzione Scientifica**

U.O.S. Agenti Fisici

Responsabile tecnico - scientifico: Dott.ssa Anna Guarnieri Calò Carducci

Gruppo di lavoro ARPA Puglia: Dott. Ing. Francesco Cardillo
Dott. Ing. Benedetto Figorito
Dott. Arch. Rocco Di Modugno
Dott. Ing. Gianluca Primavera
Dott.ssa Micaela Menegotto

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

Aggiornamento	Riferimento normativo	Descrizione
Rev.1	Giugno 2017	Elaborato ai sensi del D.Lgs.194/05 s.m.i. art.3 c.3

Indice

1	INTRODUZIONE GENERALE.....	4
1.1	Premessa	4
1.2	Quadro normativo di riferimento	5
2	L'AGGLOMERATO DI BARI.....	8
3	PROGRAMMI DI CONTENIMENTO DEL RUMORE.....	9
4	METODOLOGIA OPERATIVA	12
4.1	Mappatura delle infrastrutture stradali comunali e provinciali	13
4.1.1	Organizzazione e gestione dati	13
4.1.2	Classificazione degli assi stradali.....	17
4.1.3	Monitoraggio del rumore	17
4.1.4	Definizione del metodo di calcolo	22
4.1.5	Stima della popolazione esposta.....	29
4.2	Mappatura dei siti di attività industriale e porto.....	31
4.2.1	Individuazione dei siti industriali	31
4.2.2	Il porto di Bari	32
4.2.3	Stima popolazione esposta a sorgenti industriali e porto	33
4.3	Mappatura aeroporto	34
4.3.1	Stima della popolazione esposta al rumore aeroportuale.....	35
4.4	Mappatura delle infrastrutture ferroviarie locali.....	36
4.4.1	Caratterizzazione acustica delle infrastrutture ferroviarie non principali	37
4.4.2	Aggiornamento dei dati di input al modello.....	42
4.4.3	Stima della popolazione esposta.....	45
4.5	Integrazione delle mappature dei gestori.....	45
4.5.1	Mappatura acustica presentata da ANAS	47
4.5.2	Mappatura acustica presentata da Autostrade per l'Italia.....	49
4.5.3	Mappatura acustica presentata da RFI	50
4.5.4	Mappatura acustica presentata da Ferrotramviaria	50
4.6	Incertezza nella predisposizione della mappa acustica strategica.....	52
5	SINTESI DEI RISULTATI	56
5.1	Infrastrutture stradali.....	58
5.2	Infrastrutture ferroviarie	62
5.3	Siti di attività industriale e porto	65

5.4	Aeroporto.....	67
5.5	Esposizione al rumore globale (<i>overall sources</i>)	69
6	MATERIALE TRASMESSO	73
7	CONCLUSIONI.....	76
8	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	80

1 INTRODUZIONE GENERALE

La Regione Puglia, in ottemperanza a quanto disposto dal D.Lgs.194/05 del 19/08/2005 “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale” [1], con DGR n. 1009 del 26/06/2007 ha individuato l’ARPA Puglia quale Autorità competente per lo svolgimento delle attività del D.Lgs.194/05 e con DGR n. 1332 del 03/07/2012 ha individuato, tra gli altri, il territorio del comune di Bari come agglomerato principale (con popolazione superiore a 250.000 abitanti) da sottoporre a mappa acustica strategica.

Arpa Puglia ha già provveduto alla redazione della Mappa Acustica Strategica (MAS) dell’agglomerato di Bari relativa al primo e al secondo ciclo di scadenze definito dal D.Lgs. 194/05 (riferimenti normativi 2007 e 2012).

Ai sensi dell’art.3, comma 6 del summenzionato decreto tutte le MAS e le mappature acustiche che le compongono devono essere riesaminate e, se necessario, rielaborate almeno ogni cinque Anni.

Il presente documento costituisce la relazione descrittiva contenente una sintesi delle scelte metodologiche adottate nell’ambito dell’aggiornamento quinquennale della Mappa Acustica Strategica dell’agglomerato di Bari riferita alla scadenza 2017.

La presente relazione e la documentazione digitale ad essa allegata è stata predisposta in conformità alle nuove linee guida del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) relative alla “Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore” [16], e alle “Specifiche tecniche – Predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/05) [15], entrambe aggiornate a marzo 2017. Ciò assicura l’ottemperanza ai requisiti minimi di cui all’allegato 4 del D.Lgs. 194/05.

Gli elaborati della mappa acustica strategica, compreso il presente aggiornamento, sono disponibili per l’informazione del pubblico attraverso le pagine del sito istituzionale di ARPA Puglia (<http://arpa.puglia.it/web/guest/mas>).

1.1 Premessa

La mappa strategica dell’agglomerato è definita come 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 tali zone". Le sorgenti di rumore che concorrono all'"esposizione globale" sono il traffico stradale, il traffico ferroviario, il traffico aeroportuale, i siti di attività industriale inclusi i porti.

Per la redazione della mappa strategica il D. Lgs 194/05 prevede la collaborazione delle società e degli enti gestori di infrastrutture di trasporto, limitatamente alle infrastrutture principali. Per tutte le altre tipologie di infrastruttura la valutazione della rumorosità è posta in carico all'Autorità competente individuata per l'agglomerato.

1.2 Quadro normativo di riferimento

Come "*Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione ed alla gestione del rumore ambientale*", il D.Lgs. 194/05 introduce delle sostanziali novità, costituite principalmente dall'obbligo per gli Enti territoriali competenti e i gestori delle infrastrutture di trasporto di produrre i seguenti elaborati:

- **Mappatura Acustica**, ovvero "*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*" (cfr. lettera o comma 1 articolo 2 del decreto);
- **Mappa Acustica strategica**, ovvero "*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*" (cfr. lettera p comma 1 articolo 2 del decreto);
- **Piani d' Azione**, ovvero "*i piani destinati a gestire i problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti, compresa, se necessario, la sua riduzione*" (cfr. lettera q comma 1 articolo 2 del decreto).

I suddetti elaborati costituiscono degli strumenti indispensabili per la prevenzione o la riduzione degli effetti nocivi dell'esposizione al rumore ambientale, compreso il fastidio, contemplando anche l'informazione e la partecipazione attiva del pubblico.

Con l'entrata in vigore del *D.Lgs.17 febbraio 2017, n. 42* [14] sono state apportate alcune modifiche al D.Lgs. 194/05, tra cui l'aggiornamento delle scadenze temporali previste per i prossimi cicli di consegna delle mappature, come riportato nella tabella seguente.

Soggetto		Predisposizione Mappe Acustiche e Mappe Acustiche Strategiche	Predisposizione Piani d'Azione
Agglomerati urbani	Popolazione > 100.000 ab.	30 giugno 2017 (31 marzo 2022 dal ciclo successivo)	18 luglio 2018 (18 aprile 2023 dal ciclo successivo)
Infrastrutture stradali	Veicoli/anno > 3 mln	30 giugno 2017 (31 marzo 2022 dal ciclo successivo)	18 luglio 2018 (18 aprile 2023 dal ciclo successivo)
Infrastrutture stradali ricadenti negli agglomerati principali		31 gennaio 2017	18 ottobre 2017
Infrastrutture ferroviarie	Convogli/anno > 30.000	30 giugno 2017 (31 marzo 2022 dal ciclo successivo)	18 luglio 2018 (18 aprile 2023 dal ciclo successivo)
Infrastrutture ferroviarie ricadenti negli agglomerati principali		31 gennaio 2017	18 ottobre 2017
Aeroporti	Movimenti/anno > 50.000	30 giugno 2017 (31 marzo 2022 dal ciclo successivo)	18 luglio 2018 (18 aprile 2023 dal ciclo successivo)
Aeroporti ricadenti negli agglomerati principali		31 gennaio 2017	18 ottobre 2017

Tabella 1.1 – Scadenze temporali così come aggiornate dal D.Lgs.42/2017

A completamento degli elaborati in carico agli enti competenti, l'allegato 6 del D.Lgs.194/05 prevede inoltre la determinazione e relativa trasmissione alla Commissione Europea dei seguenti dati, intesi come requisiti minimi per le mappature acustiche:

- numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che vivono nelle abitazioni esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di L_{den} in dB a 4 m di altezza sulla facciata più esposta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75, con distinzione fra rumore del traffico veicolare, ferroviario e aereo o dell'attività industriale;
- 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. Questi dati potranno altresì essere valutati per la fascia 45-49 anteriormente al 18 luglio 2009.

Il descrittore acustico L_{den} è calcolato secondo la seguente relazione:

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

dove L_{day} , $L_{evening}$ e L_{night} rappresentano ciascuno il livello continuo equivalente ponderato "A", determinato sull'insieme dei rispettivi periodi di riferimento (*diurno*, dalle ore 06:00 alle ore 20:00; *serale*, dalle ore 20:00 alle ore 22:00; *notturmo*, dalle ore 22:00 alle ore 06:00) all'interno di un anno solare.

Per anno si intende l'anno di osservazione per l'emissione acustica e un anno medio sotto il profilo meteorologico.

Nel determinare i valori di L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} possono essere applicate tecniche previsionali e/o di campionamento statistico, prevedendo il solo suono incidente per i ricettori in facciata, e quindi trascurando il contributo del suono riflesso dalla facciata dell'abitazione considerata.

2 L'AGGLOMERATO DI BARI

L'agglomerato di Bari, individuato formalmente dalla Regione Puglia attraverso la Determinazione del Dirigente Settore Ecologia n. 298 del 18 giugno 2007 e riconfermato con DGR n. 1332 del 3 luglio 2012, coincide col territorio comunale della città di Bari, così come delimitato dai suoi confini amministrativi. L'autorità competente individuata per la predisposizione della mappa acustica strategica e del relativo piano d'azione è ARPA Puglia. Ai fini degli adempimenti ex D.Lgs. 194/05 l'agglomerato è stato univocamente identificato dal MATTM mediante il codice *IT_a_ag00001*.

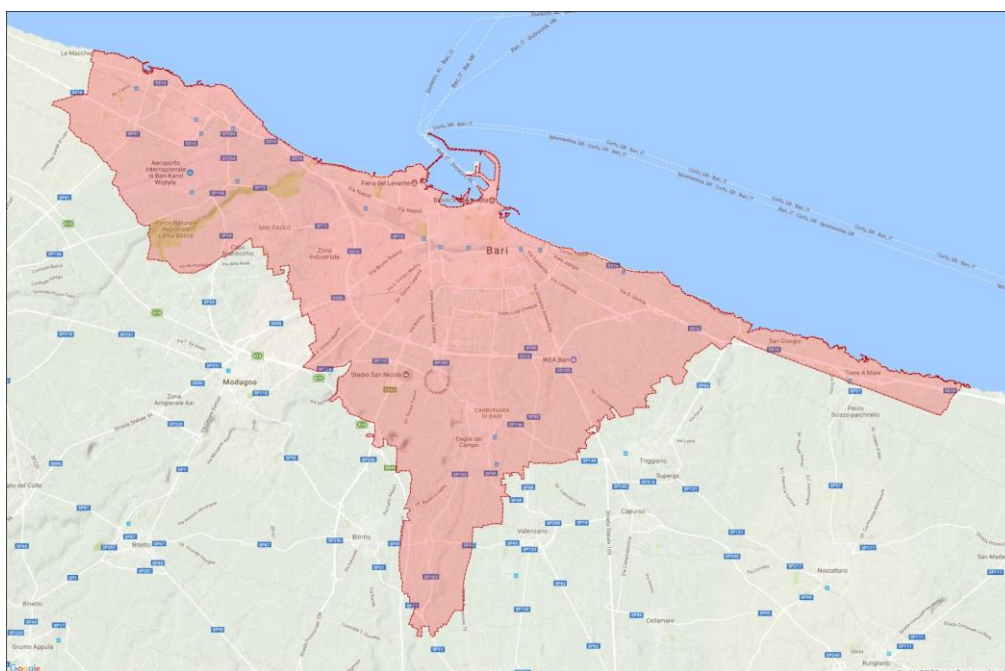


Figura 2.1 – Delimitazione dell'agglomerato di Bari

I confini amministrativi considerati sono quelli contenuti nel Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR) della Regione Puglia, approvato con D.G.R. n. 176 del 16 febbraio 2015.

Il territorio dell'agglomerato si estende per circa 116 km² e interessa 326.344 abitanti (ultimi dati ISTAT disponibili al 01/01/2016 sul sito <http://dati.istat.it/#>).

I dati caratteristici delle diverse sorgenti sonore da analizzare ai fini dell'elaborazione della mappa strategica sono:

- ~ 668 km di infrastrutture stradali;
- ~ 83 km di infrastrutture ferroviarie;
- ~ 285 ettari di bacino portuale;

- ~ 15 ettari di infrastruttura aeroportuale;
- ~ 7 insediamenti industriali sottoposti ad A.I.A.

3 PROGRAMMI DI CONTENIMENTO DEL RUMORE

La redazione delle Mappe Acustiche Strategiche è finalizzata alla determinazione dell'esposizione globale al rumore della popolazione a causa delle varie sorgenti presenti nell'agglomerato, strumento propedeutico per l'individuazione delle aree critiche verso le quali indirizzare gli interventi di mitigazione che sono oggetto del successivo Piano di Azione, come previsto dal D.Lgs. 194/05.

Oltre al Piano di Azione, esistono altri strumenti di pianificazione acustica, le cui competenze a livello regionale e locale sono definite dalla Legge Quadro 447/1995. Gli enti interessati dall'attuazione di questi interventi sono principalmente i Comuni e i gestori di infrastrutture di trasporto ricadenti nell'agglomerato.

Per i primi è prevista l'attuazione del Piano di Classificazione Acustica Comunale (ex art. 6, comma 1, lett. a) e il Piano di Risanamento Acustico Comunale (ex art. 7).

Gli enti gestori di infrastrutture di trasporto ricadenti nell'agglomerato sono invece tenuti alla redazione e trasmissione del Piano di Azione ex D.Lgs. 194/05 e del Piano di Contenimento e Abbattimento del Rumore previsto dal D.M. 29/11/2000.

Ad oggi il Comune di Bari non ha ancora provveduto a dotarsi dei piani su richiamati; tuttavia occorre segnalare che il Comune si sta adoperando per l'elaborazione di studi sulla mobilità che potrebbero contribuire al miglioramento del clima acustico del territorio (tra essi citiamo il Piano Urbano della Mobilità, il Piano Generale del Traffico Urbano, il Piano di Azione dell'Energia Sostenibile). Tali strumenti saranno considerati nel prossimo aggiornamento del Piano di Azione, la cui scadenza è prevista nel luglio 2018.

Con Delibera di Giunta Comunale n.334 del 26/05/2016 il Comune di Bari ha altresì preso atto della MAS dell'Agglomerato di Bari (rif. normativo 2012) e approvato il relativo Piano di Azione (rif. normativo 2013), redatti da Arpa Puglia ai sensi del D.Lgs. 194/05. Il PdA è stato pubblicato da Arpa Puglia sul proprio sito istituzionale, ottemperando così alla fase di "Informazione e Consultazione al Pubblico", come disposto dall'art.8 del D.Lgs. 194/05 .

Il suddetto Piano fornisce una panoramica sui possibili strumenti di risanamento da adottare per far fronte alle criticità acustiche emerse dalla MAS, distinguendo tra interventi da mettere in campo prioritariamente nel breve e medio termine presso quelle aree dove vi è un significativo superamento dei limiti di rumorosità (denominate Aree di Tipo "A" e

distinte in ricettori residenziali e ricettori sensibili) e interventi nel lungo termine per le restanti aree dove si è riscontrato un superamento di qualsiasi entità (Aree di Tipo “B” e di Tipo “C”). In particolare lo studio comprende un focus sulle prime dieci aree risultate maggiormente critiche in termini di Indice di Priorità, un descrittore derivato dal D.M. 29/11/2000 che tiene conto tanto del superamento del limite quanto del numero di ricettori impattati. Per le suddette aree è stata analizzata la fattibilità sia tecnica che economica degli interventi proposti. Per tutte le altre aree, a cui sono indirizzati interventi nel lungo termine, sono suggerite soluzioni indicative, senza entrare nel merito della loro fattibilità tecnica ed economica.

Nel PdA di Bari sono stati forniti inoltre alcuni spunti relativamente alla gestione del rumore presso le cosiddette *aree silenziose*, definite dal D.Lgs. 194/05 come zone delimitate dall’autorità comunale in cui L_{den} o un altro indicatore acustico non superi un determinato valore. Non avendo, ad oggi, il comune di Bari provveduto a delimitare e definire le suddette aree, sono stati suggeriti in via preliminare alcuni criteri per la loro individuazione e caratterizzazione, che dovranno essere necessariamente approfonditi e condivisi con gli organi comunali competenti. In particolare sono state individuate 12 aree tra quelle la cui destinazione d’uso dovrebbe prevedere come requisito fondamentale un giusto grado di comfort acustico, come le aree verdi rese disponibili come dataset in formato shapefile dal comune di Bari sul proprio sito istituzionale, aventi estensione superiore a 10.000 mq ed influenzate dalla presenza nelle vicinanze di importanti arterie stradali.

Nella tabella che segue sono riassunti gli interventi considerati nel PdA, l’orizzonte temporale del loro sviluppo e le condizioni di criticità che li attivano. Per maggiori approfondimenti si rimanda allo studio completo consultabile sul sito istituzionale di Arpa Puglia all’indirizzo http://www.arpa.puglia.it/web/guest/d_lgs_194_2005.

Tabella 3.1 : Azioni di Risanamento previste per il traffico veicolare in funzione dei superamenti dei descrittori acustici in facciata per i diversi ambiti di intervento			
Ambito intervento	Criticità	Orizzonte temporale	Interventi previsti
Edifici sensibili- Aree Tipo “A”	$IP > 300$ $L_{den} > 47,7\text{dB(A)}$	Breve termine	<ul style="list-style-type: none"> Approvazione del Piano di Zonizzazione Acustica Comunale Posa di pavimentazioni stradali fonoassorbenti e/o sistemi di riduzione della velocità dei veicoli, es. zone “30”, impianti di rilevamento della velocità, cartelli di segnalazione, utilizzo di rotonde, onde verdi semaforiche (<i>interventi alla sorgente</i>) Installazione di barriere fonoassorbenti (<i>interventi lungo la via di propagazione</i>)
Ed. residenziali- Aree Tipo “A”	$IP > 300$ $L_{den} > 62,7\text{dB(A)}$	Medio Termine	
Aree Silenziose	$L_{den} > 47,7\text{ dB(A)}$	Breve-Medio Termine	

Tabella 3.1 : Azioni di Risanamento previste per il traffico veicolare in funzione dei superamenti dei descrittori acustici in facciata per i diversi ambiti di intervento

			<ul style="list-style-type: none"> • Sostituzione dei semafori con rotatorie presso gli incroci • Realizzazione di piste ciclabili • Sostituzione degli infissi in facciata (<i>interventi al ricettore, non applicabili alle aree silenziose</i>)
Edifici sensibili- Aree Tipo "B"	IP>300 L _{den} > 47,7dB(A)	Lungo Temine	<ul style="list-style-type: none"> • Sinergia strategica tra i piani di risanamento dell'Amministrazione Comunale e quelli di tutti gli altri settori interessati nella pianificazione e gestione del territorio e dei trasporti (Infrastrutture e Mobilità, Urbanistica ed Edilizia Privata) • Riduzione emissioni sonore dei singoli veicoli • Riduzione delle velocità di percorrenza nel rispetto dei limiti di velocità anche attraverso creazione di zone residenziali a bassa velocità (Zone 30) • Incentivazione e sviluppo della mobilità alternativa (mezzi pubblici, ciclabile, pedonale) • Interventi sul trasporto pubblico: rinnovo del parco veicoli (sostituzione dei mezzi rumorosi di vecchia fattura) e gestione più efficiente della rete • Cambiamento dello stile di guida/comportamento degli abitanti
Ed. residenziali- Aree Tipo "B"	IP>300 L _{den} > 62,7dB(A)		
Edifici sensibili- Aree Tipo "C"	L _{den} >47,7 dB(A)		
Ed. residenziali- Aree Tipo "C"	L _{den} > 62,7dB(A)		

Per quanto riguarda le infrastrutture ricadenti nell'agglomerato di Bari in carico agli altri enti gestori (ANAS, RFI, Ferrotramviaria, FSE, Autostrade per l'Italia) le misure di mitigazione preventivate, laddove presenti, sono quelle riferite ai rispettivi Piani di Azione e/o Piani di Contenimento ed Abbattimento del Rumore prodotti ai sensi del D.M. 29/11/2000. Si riassumono di seguito gli interventi proposti e si rimanda ai Piani di ciascun gestore per ulteriori approfondimenti:

- ANAS S.p.a: stesa di asfalti fonoassorbenti, posa di barriere fonoassorbenti, interventi diretti al ricettore lungo alcuni tratti della SS16 e della SS 96;
- RFI: Installazione di barriere fonoassorbenti per un totale di circa 16,7 Km e n.10 interventi diretti al ricettore su varie tratte comprese all'interno dell'agglomerato;
- FERROTRAMVIARIA: pur non inserendo interventi nel Piano di Azione predisposto il gestore ha segnalato di aver messo in esercizio nuovi elettrotreni in grado di abbattere la rumorosità lungo la linea, nonché di aver sostituito vecchie rotaie tipo RA 36 con nuove rotaie tipo 50E5;
- FERROVIE del SUD EST: installazione di barriere acustiche a gravità, alte 5 metri e lunghe complessivamente 170 metri;
- Autostrade per l'Italia non ha previsto interventi all'interno dell'agglomerato di Bari.

Relativamente all'infrastruttura aeroportuale occorre segnalare che la commissione aeroportuale di cui all'art.5 del D.M. 31/10/1997 ha approvato (con ordinanza del direttore della circoscrizione aeroportuale n.5/2006) le procedure antirumore previste dallo stesso articolo.

4 METODOLOGIA OPERATIVA

Come indicato in premessa, la mappa acustica strategica e le relative mappature acustiche dell'agglomerato di Bari riferite alla condizione di rumorosità del 2011, sono state sottoposte ad un riesame volto a valutare l'eventuale aggiornamento degli elaborati, alla luce di possibili variazioni nei dati di input utilizzati per la modellizzazione delle sorgenti sonore. Occorre evidenziare che, rispetto alle precedenti fasi di mappatura acustica, nel modello di simulazione è stata considerata la mappa "Uso del Suolo" (resa disponibile dal Servizio Cartografico della Regione Puglia) che ha consentito di attribuire a ciascuna area un coefficiente di assorbimento acustico del terreno in ottemperanza al Toolkit 13.1 della "Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure - Version 2, 13 August 2007" predisposta dal gruppo di lavoro WG-AEN della Commissione Europea (d'ora in avanti GPG) [6] (cfr. paragrafo 4.1.4.2).

Per ognuna delle sorgenti di rumore modellizzate è stata quindi verificata l'eventuale variazione della relativa incidenza sul clima acustico in ambito urbano attraverso campagne di monitoraggio fonometrico di controllo e/o attraverso l'integrazione e l'aggiornamento dei dati di ingresso al modello.

In particolare, dopo un richiamo delle fasi metodologiche del lavoro, già adottate in occasione del precedente ciclo di mappatura e qui aggiornate con i nuovi dati di input, nei prossimi paragrafi verranno presentati i risultati delle mappature aggiornate. Nello specifico:

1. Mappatura acustica delle infrastrutture stradali di competenza del *Comune di Bari* e della *Città Metropolitana di Bari*;
2. Mappatura acustica dei siti di attività industriale, compreso il porto;
3. Mappatura acustica dell'aeroporto di Bari "Karol Wojtyła";
4. Mappatura delle ferrovie locali;
5. Integrazione delle mappature acustiche pervenute dagli enti gestori e realizzazione della Mappa Acustica Strategica dell'agglomerato di Bari.

Nei paragrafi successivi si riporta nel dettaglio la metodologia operativa utilizzata, nonché alcune considerazioni relative all'incertezza sui risultati finali dello studio.

4.1 Mappatura delle infrastrutture stradali comunali e provinciali

La rete stradale compresa nell'agglomerato di Bari presenta differenti tipologie di infrastrutture, dal piccolo vicolo della città vecchia al tratto autostradale, caratterizzate da notevoli diversità, sia da un punto di vista di competenze e gestione, che relativamente ai flussi di traffico e all'emissione acustica.

Per la determinazione dei descrittori L_{den} ed L_{night} e la conseguente elaborazione delle mappature aggiornate delle infrastrutture stradali si è proceduto nuovamente attraverso la modellizzazione acustica effettuata tramite il programma di calcolo previsionale CadnaA, tarato in base ai nuovi rilievi di rumore sul campo. Secondo quanto raccomandato dal D.Lgs. 194/05, relativamente al rumore prodotto dalle infrastrutture stradali, è stato utilizzato il metodo "NMPB–Routes-96" (Nouvelle Methode de Prevision de Bruit). In fase di modellizzazione sono stati eseguiti due calcoli: uno relativo ai livelli di rumore in facciata agli edifici, escludendo la riflessione della facciata stessa, e l'altro su una griglia di punti ricettori con passo di 5 metri per i descrittori L_{den} e L_{night} ; in entrambi i casi i punti prescelti per il calcolo sono stati posizionati ad un'altezza dal suolo pari a 4 m.

Il lavoro di aggiornamento ha pertanto riguardato tutte le fasi del lavoro già affrontate per la precedente mappatura, ovvero:

- organizzazione e gestione dei dati;
- classificazione degli assi stradali;
- monitoraggio del rumore;
- definizione del metodo di calcolo;
- stima della popolazione esposta.

4.1.1 Organizzazione e gestione dati

La prima fase di lavoro è consistita nella raccolta ed organizzazione dei dati disponibili per il Comune di Bari e nella loro validazione ai fini della predisposizione della mappa acustica delle strade.

Poiché la stima dei livelli sonori avviene attraverso l'utilizzo di un modello di calcolo previsionale, la qualità del risultato finale, ossia del valore di livello sonoro al ricettore, dipende strettamente dalla tipologia di dati di input inseriti nel modello.

La differente tipologia di dati a disposizione può determinare la necessità di esecuzione di specifiche campagne di misura e sopralluoghi sul campo (per esempio la conoscenza o meno dei flussi di traffico e delle velocità, della pavimentazione della strada, dell'altezza degli edifici, ecc...).

Tutti i dati sono stati gestiti ed organizzati mediante l'utilizzo di sistemi GIS.

4.1.1.1 Dati relativi alla popolazione

Il D.Lgs.194/05 prevede la valutazione del numero di persone esposte al rumore entro specifici intervalli di livello sonoro. Come già descritto negli elaborati tecnici della precedente Mappa Strategica, si è partiti dagli ultimi dati di popolazione disponibili in forma disaggregata (per sezione di censimento), ovvero quelli pubblicati dall'ISTAT relativi all'ultimo censimento popolazione del 2011. In ambiente GIS a ciascuna sezione è stato assegnato il numero di abitanti 2011 e successivamente tale numero è stato aggiornato in funzione della presenza di nuovi edifici e della destinazione d'uso ipotizzata per gli stessi, normalizzando poi il valore complessivo sull'ultimo dato aggregato reso disponibile per il comune di Bari dall'ISTAT sul proprio sito istituzionale (dati aggiornati al 01/01/2016 pubblicati all'indirizzo <http://dati.istat.it/#>).

4.1.1.2 Dati di tipo geometrico per la costruzione del modello acustico

I dati di tipo geometrico sono stati utilizzati per realizzare una adeguata modellizzazione della porzione di territorio da analizzare. Come dato di partenza è stata utilizzata la Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:5.000 aggiornata all'anno 2006, resa disponibile dal Servizio Cartografico della Regione Puglia (<http://www.sit.puglia.it/>). I dati geometrici sono stati aggiornati con dati ricavati dall'interpretazione dell'ortofoto e di foto panoramiche di Google Maps disponibili su web. Inoltre sono state estratte informazioni di interesse dai rilievi LiDAR del 2008/2009 del MATTM nelle aree di studio dove la copertura è presente.

Il sistema di riferimento utilizzato per l'intero studio è stato ETRS 89 come richiesto dalle linee guida ministeriali [15].

Successivamente sono state eseguite delle elaborazioni in ambiente GIS, come descritto nel seguito.

Modello digitale del terreno

Per la costruzione del modello digitale del terreno sono stati utilizzati i tematismi CTR delle curve di livello, dei punti quotati, aggiornandoli dove disponibili con i rilievi LiDAR del MATTM. A partire da questi dati in ambiente GIS è stata realizzata una nuova copertura costituita da polilinee 3D, idonea all'importazione nel modello di calcolo. Nell'elaborazione è stata posta particolare attenzione alla presenza di forti discontinuità piano altimetriche delle sorgenti di rumore (ad esempio la presenza dei cavalcavia o di ponti in corrispondenza di lame) e del terreno circostante.

Aree assorbimento del terreno

Utilizzando il quarto livello "CORINE LAND COVER" aggiornato al 2011 dell'uso del suolo del 2006, dato reso disponibile dal Servizio Cartografico della Regione Puglia (<http://www.sit.puglia.it/>), è stato creato uno specifico shapefile di tipo poligonale per l'attribuzione dei coefficienti di assorbimento acustico. Il dato geometrico è stato utilizzato all'interno del software di simulazione acustica importandolo come aree "Assorbimento del terreno" ed assegnando a ciascuna di esse il proprio coefficiente (cfr. par. 4.1.4.2).

Edifici

Si tratta del livello tematico poligonale codificato nella CTR con la descrizione "Edificio civile". Sempre in ambiente GIS sono stati individuati gli edifici utili ai fini della modellizzazione acustica, escludendo ad esempio tettoie, baracche, pensiline etc. aventi area inferiore a 20 mq. Successivamente i poligoni sono stati suddivisi in base alle polilinee codificate come "dividente edificio civile", e a ciascuno, come altezza, è stata attribuita la differenza tra la quota in gronda e la quota al piede edificio. I poligoni senza indicazione di quota sono stati accorpati a quelli adiacenti aventi maggiore contiguità rispetto agli altri (ovvero avente in comune la porzione maggiore di perimetro).

I dati planimetrici sono stati aggiornati attraverso l'interpretazione di ortofoto del 2013 acquisite tramite servizio WMS dal sito del Servizio Cartografico della Regione Puglia http://www.sit.puglia.it/portal/portale_cartografie_tecniche_tematiche/WMS. Inoltre sono state estratte informazioni altimetriche dai rilievi LiDAR del 2008/2009 del MATTM nelle aree di studio dove la copertura è presente.

Per quanto riguarda l'assegnazione della popolazione ad ogni edificio, è stato utilizzato il metodo della densità volumetrica di popolazione: per ogni sezione di censimento è stato calcolato il volume totale degli edifici a destinazione d'uso residenziale e quindi la densità di popolazione, dividendo il numero di abitanti della sezione

(aggiornamento al 2016 come descritto nel paragrafo 4.1.1.1) per il volume totale della sezione stessa; ad ogni edificio è stata assegnata la popolazione residente, moltiplicando il volume del singolo edificio per la densità calcolata per la sezione di censimento di appartenenza. Il dato così ottenuto è stato arrotondato all'intero immediatamente superiore e quindi, per ogni sezione di censimento, è stata effettuata la normalizzazione sul dato globale di popolazione.

Strade

A partire dalla CTR e/o dalle ortofoto disponibili, in ambiente GIS è stato digitalizzato il grafo stradale necessario per la modellizzazione acustica stradale del territorio comunale. Per ogni infrastruttura sono stati rappresentati archi e nodi in maniera semplificata, prestando particolare attenzione al rispetto delle distanze relative sorgente-ricettore, e alle indicazioni riportate nella GPG [6]. Agli archi principali sono associati i rispettivi toponimi, nonché la corretta indicazione altimetrica ricavata dal DTM descritto in precedenza.

Anche in questo caso, tramite la consultazione di ortofoto/foto aeree disponibili sul web, è stata verificata la presenza di nuovi assi stradali, successivamente digitalizzati in ambiente GIS nella loro corretta posizione plano-altimetrica (come ad esempio avvenuto per il nuovo ponte Adriatico inaugurato nel 2016).

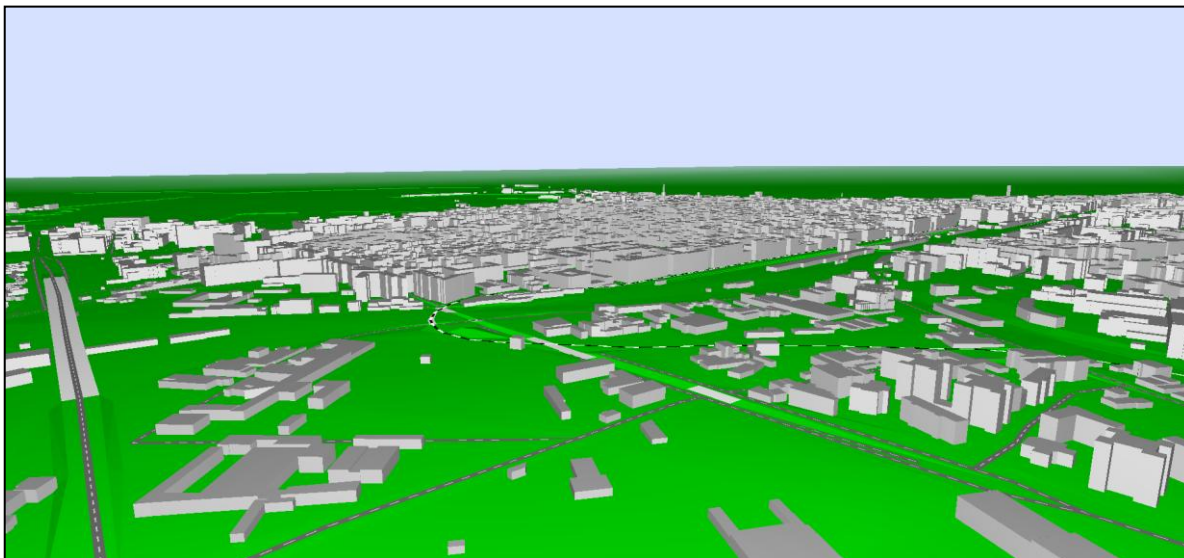


Figura 4.1 – Ricostruzione tridimensionale dell'agglomerato di Bari all'interno del software di simulazione acustica

4.1.2 Classificazione degli assi stradali

Come accennato in precedenza, per la caratterizzazione acustica dell'intera rete stradale di Bari è stato utilizzato un metodo già sperimentato positivamente nelle precedenti mappe strategiche degli agglomerati pugliesi, oltre che in altri contesti italiani, secondo cui tutte le strade sono suddivise in categorie omogenee dal punto di vista acustico, ed a ciascuna di esse è attribuita la potenza acustica ricavata per la categoria di appartenenza.

A partire dalle informazioni disponibili, l'intero stradario era stato suddiviso in quattro categorie di flussi di traffico:

- 1 – elevato;
- 2 – medio;
- 3 – ridotto;
- 4 – trascurabile.

Nell'ambito del presente studio è stata quindi considerata l'opportunità di una riclassificazione a fronte delle eventuali variazioni nelle caratteristiche emissive degli assi stradali degli ultimi cinque anni, la cui entità è stata verificata dapprima tramite un'analisi con gli strumenti cartografici disponibili in rete (Google Maps, Google earth, Openstreet Map) e poi attraverso una campagna di monitoraggio di breve durata (almeno 24 ore) sia presso alcuni dei punti già monitorati nella precedente mappatura sia presso nuovi ricettori, allo scopo di verificare la variazione di rumorosità degli assi stradali ed aggiornare eventualmente i valori di potenza acustica assegnati a ciascuna classe.

4.1.3 Monitoraggio del rumore

Per le misure sono state utilizzate 5 centraline di monitoraggio del tipo rilocabile, ciascuna avente le seguenti principali caratteristiche:

- Fonometro integratore in classe 1, marca SVANTEK, completo di:
 - Preamplificatore microfónico SV 17;
 - Microfono in campo libero da 1/2" (G.R.A.S. 40AE) prepolarizzato;
 - Filtri real time 1/1, 1/3 d'ottava (20 Hz – 20 kHz);
- Valigetta a tenuta ermetica completa di batteria da 33 Ah (autonomia di 10 giorni), mod. SV211C;

- Cavo prolunga da 10 m tra preamplificatore e valigetta a tenuta ermetica;
- Kit di protezione per preamplificatore e microfono per misure in esterno, mod. SA 205;
- Palo telescopico completo di supporto treppiede, marca Manfrotto, mod. Black Alu Super Stand;
- Calibratore in classe 1, mod. SV31 – livello 114 dB, frequenza 1000 Hz.

Le misure sono state eseguite alla presenza di:

- dott. ing. Francesco Cardillo – tecnico competente in acustica ambientale (Attestato di riconoscimento della Provincia di Bologna – Servizio Amministrativo Ambiente, prot. n. 207562 del 14/07/2006);
- dott. ing. Gianluca Domenico Primavera – tecnico competente in acustica ambientale (Determina Dirigenziale n. 435 del 10/07/2009 - Servizio Ambiente - Provincia di Bari);
- dott. ing. Benedetto Figorito – tecnico competente in acustica ambientale (Determina Dirigenziale n. 4880 del 20/09/2016 - Servizio Edilizia Impianti Termici – Città Metropolitana di Bari);
- dott. arch. Rocco Di Modugno.

Tutte le misure effettuate sul territorio comunale hanno avuto durata pari a uno o più giorni, e sono state realizzate collocando lo strumento di misura su balconi, lastrici solari o cortili prospicienti i tratti stradali da monitorare.

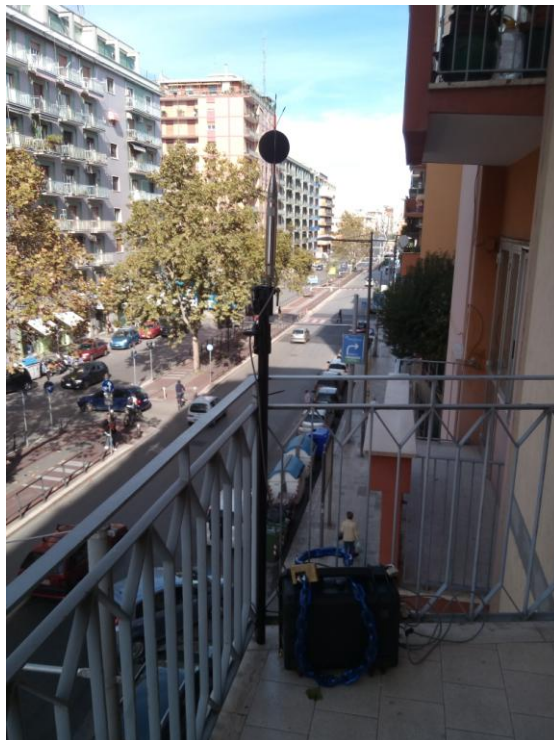


Figura 4.2 – Rilievo a breve termine eseguito in V.le Unità d'Italia

Il livello sonoro misurato è il livello equivalente di pressione sonora ponderato “A”, con un tempo di campionamento pari a 1 secondo, costante di tempo “fast”, finestra di memorizzazione dei dati (logger step) pari a 5 minuti, acquisizione dei principali livelli percentili (L_1 , L_5 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{95} , L_{99}). Inoltre, per ogni strumento è stato impostato un livello di soglia (trigger), superato il quale è stata acquisita la registrazione audio degli eventi sonori, al fine di individuare la presenza di eventi anomali durante la misura (ad es. sirene dei mezzi di soccorso o di antifurti, abbaiare di cani, schiamazzi, rumore introdotto dal passaggio di treni, etc.). All’inizio e alla fine di ciascuna misura è stata eseguita la calibrazione dello strumento, per la verifica del corretto funzionamento della strumentazione secondo quanto raccomandato dal D.M. 16/03/1998 [3] (differenza tra i due fattori di calibrazione inferiore 0,5 dB).

Come già riportato, le misure sono state pianificate in modo da verificare la variazione di rumorosità degli ultimi cinque anni presso i punti già monitorati nella precedente mappatura, conservando così la stessa distribuzione spaziale e la stessa tipologia di classi acustiche. Per le strade di categoria 4 (traffico trascurabile), in analogia alla precedente mappatura, non sono state eseguite misure poiché la loro rumorosità non incide in alcun modo sull’esposizione della popolazione agli intervalli di livello sonoro richiesti dalla END.



Figura 3.3 – Distribuzione dei punti di indagine fonometrica per l’aggiornamento della MAS dell’agglomerato di Bari

Al termine della fase di monitoraggio i dati acquisiti dalle centraline sono stati post-elaborati, al fine della loro validazione. In particolare sono state eliminate le porzioni di misura comprendenti eventi atmosferici non ammessi per le misure fonometriche ex D.M. 16/03/1998 [3] (presenza di pioggia, vento superiore a 5 m/s, etc.), nonché eventi sonori anomali. Quindi sono stati ricavati i livelli relativi ai tre periodi di riferimento L_{day} , L_{eve} , L_{night} , nonché L_{den} . Nel caso di misure aventi durata maggiore di 24 ore i livelli calcolati derivano dalle medie logaritmiche ricavate nei diversi giorni per ciascuna delle tre fasce orarie.

In totale i rilievi a breve termine effettuati sono stati 28, i cui risultati sono riportati nella Tabella 4.1.

Codice misura	Ubicazione	Categoria	L_{day} [dB(A)]	L_{eve} [dB(A)]	L_{night} [dB(A)]	L_{den} [dB(A)]
BA_01_BT	Via Napoli	1	67,4	66,6	63,2	70,6
BA_02_BT	Via Brigata Regina	1	67,6	66,1	62,6	70,2
BA_03_BT	Via Papa Giovanni XXIII	1	68,5	67,4	64,1	71,5
BA_04_BT	Corso Trieste	1	68,1	67,1	63,2	70,8
BA_05_BT	Via Amendola	1	68,5	68,1	64,7	72,0
BA_06_BT	Via Caldarola	1	68,2	67,5	61,8	70,2
BA_07_BT	Viale Japigia	1	68,2	67,5	61,8	70,2
BA_08_BT	Viale Unità d'Italia	1	69,1	68,2	64,4	71,9
BA_09_BT	Via De Gasperi	1	64,8	63,3	59,5	67,2
BA_10_BT	Via Buozzi	1	69,7	67,2	65,0	72,4
BA_11_BT	Lungomare Starita	2	58,8	56,7	50,7	59,8
BA_12_BT	Via Giulio Petroni	2	64,2	62,9	58,3	66,3
BA_13_BT	Via Dante	2	67,1	65,3	60,5	68,8
BA_14_BT	Via Dalmazia	2	61,6	60,7	54,1	63,0
BA_15_BT	Viale Salandra	2	65,6	65,0	59,9	67,9
BA_16_BT	Corso Sonnino	2	64,0	62,6	57,0	65,6
BA_17_BT	Via Re David	2	62,2	60,6	54,9	63,6
BA_18_BT	Via Papa Benedetto XIII	3	63,1	63,6	54,6	64,4
BA_19_BT	Via Garruba	3	62,9	59,8	52,2	62,9
BA_20_BT	Via Pavoncelli	3	59,7	55,8	51,5	60,5
BA_21_BT	Via Rocco Di Cillo	3	59,2	58,4	52,1	60,8
BA_22_BT	Via Martiri della Resis	3	59,9	58,8	52,1	61,2
BA_23_BT	Via Speranza	3	59,9	58,7	51,4	60,9
BA_24_BT	Via Trevisani	3	65,2	65,0	57,5	66,7
BA_25_BT	Via Maria Cristina di S	3	60,1	57,7	51,7	61,0
BA_26_BT	Via Cattaro	3	58,1	58,8	47,5	58,8
BA_27_BT	Via Sabotino	3	61,9	60,2	53,5	62,8
BA_28_BT	Via Modugno	3	56,1	54,2	48,6	57,4

Tabella 4.1 – Risultati della campagna di misure a breve termine

Nella Tabella 4.2 si riporta invece il confronto tra i livelli L_{den} e L_{night} misurati per la redazione della MAS del 2012 e quelli della MAS del 2017 presso i ricettori comuni.

Ubicazione	Cat.	L_{den} [dB(A)]			L_{night} [dB(A)]		
		$L_{den,2012}$	$L_{den,2017}$	ΔL_{den}	$L_{night,2012}$	$L_{night,2017}$	ΔL_{night}
Via Napoli	1	70,9	70,6	0,3	63,7	63,2	0,5
Via Brigata Regina	1	71,7	70,2	1,5	64,3	62,6	1,7
Via Papa Giovanni XXIII	1	73,1	71,5	1,6	65,7	64,1	1,6
Via Amendola	1	71,6	72,0	-0,4	64,1	64,7	-0,6
Via Caldarola	1	71,5	70,2	1,3	63,5	61,8	1,7
Viale Japigia	1	70,6	70,2	0,4	61,6	61,8	-0,2
Viale Unità d'Italia	1	74,2	71,9	2,3	67,1	64,4	2,7
Via De Gasperi	1	68,2	67,2	1,0	60,1	59,5	0,6
Via Buozzi	1	73,9	72,4	1,5	66,8	65,0	1,8
Via Dalmazia	2	63,8	63,0	0,8	55,0	54,1	0,9
Viale Salandra	2	68,2	67,9	0,3	60,0	59,9	0,1
Corso Sonnino *	2	67,5	65,6	1,9	58,9	57,0	1,9
Via Pavoncelli	3	62,0	60,5	1,5	52,0	51,5	0,5
Via Rocco Di Cillo	3	60,8	60,8	0,0	52,6	52,1	0,5
Via Martiri della Resistenza *	3	58,5	61,2	-2,7	49,4	52,1	-2,7
Via Speranza	3	65,1	60,9	4,2	55,9	51,4	4,5
Via Trevisani	3	66,7	66,7	0,0	56,4	57,5	-1,1
Via Maria Cristina di S	3	66,0	61,0	5,0	57,1	51,7	5,4
Via Sabotino	3	64,3	62,8	1,5	55,4	53,5	1,9

Tabella 4.2 – Confronto tra i livelli L_{den} e L_{night} presso i ricettori nella MAS 2012 e nella MAS 2017

In corrispondenza degli assi stradali contrassegnati con il simbolo * la misura è stata ripetuta presso lo stesso immobile ma posizionando la centralina in un punto diverso (es piano diverso). Le differenze più significative si giustificano con le variazioni morfologiche subite da alcune strade (es. costruzione di piste ciclabili con restrizione della sede stradale) o per la loro variazione funzionale (es. modifica dei percorsi di alcune linee urbane AMTAB).

Visto lo scostamento, in alcuni casi piuttosto significativo, nei valori di livello sonoro presso i ricettori tra le due diverse mappature, sono stati riclassificati alcuni assi stradali e riassegnati i valori di potenza sonora alle classi acustiche di riferimento degli assi stradali, nonché ricalcolate le medie per ogni categoria di strade, adottando la metodologia descritta nei successivi paragrafi.

4.1.4 Definizione del metodo di calcolo

Per il calcolo dei livelli di rumore richiesti dalla normativa è stato impiegato il software CadnaA versione 3.72.131, sviluppato dalla DataKustik GmbH che implementa, tra le varie norme, il metodo di calcolo francese NMPB - Routes - 96 (Bruit des infrastructures Routieres Methode de calcul incluant les effets meteorologiques). Il metodo NMPB è lo standard utilizzato nel caso di interesse, in cui le sorgenti di studio sono costituite da infrastrutture stradali. Tale scelta recepisce le indicazioni della Direttiva Europea 2002/49/CE che, nell'allegato II, raccomanda il metodo NMPB - Routes - 96 e la norma tecnica francese XP S31-133 per la modellazione del rumore da traffico stradale.

Tale indicazione risulta peraltro ribadita dalla Raccomandazione 2003/613/CE della Commissione del 6 agosto 2003 concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità [5].

Al fine di aggiornare le mappature relative alle infrastrutture stradali, dopo aver verificato ed eventualmente aggiornato i dati geometrici e/o emissivi di input al modello, come già descritto, è stato costruito il modello di simulazione all'interno del software di previsione acustica attraverso le seguenti fasi:

- a. Importazione delle polilinee 3D per la creazione del DTM;
- b. Importazione aree assorbimento del terreno;
- c. Importazione edificato;
- d. Importazione assi stradali;
- e. Importazione punti di monitoraggio;
- f. Impostazione dei parametri di calcolo;
- g. Calcolo della potenza sonora degli assi stradali;
- h. Calcolo dei descrittori acustici.

4.1.4.1 Importazione delle polilinee 3D per la creazione del DTM

Le polilinee 3D create in ambiente GIS (cfr. paragrafo 4.1.1.2) sono state importate in CadnaA sotto forma di shapefile ed assegnate alla categoria "curve di livello". Successivamente sono stati importati gli shapefile relativi ai ponti (poligoni 3D, preventivamente creati in ambiente GIS) ed assegnati alla categoria "ponti".

Al termine di questa fase CadnaA ha generato un suo modello del terreno di tipo TIN (Triangulated Irregular Network), successivamente verificato mediante le viste "3D-special" del software.

4.1.4.2 Importazione delle aree di assorbimento del terreno

In fase di aggiornamento delle mappature è stato migliorato il livello di dettaglio del modello previsionale, con conseguente maggiore rappresentatività dello stesso, andando a differenziare il territorio in base al grado di assorbimento del terreno, rappresentato dal cosiddetto Ground Factor (G).

Per tenere conto di questo aspetto è stato creato uno specifico shapefile sotto forma di poligoni, a cui è stato assegnato un valore di G pari a 1 per le aree altamente assorbenti (zone verdi e agricole), 0.5 per quelle mediamente assorbenti (aree residenziali) e 0 per quelle scarsamente assorbenti (aree urbane pavimentate e aree industriali), in linea con le indicazioni del tool 13.1 della GPG [6]. L'elemento è stato quindi importato nel modello e integrato di conseguenza nell'algoritmo di calcolo.

4.1.4.3 Importazione edificato

Gli edifici 3D elaborati come descritto in precedenza (cfr. paragrafo 4.1.1.2) sono stati importati in formato shapefile ed assegnati alla categoria "edifici". In questo modo ogni edificio si è posizionato sul DTM, ciascuno con la sua altezza corretta, l'informazione relativa alla destinazione d'uso e, nel caso residenziale, il numero di abitanti ad esso corrispondente. Relativamente alle caratteristiche acustiche, ad ogni edificio è stato assegnato un coefficiente di assorbimento α pari a 0.37 (corrispondente ad una perdita per riflessione di 2 dB), valore di default riferito ad una tipica facciata "complessa" con balconi e sporgenze. Anche in questo caso, al termine dell'importazione, è stato eseguito un controllo tramite le viste "3D-special".

4.1.4.4 Importazione assi stradali

L'intero grafo stradale è stato importato nel modello di simulazione ed associato alla categoria "strade". Automaticamente tutti gli assi si sono collocati nella corretta posizione piano-altimetrica.

In prima battuta agli assi stradali non è stato assegnato alcun valore di potenza emissiva né di flussi di traffico. In questa fase ci si è limitati al controllo tridimensionale dei vari assi mediante le viste "3D-special", ponendo attenzione alle situazioni particolari (ad es. in corrispondenza di ponti, sottopassi, strade in rilevato, etc.).

4.1.4.5 Importazione punti di monitoraggio

Lo shapefile dei punti in cui sono state eseguite le misure a breve termine è stato importato in CadnaA ed assegnato alla categoria “ricettori”. Ad ogni punto sono stati associati i valori rilevati strumentalmente per le tre fasce giorno, sera e notte. In ambiente CadnaA è stata corretta la posizione relativa ricettore-facciata dell’edificio, nonché la quota rispetto all’asse stradale più vicino. Ancora una volta è stata verificata la corretta ubicazione di ogni punto utilizzando le viste “3D-special”.

4.1.4.6 Impostazione dei parametri di calcolo

I parametri di calcolo impostati all’interno del software CadnaA sono di seguito riportati:

Parametro	Valore
Algoritmo di calcolo utilizzato (rumore stradale)	NMPB-Routes-96
Errore massimo tollerato [dB]	0.5
Massimo raggio di ricerca intorno alla sorgente [m]	1000
Minima distanza sorgente-punto di immissione [m]	0
Partizione della sorgente – fattore di reticolo	0.5
Massima lunghezza sezione [m]	500
Minima lunghezza sezione [m]	5
Assorbimento del suolo G	0.5
Massimo ordine di riflessione	1
Riflessioni – raggio di ricerca attorno a sorgente [m]	10
Riflessioni – massima distanza sorgente-immissione [m]	100
Riflessioni – minima distanza immissione-sup. riflettente [m]	0

In merito alla configurazione dei parametri meteo sono stati utilizzati quelli predefiniti suggeriti dalla GPG [6] ovvero:

Periodo	Probabilità media annua di condizioni
Giorno	50% di condizioni favorevoli alla propagazione
Sera	75% di condizioni favorevoli alla propagazione
Notte	100% di condizioni favorevoli alla propagazione

Per ogni punto ricettore sono stati calcolati i descrittori L_{day} , L_{night} , $L_{evening}$ ed L_{den} . Per l’effettuazione del calcolo, la giornata è stata suddivisa nei seguenti periodi di riferimento:

- periodo di riferimento diurno: 14 ore, dalle ore 6.00 alle ore 20.00;
- periodo di riferimento serale: 2 ore, dalle ore 20.00 alle ore 22.00;
- periodo di riferimento notturno: 8 ore, dalle ore 22.00 alle ore 6.00.

I parametri di calcolo del software di simulazione sono stati utilizzati sia nella fase di valutazione della potenza sonora di singoli assi stradali, sia nel calcolo delle mappe acustiche su una griglia di punti. Nel calcolo dei livelli sonori in facciata degli edifici l'unico parametro variato è stato "Riflessioni - massima distanza immissione-sup. riflettente", in cui è stato inserito un valore pari ad 1 metro. In ottemperanza a quanto previsto dalla normativa, ciò consente di valutare la rumorosità sui punti ricettori in facciata ignorando il contributo derivante dalla riflessione sulla facciata stessa, ma considerando la riflessione su altri edifici o schermi presenti nelle vicinanze.

4.1.4.7 Calcolo della potenza sonora degli assi stradali

Il modello di calcolo è stato utilizzato per ricavare la potenza sonora media per ognuna delle quattro classi assegnate agli assi stradali dell'intero agglomerato.

Per le prime tre categorie di strade, ovvero quelle caratterizzate da traffico elevato, medio e ridotto, le potenze sono state assegnate a partire dai rilievi fonometrici di breve termine, secondo la procedura di seguito descritta.

Innanzitutto, all'interno del modello di simulazione, è stato lanciato il calcolo presso i punti ricettori corrispondenti alle misure di breve durata, avendo preventivamente assegnato una potenza sonora ipotetica agli assi stradali su essi incidenti in termini di rumorosità. Per ciascuna delle fasce orarie di riferimento (giorno, sera, notte), con metodo iterativo, sono stati modificati i valori di potenza sonora delle strade, fino a raggiungere la perfetta coincidenza tra valori misurati strumentalmente e valori calcolati nel modello. Al termine di questo processo è stata ricavata la potenza sonora dei singoli assi stradali (Tabella 4.3) e quindi la media per ciascuna classe di appartenenza.

Nome Strada	Categoria	Potenza acustica [dB]		
		LW _{day}	LW _{evening}	LW _{night}
Via Napoli	1	82,7	81,5	78,5
Via Brigata Regina	1	80,0	78,5	75,0
Via Papa Giovanni XXIII	1	82,3	81,1	77,8
Corso Trieste	1	83,0	82,0	78,1
Via Amendola	1	79,5	79,5	75,5
Via Caldarola	1	83,7	83	77,2
Viale Japigia	1	83,0	82,3	76,5
Viale Unità d'Italia	1	82,8	81,9	77,9
Via De Gasperi	1	77,0	75,5	71,7
Via Buozzi	1	83,2	80,7	78,5
Lungomare Starita	2	74,3	72,2	66,3
Via Giulio Petroni	2	77,8	76,5	72,0
Via Dante	2	77,9	76,1	71,3

Nome Strada	Categoria	Potenza acustica [dB]		
		LW _{day}	LW _{evening}	LW _{night}
Via Dalmazia	2	74,5	73,6	66,9
Viale Salandra	2	78,4	77,7	72,5
Corso Sonnino	2	75,1	73,6	68,0
Via Re David	2	73,7	72,1	66,4
Via Papa Benedetto XIII	3	75,2	75,8	66,7
Via Garruba	3	72,6	69,4	61,9
Via Pavoncelli	3	72,7	68,8	64,2
Via Rocco Di Cillo	3	73,0	72,2	65,9
Via Martiri della Resistenza	3	70,3	69,0	62,2
Via Speranza	3	72,9	71,6	64,1
Via Trevisani	3	75,7	75,5	67,5
Via Maria Cristina di Savoia	3	68,2	65,3	60,0
Via Cattaro	3	69,3	70,0	57,8
Via Sabotino	3	71,2	69,5	62,6
Via Modugno	3	68,4	66,8	60,5

Tabella 4.3 – Potenze acustiche ricavate nel modello di simulazione

Per ricavare un dato più realistico si è ipotizzato che il livello di rumore misurato durante la campagna di monitoraggio presso alcuni ricettori non derivasse unicamente dall'asse stradale su cui il ricettore stesso affacciava ma altresì dal contributo, seppure inferiore, delle strade circostanti. Questa condizione risulta particolarmente veritiera allorché il punto di immissione cade in corrispondenza di incroci o comunque di aree con strade concomitanti, in misura tanto maggiore quanto minore è la differenza di classe tra le strade suddette. Se non si fosse tenuto conto di ciò, si sarebbe rischiesta una sovrastima nell'attribuzione del dato di potenza sonora della strada e di conseguenza delle potenze medie assegnate alle tre classi summenzionate.

All'interno del modello di simulazione, ai tratti stradali nell'intorno dei punti di misura è stata quindi assegnata la potenza di rumore media ricavata per la corrispondente classe di appartenenza, lasciando invariati i parametri di potenza per l'asse stradale maggiormente influente sul ricettore (ovvero quelli riportati in Tabella 4.3).

A questo punto è stato lanciato un nuovo calcolo presso i punti ricettori. Nella maggior parte dei casi si è notato un aumento dei livelli di pressione sonora, causato dall'influenza dei nuovi assi stradali considerati. Quindi, analogamente a quanto avvenuto nella fase precedente, il livello di potenza acustica degli assi stradali di Tabella 4.3 è stato regolato in modo iterativo, sino a quando la differenza massima tra livello di pressione sonora calcolato e misurato è risultata inferiore a 0,5 dB.

La Tabella 4.4 riporta il confronto tra livelli di pressione sonora calcolati e misurati in corrispondenza dei ricettori.

Ubicazione	Livello CALCOLATO (Lc)				Livello MISURATO (Lm)				Differenza Lc-Lm			
	L _{day}	L _{eve}	L _{night}	L _{den}	L _{day}	L _{eve}	L _{night}	L _{den}	L _{day}	L _{eve}	L _{night}	L _{den}
	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]
Lungomare Starita	58,8	56,8	50,9	59,9	58,8	56,7	50,7	59,8	0	0,1	0,2	0,1
Via Papa Benedetto	63	63,5	54,6	64,3	63,1	63,6	54,6	64,4	-0,1	-0,1	0	-0,1
Via Garruba	62,9	60,1	52,6	63,1	62,9	59,8	52,2	62,9	0	0,3	0,4	0,2
Via Pavoncelli	59,6	56	51,4	60,4	59,7	55,8	51,5	60,4	-0,1	0,2	-0,1	0
Via Rocco Di Cillo	59,2	58,4	52,1	60,8	59,2	58,4	52,1	60,8	0	0	0	0
Via Martiri della	59,8	58,5	51,7	60,9	59,9	58,8	52,1	61,2	-0,1	-0,3	-0,4	-0,3
Via Napoli	67,6	66,4	63,3	70,6	67,4	66,6	63,2	70,6	0,2	-0,2	0,1	0
Via Speranza	59,9	58,7	51,3	60,9	59,9	58,7	51,4	60,9	0	0	-0,1	0
Via Trevisani	65,4	65,1	57,4	66,7	65,2	65	57,5	66,6	0,2	0,1	-0,1	0,1
Via Petroni	64,2	62,9	58,4	66,4	64,2	62,9	58,3	66,4	0	0	0,1	0
Via Brigata Regina	67,8	66,3	62,7	70,3	67,6	66,1	62,6	70,2	0,2	0,2	0,1	0,1
Via Dante	67,1	65,3	60,5	68,9	67,1	65,3	60,5	68,8	0	0	0	0,1
Via Dalmazia	61,7	60,7	54,1	63,1	61,6	60,7	54,1	63	0,1	0	0	0,1
Via Papa Giovanni	68,9	67,7	64,3	71,8	68,5	67,4	64,1	71,5	0,4	0,3	0,2	0,3
Via Maria Cristina di	59,9	57,2	51,7	60,8	60,1	57,7	51,7	60,9	-0,2	-0,5	0	-0,1
Viale Salandra	65,5	64,8	59,6	67,7	65,6	65	59,9	68	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3
Corso Sonnino	64,2	62,7	57,1	65,7	64	62,6	57	65,6	0,2	0,1	0,1	0,1
Via Caldarola	68,5	67,8	62	70,4	68,2	67,5	61,8	70,2	0,3	0,3	0,2	0,2
Viale Japigia	68,4	67,7	62	70,4	68,2	67,5	61,8	70,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Via Cattaro	58,2	58,7	47,8	58,9	58,1	58,8	47,5	58,9	0,1	-0,1	0,3	0
Via Re David	62,4	60,8	55	63,7	62,2	60,6	54,9	63,6	0,2	0,2	0,1	0,1
Via Sabotino	61,7	60	53,4	62,7	61,9	60,2	53,5	62,8	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1
Viale Unità d'Italia	69,2	68,3	64,3	72	69,1	68,2	64,4	71,9	0,1	0,1	-0,1	0,1
Via De Gasperi	64,9	63,4	59,6	67,3	64,8	63,3	59,5	67,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Via Modugno	56,2	54,7	49	57,7	56,1	54,2	48,6	57,4	0,1	0,5	0,4	0,3
Via Buozzi	69,8	67,3	65,1	72,5	69,7	67,2	65	72,4	0,1	0,1	0,1	0,1
Via Amendola	68,2	68,2	64,2	71,6	68,5	68,1	64,7	72	-0,3	0,1	-0,5	-0,4
Corso Trieste	68,4	67,4	63,4	71,1	68,1	67,1	63,2	70,8	0,3	0,3	0,2	0,3

Tabella 4.4 – Confronto tra livelli di pressione sonora calcolati e misurati

Al termine di questa fase è stata ricavata la potenza definitiva di ciascun asse stradale e quindi ricalcolati i valori medi per categoria, riportati in Tabella 4.5.

Categoria strada	Potenza acustica media [dB]		
	L _{w day}	L _{w evening}	L _{w night}
1 – traffico elevato	82,5	81,3	77,1
2 – traffico medio	76	74,8	69,2
3 – traffico ridotto	71,4	69,8	62,6

Tabella 4.5 – Potenze sonore medie per categoria di strada

Nella tabella seguente viene mostrato il confronto tra i valori assegnati alle tre classi di potenza della MAS 2012 e quella attuale del 2017, da cui emerge una quasi totale

corrispondenza, ad eccezione di uno scostamento dell'ordine di 2-2,5 dB(A) per gli assi di classe 2 e di circa 1,5 dB(A) per quelli di classe 3.

Categoria strada	Potenza acustica media [dB]					
	LW _{day,2012}	LW _{day,2017}	LW _{eve,2012}	LW _{eve,2017}	LW _{night,2012}	LW _{night,2017}
1 – traffico elevato	82,4	82,5	81,5	81,3	77,1	77,1
2 – traffico medio	78,7	76	77,5	74,8	71,5	69,2
3 – traffico ridotto	72,7	71,4	71,4	69,8	64,9	62,6

Tabella 4.6 – Confronto tra le potenze sonore medie della MAS 2012 e della MAS 2017

Come detto in precedenza, per le infrastrutture stradali di categoria 4 è stata fatta una valutazione di tipo qualitativo, a partire dalla considerazione che in questi tratti il traffico stradale non contribuisce in maniera significativa ai livelli di esposizione sonora della popolazione. In altre parole, all'interno del modello di simulazione, agli assi di categoria 4 è stata assegnata una potenza sonora tale da non superare in nessun caso, in facciata degli edifici più esposti, i valori di 50 dB(A) per L_{night} e 55 dB(A) per L_{den}.

La potenza acustica media ricavata per la categoria 4 è riportata in Tabella 4.7.

Categoria strada	Potenza acustica media [dB]		
	LW _{day}	LW _{evening}	LW _{night}
4 – traffico trascurabile	58,0	56,5	52,0

Tabella 4.7 – Potenza sonora assegnata alle strade con traffico trascurabile

I nuovi livelli di potenza sonora così ottenuti sono stati attribuiti in ambiente GIS a tutti gli assi stradali del grafo a seconda della classe di appartenenza e successivamente importati nel software di simulazione.

4.1.4.8 Calcolo dei descrittori acustici

Una volta aggiornato il modello di simulazione, sono stati lanciati due calcoli:

- **Calcolo in facciata**, ovvero la determinazione dei livelli sonori a 4 metri di altezza sulla facciata più esposta di ciascun edificio abitativo, al fine di individuare per i descrittori acustici L_{den} e L_{night} il numero assoluto di residenti esposti a determinati intervalli dei livelli acustici;
- **Mappa acustica**, ovvero il calcolo dei descrittori acustici L_{den} e L_{night} su una griglia di punti con passo di 5 per 5 metri, altezza relativa pari a 4 metri. Le mappe acustiche consentono di valutare in modo immediato la rumorosità in determinate aree del territorio, nonché gli edifici maggiormente esposti. Una volta calcolata, la mappa può essere rappresentata sotto forma sia di superfici che di curve isolivello con passo di 5 dB, così come imposto dalla normativa.

Per la rappresentazione cartografica sono state utilizzate le indicazioni cromatiche suggerite dalla norma UNI 9884:1997 [9].

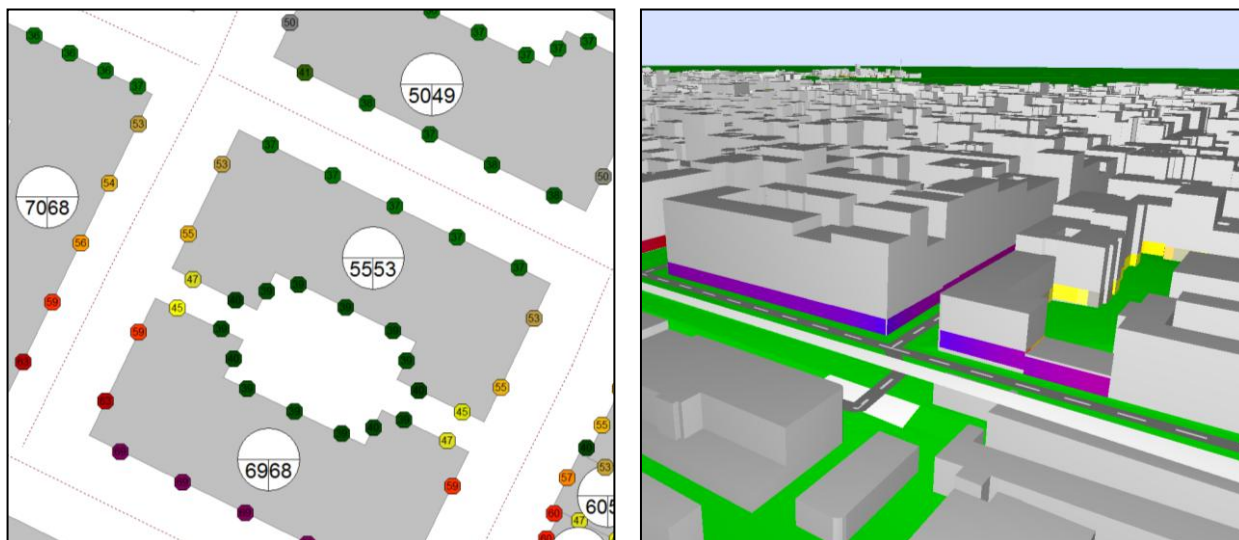


Figura 4.4 – Visualizzazione dei ricettori in facciata edificio e ricostruzione 3D

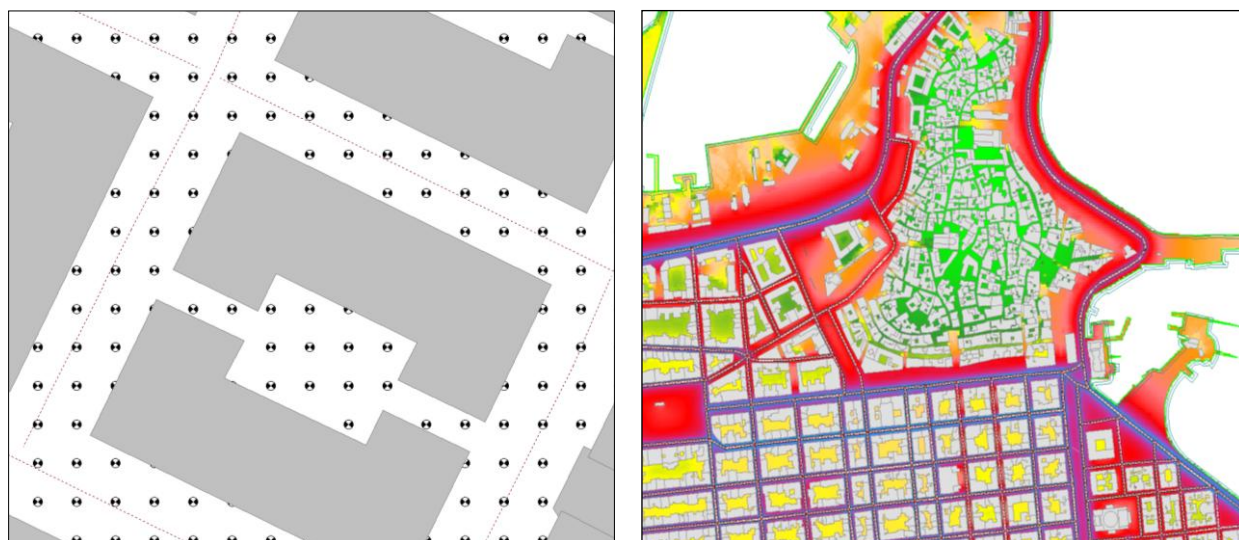


Figura 4.5 – Visualizzazione griglia ricettori e risultati del calcolo

4.1.5 Stima della popolazione esposta

Dopo la messa a punto del modello aggiornato, è stato effettuato un nuovo calcolo relativo alla stima della popolazione esposta alle infrastrutture stradali, che è stata effettuata utilizzando le funzionalità implementate all'interno del software di simulazione. Così come imposto dalla normativa, nonché suggerito dalla GPG [6], per ogni edificio residenziale sono stati generati in automatico una serie di punti ricettori distribuiti lungo le

facciate, aventi altezza di 4 metri relativi al suolo e distanziati tra loro di 3 metri. La distanza tra ricettori e superficie dell'edificio è stata impostata a 0,1 metri, mentre per l'esecuzione del calcolo la minima distanza tra ricettore e superficie riflettente è stata impostata ad 1 metro. Come accennato in precedenza, ciò consente di valutare la rumorosità su ciascun punto ricettore, escludendo la riflessione sulla facciata dell'edificio stesso ma considerando quella sugli altri edifici e/o ostacoli presenti.

Una volta lanciato il calcolo, all'interno del software CadnaA è stato richiamato il comando "Object-scan", scegliendo l'opzione "2002/49/CE Residenti per intervalli di rumore". In modo automatico il software ricava per ciascun edificio il livello massimo calcolato in facciata ed attribuisce tale livello al numero di abitanti ad esso associati. L'output finale, in linea con quanto richiesto dalle linee guida del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) relative alla "Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore", è costituito da una tabella in cui è riportato il numero totale di abitanti esposti a determinati intervalli di rumorosità, sia per l'indicatore L_{den} che per L_{night} . Attraverso lo stesso algoritmo è stato calcolato il numero di edifici esposti al rumore, suddivisi in residenziali, scolastici e ospedali nonché la superficie dell'agglomerato esposta in km^2 .

Si specifica che i plessi scolastici e le aree ospedaliere costituiti da più edifici sono comunque conteggiati come singole unità, la cui esposizione al rumore è riferita agli edifici dove sono ubicate le aule nel caso delle scuole e le sale di degenza nel caso degli ospedali. Nella Tabella 4.8 è riportato il risultato di tali elaborazioni.

		Pop. Esposta	Ed. Res.	Scuole	Ospedali	Superficie esposta [km ²]
Intervalli Lden	55-59	69.912	4.151	38	6	18,69
	60-64	97.688	5.803	46	2	13,02
	65-69	63.051	2.911	14	1	5,6
	70-74	17.256	735	5	0	2,23
	>75	182	21	0	0	0,93
Intervalli Lnight	50-54	101.553	6.159	47	2	16,43
	55-59	62.406	3.168	22	2	7,38
	60-64	26.850	1.079	7	0	3,27
	65-69	4.791	256	0	0	1,42
	> 70	0	0	0	0	0,31

Tabella 4.8: Popolazione, edifici e superficie esposti ai livelli di L_{den} e L_{night} –

Infrastrutture stradali non principali

4.2 Mappatura dei siti di attività industriale e porto

Nei paragrafi seguenti è riportata la metodologia per la valutazione della popolazione esposta alla rumorosità prodotta dai siti industriali e dal porto nell'ambito dell'aggiornamento quinquennale richiesto dal D.Lgs 194/05.

4.2.1 Individuazione dei siti industriali

Gli insediamenti industriali da sottoporre a mappatura acustica, secondo la definizione riportata nell'art. 2 comma 1 lettera v), corrispondono alle aree classificate V o VI ai sensi delle norme vigenti in cui sono presenti attività industriali quali quelle definite nell'allegato 1 al decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59. Poiché il Comune di Bari non ha provveduto alla classificazione acustica del territorio comunale, sono stati individuati gli insediamenti assoggettati ad A.I.A. ricadenti all'interno dei confini amministrativi del comune di Bari.

Nella tabella seguente è riportato l'elenco degli insediamenti con obbligo di mappatura, aggiornato al 31/05/16 in base alla documentazione in possesso di Arpa Puglia.

Nome	Sede operativa	Codice IPPC
O-I Manufacturing Italy S.p.a	Strada Provinciale Bari - Modugno 2	3.3
BARI FONDERIE MERIDIONALI spa	Via Tommaso Columbo,n.7	2.2
CHIMICA DR. FR. D'AGOSTINO spa	Via Murari,n.3	4.2
BIRRA PERONI S.p.A.	Via Bitritto, n.108	6.4 b2
AMIU BARI S.P.A.	Viale G. Lindemann	n.d.
METALGALVANICA Soc. Coop. a.r.l.	Viale G. Lindemann, 8/A	2.6
BB Bari s.r.l.	Viale Lovri, n.1	5.1

Tabella 4.9: Insediamenti industriali assoggettati ad A.I.A. nell'agglomerato di Bari

In occasione della precedente MAS tutti gli insediamenti erano stati perimetrati in ambiente GIS e importati nel software CadnaA per la successiva taratura, basata sulle misure fonometriche svolte dagli stessi gestori nell'ambito delle procedure A.I.A. In particolare, a partire dall'analisi dei relativi layout erano state individuate le principali sorgenti di rumore presenti, ricostruite poi nel modello di simulazione acustica come sorgenti areali e/o come sorgenti puntuali. Successivamente le stesse sorgenti erano state tarate modulandone la potenza sonora sulla base dei livelli di rumore misurati strumentalmente presso i ricettori individuati dall'ente gestore, importati come "ricettori" all'interno del modello previsionale e posizionati sia all'interno che all'esterno dello

stabilimento. Per alcuni insediamenti, ovvero quelli lontani da residenze ed inseriti in aree esclusivamente industriali, erano state importate in CadnaA le relative perimetrazioni come sorgenti di rumore areali. Secondo quanto suggerito dalla GPG [6], a ciascuna area era stato assegnato un livello di potenza acustica pari a 65 dB(A)/m² per le tre fasce orarie day, evening e night, essendo tutti gli impianti a ciclo produttivo continuo.

Per la revisione quinquennale delle mappature è stata quindi verificata la consistenza della precedente taratura rispetto ai nuovi livelli di rumore riportati nella documentazione aggiornata dei gestori a disposizione dell'Agenzia. Nei casi in cui la taratura della precedente MAS si è dimostrata non più rappresentativa della rumorosità degli impianti simulati, sono state modificate le potenze sonore delle sorgenti fino ad ottenere la migliore corrispondenza tra valori misurati e valori calcolati tramite modello.

4.2.2 Il porto di Bari

Il porto di Bari è uno scalo polivalente in grado di rispondere alle esigenze sia del traffico merci che passeggeri. All'interno dell'area portuale sono presenti banchine attrezzate per ogni tipo di traffico commerciale (merci rinfuse, in container, in colli, etc.), per l'attracco di navi traghetto ro-ro, nonché di navi da crociera.

Per la caratterizzazione dell'infrastruttura portuale dal punto di vista acustico è stato effettuato un sopralluogo preliminare finalizzato all'individuazione delle sorgenti maggiormente impattanti da sottoporre ad approfondimento; successivamente è stata effettuata una campagna di monitoraggio con misure spot o di breve periodo a seconda della sorgente da indagare.

A seguito di sopralluogo è emerso che le principali sorgenti di rumore sono:

- La strada di collegamento tra l'Ingresso/Varco della Vittoria e le banchine di ormeggio delle navi;
- Le navi traghetto/da crociera ormeggiate in corrispondenza dei rispettivi moli di attracco.

Come già documentato nella precedente Mappa Acustica Strategica, considerando che gli attracchi per le varie tipologie di navi non sono variati rispetto al passato, il rumore prodotto dalle navi ormeggiate in porto è stato ritenuto ancora una volta trascurabile. Pertanto si è deciso di considerare unicamente la sorgente stradale presente all'interno dell'area portuale.

La caratterizzazione della sorgente stradale interna al porto è stata effettuata utilizzando la stessa tecnica già utilizzata nella redazione della precedente MAS, ovvero

posizionando una centralina sul lastrico solare dell'edificio denominato *Blocco Servizi "Banchina Massi"* e acquisendo i livelli di rumorosità per 24 ore. La strumentazione utilizzata e le relative impostazioni coincidono con quelle descritte nel paragrafo 4.1.4.6. I dati rilevati strumentalmente per le tre fasce orarie sono di seguito riportati.

Ubicazione	L _{day} [dB(A)]	L _{eve} [dB(A)]	L _{night} [dB(A)]	L _{den} [dB(A)]
Area Portuale di Bari – Edificio <i>Blocco Servizi "Banchina Massi"</i>	67,2	59,8	50,0	65,6

L'asse stradale indagato ed il punto ricettore in cui è stata eseguita la misura sono stati importati in ambiente CadnaA, dove è stata ricavata la potenza acustica della strada, di seguito riportata per le tre fasce orarie di riferimento.

Strada	Potenza acustica [dB]		
	LW _{day}	LW _{evening}	LW _{night}
Strada di collegamento tra Varco della Vittoria e Stazione Marittima	82.6	75.2	65.4

Il traffico della strada indagata si suddivide tra i mezzi che si fermano in corrispondenza del molo S. Vito, quelli che raggiungono la Darsena di Ponente e quelli che transitano verso la Banchina di Levante. Per tenere conto di ciò, in ambiente CadnaA l'asse stradale è stato spezzato in corrispondenza dei bivi e ad ogni tratto è stata assegnata una potenza sonora pari rispettivamente a 2/3 ed 1/3 della potenza complessiva su riportata.

4.2.3 Stima popolazione esposta a sorgenti industriali e porto

La valutazione della popolazione esposta al rumore prodotto dagli insediamenti industriali e dal porto è stata effettuata utilizzando il software di simulazione CadnaA già descritto al paragrafo 4.1.4.

Il calcolo è stato effettuato in facciata degli edifici residenziali esposti, secondo le stesse modalità descritte nel paragrafo 4.1.5. Dopo la messa a punto del modello aggiornato relativo agli insediamenti industriali il software ha restituito i risultati riportati nella Tabella 4.10 dalla quale è possibile anche osservare il numero di edifici e la superficie dell'agglomerato esposti.

		Pop. Esposta	Ed. Res.	Scuole	Ospedali	Superficie Esposta [km ²]
Intervalli Lden	55-59	243	18	2	0	0,83
	60-64	140	4	0	0	0,45
	65-69	0	0	0	0	0,22
	70-74	0	0	0	0	0,06
	>75	0	0	0	0	0,01
Intervalli Lnight	50-54	7	4	0	0	0,61
	55-59	0	0	0	0	0,25
	60-64	0	0	0	0	0,12
	65-69	0	0	0	0	0,02
	> 70	0	0	0	0	0

Tabella 4.10: Popolazione, edifici e superficie esposti ai livelli di L_{den} e L_{night} –
Insediamenti industriali e porto

4.3 Mappatura aeroporto

L'aeroporto di Bari "Karol Wojtyła" non rientra tra gli aeroporti principali così come definiti dal D. Lgs. 194/05. Pertanto la valutazione della rumorosità introdotta all'interno dell'agglomerato di Bari è in carico all'autorità competente individuata dalla Regione.

La precedente mappatura acustica dell'aeroporto è stata ricavata a partire dalla mappatura del descrittore LVA nell'intorno aeroportuale, elaborata nell'ambito del "Master Plan Aeroporto di Bari 2022", tenendo conto dei livelli di rumorosità registrati dalle centraline fonometriche permanenti ubicate nell'intorno dell'aeroporto.

Il lavoro si è articolato secondo le fasi di seguito riportate:

- Conversione della mappa relativa al descrittore LVA nelle mappe relative ad L_{den} e L_{night} ;
- Calcolo della popolazione esposta ai livelli L_{den} e L_{night} .

In riferimento al primo punto, la conversione si è basata sul calcolo dello scostamento medio annuale tra il descrittore LVA e i descrittori L_{den} e L_{night} presso le due centraline fonometriche adottate nell'ambito dello studio di AdP per la taratura del relativo modello previsionale. Lo scarto ottenuto è stato quindi applicato ad ogni punto della griglia LVA per ottenere il corrispettivo valore L_{den} e L_{night} e ricavare le relative mappature. Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione descrittiva della MAS dell'agglomerato di Bari con riferimento giugno 2012, disponibile sul sito istituzionale di Arpa Puglia.

Per verificare la necessità di una revisione della mappatura relativa all' Aeroporto di Bari sono stati valutati i dati relativi al traffico aereo che ha interessato lo scalo barese nel

periodo 2012-2016, sia come numero di movimenti annuali che come movimentazione merci effettuata attraverso collegamenti Cargo, i cui valori sono stati ricavati dalla pubblicazione relativa ai dati di traffico 2016 elaborata dall'ENAC [17] e riportati nella figura seguente.

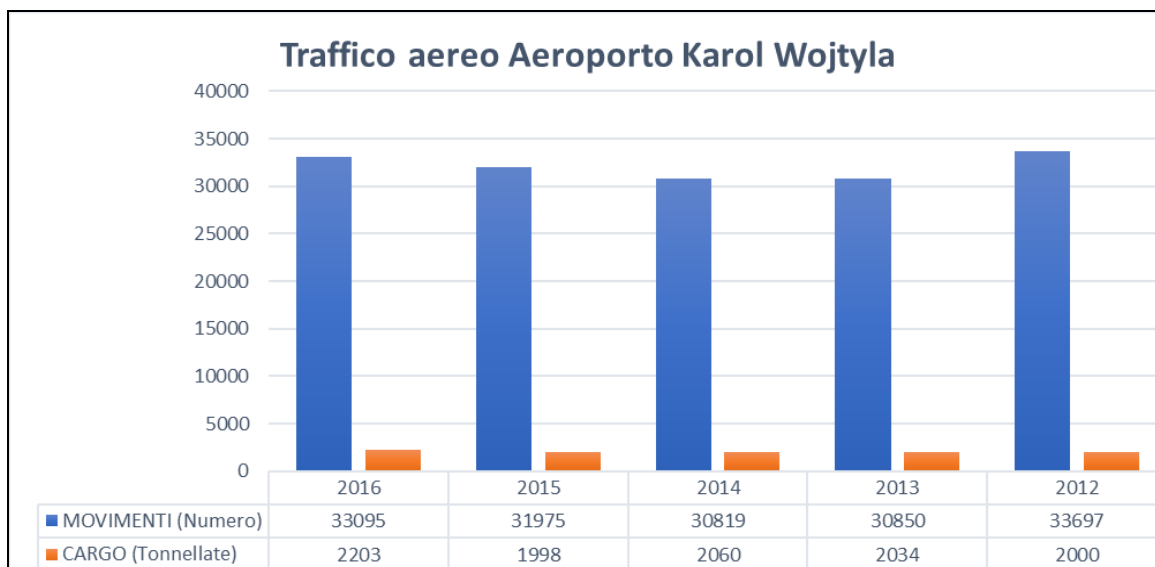


Figura 4.6 – Dati di traffico per l'Aeroporto Karol Wojtyla nel periodo 2012-2016

I dati riportati evidenziano come i volumi di traffico e di movimentazione merci tramite voli cargo rimangono sostanzialmente invariati tra il 2012 e il 2016, anno di riferimento per l'aggiornamento quinquennale della mappa acustica strategica. Pertanto si è deciso di utilizzare la stessa mappa di rumorosità già ricavata con il metodo su descritto e di ricalcolare il numero di persone esposte per ogni fascia di rumorosità richiesta dal D.Lgs. 194/05, tenendo conto delle variazioni subite dall'edificato e dalla popolazione residente nel periodo 2011-2016.

4.3.1 Stima della popolazione esposta al rumore aeroportuale

Il calcolo della popolazione esposta è stato eseguito in ambiente GIS, utilizzando le mappe acustiche per L_{den} e L_{night} e la copertura dell'edificato cittadino con le informazioni del numero di abitanti, già predisposta per il calcolo degli esposti al rumore stradale (cfr. paragrafo 4.1.1.2). In particolare ad ogni edificio è stato attribuito il livello L_{den} e quello L_{night} letto dalle rispettive mappe acustiche in corrispondenza del centroide dell'edificio stesso. I livelli così ottenuti sono stati associati agli abitanti e quindi è stata ricavata la tabella degli esposti sommando, per ciascun intervallo di L_{den} e L_{night} , i residenti corrispondenti.

La Tabella 4.11 riporta il risultato del calcolo che comprende anche il dato sul numero di edifici e la superficie dell'agglomerato esposti al rumore aeroportuale.

		Pop. Esposta	Ed. Res.	Scuole	Ospedali	Superficie Esposta [km ²]
Intervalli Lden	55-59	4.420	661	2	0	3,58
	60-64	1.075	244	0	0	2,54
	65-69	68	20	0	0	1,26
	70-74	0	0	0	0	0,72
	>75	0	0	0	0	0,78
Intervalli Lnight	50-54	1.170	261	0	0	2,61
	55-59	91	30	0	0	1,32
	60-64	0	0	0	0	0,73
	65-69	0	0	0	0	0,53
	> 70	0	0	0	0	0,29

Tabella 4.11: Popolazione, edifici e superficie esposti ai livelli di L_{den} e L_{night} –
Sorgente aeroportuale

4.4 Mappatura delle infrastrutture ferroviarie locali

Il D.Lgs. 194/05 prevede che gli enti gestori di infrastrutture ferroviarie elaborino e trasmettano all'autorità competente le mappature acustiche con riferimento agli assi ferroviari su cui transitano più di 30.000 convogli/anno (assi ferroviari principali). Nell'agglomerato di Bari la rete ferroviaria si estende per circa 84 km, così ripartiti:

- ~ 45 km in gestione a Rete Ferroviaria Italiana (RFI)
- ~ 21 km in gestione a Ferrotramviaria S.p.a.
- ~ 11 km in gestione a Ferrovie del Sud-Est
- ~ 7 km in gestione a Ferrovie Appulo Lucane

Di queste solo RFI e Ferrotramviaria gestiscono assi ferroviari principali, le cui mappature sono descritte in dettaglio rispettivamente ai paragrafi 4.5.3 e 4.5.4.

In particolare Ferrotramviaria ha individuato come assi principali la tratta ferroviaria che va dal km 0 + 000 (stazione di Bari Centrale) fino al km 6+050 (stazione di Bari Fesca-San Girolamo).

La mappatura dei restanti assi non principali è in carico ad Arpa Puglia, in qualità di autorità competente designata per gli agglomerati, che ha già adempiuto alla consegna degli elaborati per il primo ciclo di scadenze e che deve pertanto produrre il relativo aggiornamento quinquennale. Nella Figura 4.7 sono riportati gli assi ferroviari sopra descritti.

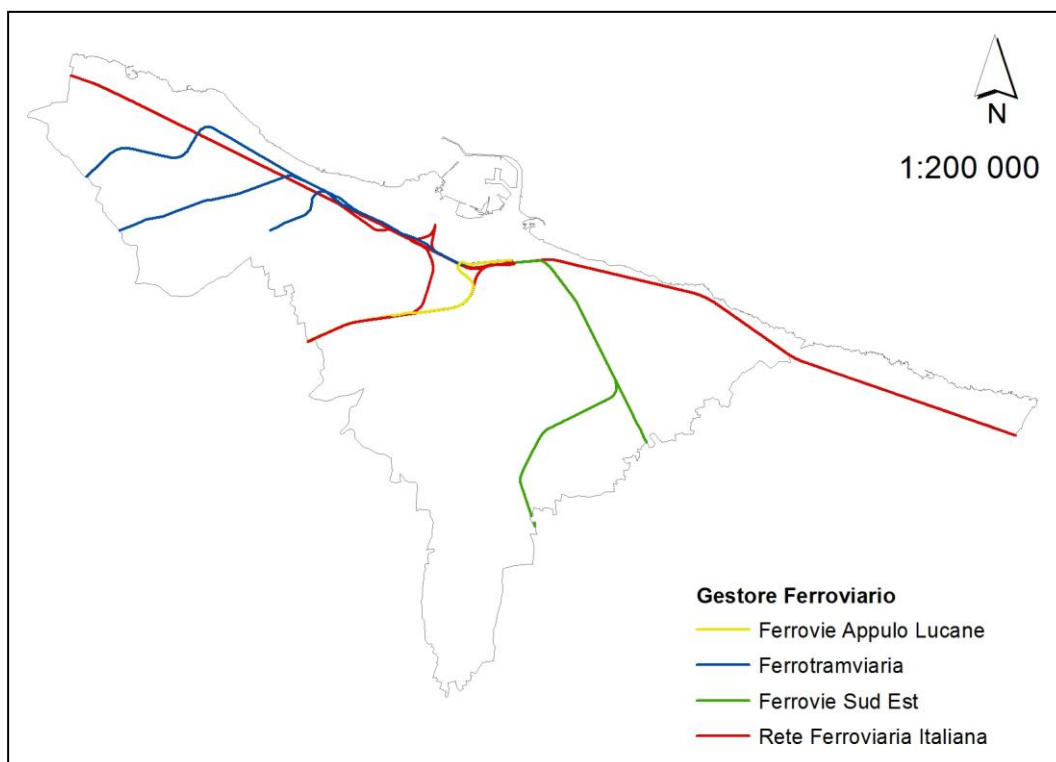


Figura 4.7 – Assi ferroviari all’interno dell’agglomerato di Bari

La variazione di maggior rilievo nella rete infrastrutturale ferroviaria rispetto al precedente ciclo di mappatura riguarda la nuova linea messa in esercizio da Ferrotramviaria che dalla stazione di Fesca-San Girolamo collega l’Aeroporto “Karol Wojtyła” e prosegue per Bitonto dove si ricongiunge alla ferrovia preesistente.

Per l’aggiornamento delle mappature delle infrastrutture ferroviarie non principali sono stati considerati lo stesso modello previsionale e la stessa metodologia adottati nella precedente fase, andando a modificare alcuni dati di input sulla base delle informazioni trasmesse dai gestori delle infrastrutture.

Nei paragrafi successivi saranno pertanto richiamate le fasi di lavoro della precedente mappatura con cui è stato costruito il modello previsionale, per poi descrivere dove lo stesso è stato revisionato e quindi mostrare i risultati dell’aggiornamento.

4.4.1 Caratterizzazione acustica delle infrastrutture ferroviarie non principali

Il software di modellizzazione acustica CadnaA implementa un modulo dedicato alla mappatura delle infrastrutture ferroviarie, secondo lo standard di calcolo SRM II, così come richiesto dal D.Lgs 194/05.

Analogamente agli assi stradali, ad ogni singola tratta ferroviaria viene associato un valore di potenza acustica, a seguito dell'inserimento di specifici dati di input che, nel caso in esame, sono i seguenti:

- numero di transiti dei convogli nei tre periodi di riferimento (Day, Evening e Night) lungo la tratta ferroviaria;
- tipologia del sistema frenante (freni a ceppi, freni a disco, etc.) del convoglio;
- percentuale di carrozze dotate di sistema frenante rispetto al totale;
- massima velocità raggiunta lungo la tratta;
- caratteristiche costruttive dei binari (cemento su ballast, legno su ballast, blocchi, etc.);
- tipo di rotaia (saldata, con scambi, etc.).

Per la calibrazione dei suddetti parametri è stata condotta una campagna di rilievi fonometrici in modo da verificare la corrispondenza tra la simulazione del rumore ferroviario tramite software e il suo valore reale misurato attraverso le indagini strumentali.

Nello specifico l'idea di base è stata quella di confrontare il livello di immissione generato da una specifica tratta ferroviaria, misurato strumentalmente attraverso rilievi fonometrici, con il livello di immissione simulato dal software, in corrispondenza della postazione di misura e nei tre periodi di riferimento (day, evening, night).

A tale scopo è stato necessario determinare il livello di emissione sonora della tipologia di treni in transito sugli assi analizzati, in modo da ricostruire poi il profilo complessivo di rumorosità di una determinata tratta ferroviaria in base al numero di passaggi dei convogli.

Per valutare il rumore associato al passaggio di un singolo treno, il parametro maggiormente utilizzato è il SEL, definito come il livello di un rumore stazionario avente durata pari ad 1 secondo e stessa energia sonora prodotta dal rumore variabile all'interno dell'intervallo di misura T. La determinazione del SEL consente quindi di isolare il rumore prodotto da un evento acustico di breve durata (come ad esempio proprio un singolo transito di treno), preceduto e seguito dal rumore di fondo. Esso sostituisce quindi l'utilizzo del Livello Continuo Equivalente, non adatto a questo tipo di misure poiché quest'ultimo integrerebbe energeticamente anche il rumore di fondo e quindi andrebbe poi a sottostimare il livello associato esclusivamente al passaggio del treno. Il SEL viene calcolato attraverso la seguente espressione:

$$SEL = 10 * \text{Log}_{10} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\left(\frac{L_p(t)}{10}\right)} dt$$

dove $L_p(t)$ è il livello di pressione sonora all'istante t , mentre l'intervallo temporale di integrazione è definito come il tempo necessario affinché il livello sonoro si porti ad un valore di 10 dB(A) inferiore rispetto al livello massimo (Figura 4.8).

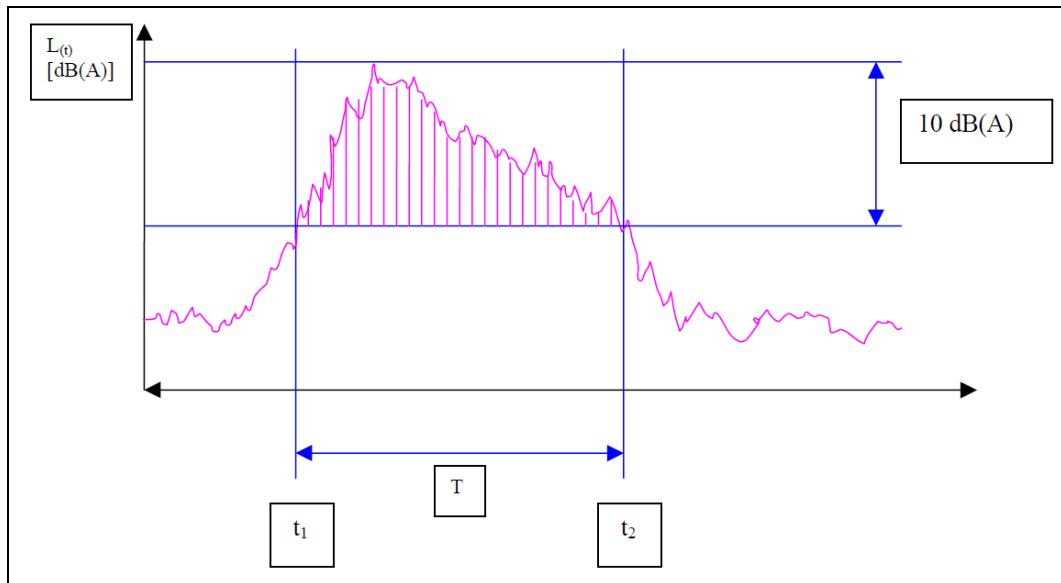


Figura 4.8 – Intervallo temporale di integrazione ed energia sonora considerata nel calcolo del SEL relativo al passaggio di un convoglio ferroviario

Per identificare in maniera corretta il rumore derivante dal singolo evento, si è fatto riferimento a quanto riportato nel D.M. 16.03.98 relativamente alle tecniche di rilevamento del rumore ferroviario, che richiede di determinare la traccia del livello di pressione sonora con costante di tempo fast per un tempo sufficientemente lungo a comprendere l'evento.

Per la determinazione dei SEL è stato quindi necessario acquisire i profili del livello equivalente attraverso un tempo di campionamento molto ridotto (100 ms) in modo da essere equiparabile alla velocità di risposta del rivelatore del fonometro con costante di tempo fast (125 ms).

A partire dalla traccia ottenuta si è isolato il singolo evento dal rumore di fondo, considerando come dato utile la porzione energetica della misura compresa tra il livello massimo e lo stesso livello ridotto di 10 dB(A).

L'intervallo temporale nel quale ricade l'evento deve avere una durata minima tale da escludere eventi impulsivi non associabili al transito del treno.

Una volta acquisita la metodologia di misura è stata pianificata una campagna di rilievi fonometrici di breve durata, in modo da rilevare un numero sufficiente di transiti ferroviari al fine di ricavare un SEL medio che sia rappresentativo della rumorosità della tipologia di treni per ciascun gestore.

I rilievi fonometrici sono stati eseguiti a ridosso dei diversi tratti ferroviari ad un'altezza compresa tra 0,5 e 1 metro dall'asse dei binari ed una distanza normalmente inferiore ai 10 metri.



Figura 4.9 – Rilevo fonometrico presso l'infrastruttura ferroviaria delle Ferrovie Appulo Lucane

Il software CadnaA dispone di un database contenente varie tipologie di treni e infrastrutture ferroviarie: scegliendo la combinazione treno-infrastruttura più simile alla situazione reale e modificando in maniera iterativa i parametri di input, è stato calibrato il modello di simulazione in modo da ottenere il minor scarto possibile tra il L_{eq} nei periodi day, evening, night (e di conseguenza DEN) calcolato dal software e quello misurato strumentalmente nel punto di indagine.

In particolare il valore del livello equivalente in uno specifico periodo di riferimento T ($L_{eq,T}$) si ottiene dal prodotto tra il numero di passaggi di veicoli nel periodo T e il valore del SEL medio (SEL_m) ottenuto dalle misure :

$$L_{eq,T} = 10 * \text{Log}_{10}(SEL_m * P_T) - 10 * \text{Log}_{10}(T)$$

Nella tabelle che seguono viene riportato il confronto tra i valori di $L_{eq,Tk}$ calcolati a partire dalle misure fonometriche e quelli ottenuti dal software di simulazione al termine del processo di taratura. Per le tratte monitorate viene inoltre riportato il confronto tra valori sperimentali e valori simulati relativi al livello equivalente totale nei tre periodi di

riferimento, nonché al livello L_{den} . Si specifica che il SEL indicato nella Tabella 4.14 (Ferrotramviaria) è il SEL medio relativo ai livelli misurati per il passaggio dei treni in corrispondenza del binario vicino e quello lontano.

TRATTA	Modello	SEL _{ki}	Leq _{TK} MISURATO			Leq _{TK} SIMULATO		
			D	E	N	D	E	N
da Bari Centrale a Bari Sud Est	ATR220 Pesa	85,5	54,3	53,9	45,7	54,3	53,9	45,9
	ATR220 Pesa (2 Carrozze)	88,8	51,8	50,2	-	50,4	49,0	-
	Fiat Ad	93,6	58,0	-	-	56,7	-	-
	Fiat Act Aln	92,4	45,4	56,8	-	44,7	54,1	-
	Fiat Act Aln (3 carrozze)	89,7	48,7	-	-	48,3	-	-
		Leq,T	60,7	59,2	45,7	59,5	57,4	45,8
		Lden	60,1			59,0		
da Bari Sud Est a Bari Mungivacca	ATR220 Pesa	88,6	57,4	57,0	51,0	57,4	57,1	51,1
	ATR220 Pesa (2 Carrozze)	89,3	53,1	50,7	44,7	53,4	51,2	45,4
	Fiat Ad	95,2	59,6	-	-	59,6	-	-
	Fiat Act Aln	91,6	44,6	56,0	47,0	45,9	56,4	47,6
	Fiat Act Aln (3 carrozze)	92,7	51,7	-	-	51,2	-	-
		Leq,T	62,7	60,1	53,1	62,6	60,2	53,2
		Lden	63,1			63,1		

Tabella 4.12 – Confronto tra livelli misurati e livelli simulati per le tratte ferroviarie di Ferrovie del Sud Est

TRATTA	Modello	SEL _{ki}	Leq _{TK} MISURATO			Leq _{TK} SIMULATO		
			D	E	N	D	E	N
da Bari Policlinico a Bari Zona Industriale	Diesel-elettrico Stadler	77,1	37,9	-	-	40,0	-	-
	Automotrici Fiat M4 (1 coppia)	89,0	51,0	50,4	44,4	51,6	51,0	45,0
	Automotrici Fiat M4 (2 coppie)	90,9	57,1	57,1	46,3	57,0	57,0	46,4
	Automotrici Fiat M4 (3 coppie)	93,3	54,7	54,7	N	54,7	54,7	-
		Leq,T	59,7	59,6	48,5	59,7	59,6	48,7
		Lden	60,1			60,1		

Tabella 4.13 – Confronto tra livelli misurati e livelli simulati per le tratte ferroviarie di Ferrovie Appulo Lucane

TRATTA	Modello	SEL _{ki}	Leq _{TK} MISURATO			Leq _{TK} SIMULATO		
			D	E	N	D	E	N
da Bari San Girolamo Fesca a Bari Palese	ELT (prima serie)	97,5	61,9	63,7	52,9	61,2	62,9	52,1
	ELT (65 m)	92,1	60,8	58,3	47,5	60,0	57,5	46,7
	ELT (85 m)	94,5	63,2	60,7	-	62,2	59,8	-
	Stadler ETR	90,1	57,1	56,3	-	56,6	55,9	-
Leq,T			67,3	66,7	54,0	66,1	65,7	53,4
Lden			67,1			66,4		

Tabella 4.14 – Confronto tra livelli misurati e livelli simulati per le tratte ferroviarie di Ferrotramviaria S.p.a.

4.4.2 Aggiornamento dei dati di input al modello

Le configurazioni descritte al paragrafo precedente, individuate per rappresentare le infrastrutture ferroviarie di Ferrovie Sud-Est, Ferrovie Appulo Lucane e Ferrotramviaria e quindi simulare l'impatto acustico da esse derivanti, sono state aggiornate sulla base delle informazioni richieste e fornite dagli stessi gestori, riguardanti alcuni dei principali dati di input al modello (cfr. Par.4.4.1) . Esse sono riportate nelle tabelle seguenti.

Tratta	Categoria treno	Numero Convogli			V max (Km/h)	% frenanti	Tipologia infrastruttura	Connessioni
		D	E	N				
Bari C.le - Mungivacca	C03 = Treno Passeggeri con freni a disco	60	6	7	70	100,00	TLB = traverse in legno su ballast	rotaia saldata
	C01 = Treno Passeggeri con freni a ceppi	9	2	2	70	100,00		
Mungivacca - Bari Ceglie Carbonara	C03 = Treno Passeggeri con freni a disco	40	4	4	90	100,00	TCB = traverse in cemento su ballast	rotaia saldata
	C01 = Treno Passeggeri con freni a ceppi	2	1	1	90	100,00		
Mungivacca - Triggiano	C03 = Treno Passeggeri con freni a disco	25	2	4	90	100,00	TCB = traverse in cemento su ballast	rotaia saldata
	C01 = Treno Passeggeri con freni a ceppi	2	1	1	90	100,00		

Tabella 4.15 – Dati di input per la mappatura degli assi ferroviari di Ferrovie Sud Est

Tratta	Categoria treno	Numero Convogli			V max (Km/h)	% frenanti	Tipologia infrastruttura	Connessioni
		D	E	N				
<i>Bari Centrale - Fesca San Girolamo</i>	C03 = Treno Passeggeri con freni a disco	147	17	19	60 fino a Crispi, e 100 oltre	--	TCB = traverse in cemento su ballast	rotaia saldata
<i>Fesca San Girolamo - Palese</i>	C03 = Treno Passeggeri con freni a disco	40	5	3	110	--	TCB = traverse in cemento su ballast	rotaia saldata
<i>Fesca San Girolamo - Ospedale San Paolo</i>	C03 = Treno Passeggeri con freni a disco	42	6	6	85	--	BL = blocchi	rotaia saldata
<i>Fesca San Girolamo - aeroporto</i>	C03 = Treno Passeggeri con freni a disco	65	6	10	110	--	TCB = traverse in cemento su ballast	rotaia saldata

Tabella 4.16 – Dati di input per la mappatura degli assi ferroviari di Ferrovotramviaria S.p.a.

Si evidenzia che il gestore Ferrovie Appulo Lucane non ha consegnato quanto richiesto e pertanto per l'aggiornamento della relativa infrastruttura si è deciso di effettuare un nuovo monitoraggio acustico nei pressi della linea, anche al fine di caratterizzare eventuali nuovi convogli entrati in esercizio successivamente alla redazione della precedente mappatura. Relativamente al traffico dei convogli, lo stesso è stato ricostruito a partire dall'orario ufficiale in vigore, scaricato dal sito istituzionale del gestore, e riportato nella Tabella 4.17.

Tratta	Categoria treno	Numero Convogli			Tipologia infrastruttura	Connessioni
		D	E	N		
<i>Bari C.le – Bari Policlinico</i>	C05 = Treno Diesel con freni a ceppi	27	3	3	TCB = traverse in cemento su ballast	rotaia saldata
	C01 = Treno Passeggeri con freni a ceppi	11	0	1		
<i>Bari Policlinico – Bari Zona Industriale</i>	C05 = Treno Diesel con freni a ceppi	23	3	3	TCB = traverse in cemento su ballast	rotaia saldata
	C01 = Treno Passeggeri con freni a ceppi	11	0	1		

Tabella 4.17 – Ricostruzione del traffico ferroviario delle Ferrovie Appulo Lucane a partire dall'orario ufficiale del gestore.

Nella Tabella 4.18 sono riportati i risultati del nuovo monitoraggio effettuato nella porzione di linea compresa tra le fermate Bari Policlinico e Bari Zona Industriale, calcolati

considerando i volumi di traffico riportati in Tabella 4.17 ed utilizzati nel modello di simulazione per la taratura della tratta monitorata.

TRATTA	Categoria treno in CadnaA	SEL _{med}	Leq _{Tk}		
			D	E	N
da Bari Policlinico a Bari Zona Industriale	C05 = Treno Diesel con freni a ceppi	85,8	52,4	52	46
	C01 = Treno Passeggeri con freni a ceppi	89,6	53	-	45
Leq,T			55,7	52	48,5
Lden			57		

Tabella 4.18 – Livelli misurati per l'aggiornamento della mappatura delle Ferrovie Appulo Lucane

Occorre infine evidenziare che i valori di potenza sonora inseriti nel modello sono stati ricalcolati, laddove ritenuto significativo, alla luce dell'ordinanza emanata dall'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie in data 26/09/2016 a seguito dell'incidente avvenuto nel luglio 2016 lungo la linea ferroviaria Andria - Corato della società Ferrotramviaria, che ha imposto la velocità massima dei convogli a 50 km/h per le linee sprovviste del Sistema di Controllo della Marcia Treno (SCMT). In particolare per le porzioni di linea posti al di fuori dei centri abitati e sprovvisti di tale sistema, l'anno di osservazione è stato suddiviso in due periodi, ovvero gennaio-settembre in cui le velocità dei convogli inserite nel modello sono state quelle di esercizio comunicate dai rispettivi gestori ed un secondo periodo, da ottobre a dicembre, in cui la velocità massima è stata considerata a 50 km/h.

Da un punto di vista operativo è stata ricavata nel modello di simulazione, per ogni linea e per ogni fascia oraria (Day, Evening e Night), la potenza sonora con velocità di esercizio nominale e successivamente è stato ricavato lo stesso livello di potenza portando la velocità massima a 50 km/h. Il valore di potenza media annuale inserita nel modello, per ogni fascia oraria, è stato calcolato con la seguente formula:

$$P_{TOT} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{9}{12} \cdot 10^{\frac{P_N}{10}} + \frac{3}{12} \cdot 10^{\frac{P_R}{10}} \right)$$

Dove

P_{TOT} è la potenza totale calcolata per l'intero anno espressa in dB;

P_N è la potenza calcolata considerando la velocità di esercizio nominale per la linea espressa in dB;

P_R è la potenza calcolata considerando la riduzione di velocità a 50 km/h espressa in dB.

4.4.3 Stima della popolazione esposta

Al termine del processo di calibrazione del modello aggiornato è stato stimato il numero di persone esposte e di edifici (residenziali, scolastici e ospedalieri) al rumore, a partire dal calcolo del rumore in facciata agli edifici residenziali, valutato per intervalli di livello sonoro in analogia con quanto visto per le altre sorgenti.

Oltre ad essi sono stati valutati gli edifici e la superficie dell'agglomerato esposti al rumore. I risultati sono riportati nella Tabella 4.19.

		Pop. Esposta	Ed. Res.	Scuole	Ospedali	Superficie esposta [km ²]
Intervalli Lden	55-59	1.236	111	0	0	0,76
	60-64	25	6	0	0	0,4
	65-69	1	1	0	0	0,05
	70-74	0	0	0	0	0
	>75	0	0	0	0	0
Intervalli Lnight	50-54	239	31	0	0	0,51
	55-59	1	1	0	0	0,12
	60-64	0	0	0	0	0
	65-69	0	0	0	0	0
	> 70	0	0	0	0	0

Tabella 4.19 - Popolazione, edifici e superficie esposti ai livelli di L_{den} e L_{night} –
Rete ferroviaria locale

Occorre evidenziare che i risultati della mappatura potrebbero essere aggiornati successivamente all'attivazione dei Sistemi di Controllo della Marcia Treno, momento in cui cesserebbe l'obbligo di limitare la velocità a 50 km/h con conseguente aumento della potenza sonora emessa da alcune tratte.

4.5 Integrazione delle mappature dei gestori

Per le infrastrutture principali ex D.Lgs. 194/05 sono stati utilizzati i dati elaborati dai relativi gestori nell'ambito della predisposizione della mappatura acustica.

In occasione della revisione quinquennale, per ciascun gestore è stata verificata l'esistenza di documentazione aggiornata da integrare con le mappature delle infrastrutture non principali descritte nei precedenti paragrafi, allo scopo di produrre le mappature acustiche per tipologia di sorgente.

Si specifica che la competenza in termini di controllo della documentazione trasmessa dai gestori di infrastrutture a valenza nazionale è in carico al MATTM e pertanto i relativi dati sono stati riportati e integrati senza verificarne la consistenza.

La Tabella 4.20 riporta in sintesi la situazione del materiale disponibile in ARPA Puglia alla data della redazione della presente relazione tecnica.

Tipologia di infrastruttura	Ente gestore	Dati disponibili
		Fonte
Stradale	Comune di Bari	-
Stradale	Provincia di Bari	-
Stradale	ANAS	ANAS - Mappatura acustica ai sensi del D.Lgs.194/05 elaborata dal gestore (rif. normativo 2012) – il gestore ha comunicato che sulle proprie tratte non ci sono state variazioni nei dati di traffico e che le precedenti mappature rimangono valide
Stradale	ASPI	ASPI – Aggiornamento della Mappatura acustica ai sensi del D.Lgs.194/05 elaborata dal gestore (rif. normativo 2017)
Ferroviaria	RFI	RFI – Aggiornamento della Mappatura acustica ai sensi del D.Lgs.194/05 elaborata dal gestore (rif. normativo 2017)
Ferroviaria	Ferrovie Sud Est	-
Ferroviaria	Ferrotramviaria	Ferrotramviaria – Mappatura acustica ai sensi del D.Lgs 194/05 elaborata dal gestore (rif. normativo 2017)
Ferroviaria	Ferrovie Appulo Lucane	-

Tabella 4.20: Suddivisione delle infrastrutture stradali e ferroviarie per gestori e dati disponibili ex D.Lgs 194/05 per l'agglomerato di Bari

Dall'integrazione tra le mappature aggiornate delle infrastrutture principali e quelle non principali sono stati prodotti i seguenti risultati:

- Mappatura in formato grafico riportante le superfici e le curve isolivello relative al rumore derivante sia da ogni singola tipologia di sorgente, sia dall'insieme di tutte le sorgenti presenti nell'agglomerato di Bari (*overall sources*);
- Popolazione esposta al rumore per tipologia di sorgente (*strade, ferrovie, aeroporto, insediamenti industriali e porto*);
- Popolazione esposta al rumore derivante dall'insieme di tutte le sorgenti presenti nell'agglomerato di Bari (*overall sources*).

In merito al primo punto, l'integrazione dei dati trasmessi dai gestori è stata effettuata attraverso il metodo della somma energetica dei singoli contributi di L_{den} ed L_{night} relativi

alle diverse sorgenti mappate. Utilizzando le griglie punti e/o le curve isolivello dei due indicatori, in ambiente GIS è stata ricavata la griglia totale derivante dal totale delle sorgenti. A partire da essa, sempre in ambiente GIS, sono state generate le curve e le aree isolivello richieste dalla normativa.

Per quanto concerne il calcolo degli esposti per tipologia di sorgente e per l'overall sources è stata utilizzata la tecnica della somma energetica per entrambi i descrittori L_{den} e L_{night} tra i punti griglia delle mappature dei gestori e i punti in facciata calcolati con il software CadnaA.

Entrambe le procedure di calcolo sono comunque approfondite al Paragrafo 5.

Nei paragrafi che seguono si riporta sinteticamente il contenuto della documentazione prodotta dagli enti gestori di infrastrutture principali con riferimento agli obblighi previsti dal D.Lgs. 194/05.

4.5.1 Mappatura acustica presentata da ANAS

Relativamente all'agglomerato di Bari, lo studio ha riguardato la SS96 e la SS16.

In riferimento ad essi, il gestore ha comunicato con nota ufficiale trasmessa al MATTM e alla scrivente Agenzia, *“di non ritenere necessaria la rielaborazione delle mappe acustiche degli agglomerati, in quanto, come previsto dal comma 6 dell'art.3 del D.Lgs. 194/05, dal riesame delle stesse, in considerazione del mancato avvio del Piano di Contenimento e Abbattimento del Rumore e valutando non mutati i livelli di traffico veicolare, ritiene che non risulti modificato il clima acustico nell'intorno dell'infrastruttura stradale”*.

Pertanto, per l'integrazione delle mappature acustiche delle infrastrutture in gestione ad Anas sono stati utilizzati i dati già trasmessi nell'ambito del precedente ciclo di scadenze normative, di cui si richiamano i contenuti e i risultati in termini di esposizione al rumore.

La documentazione conteneva:

- Relazione generale (formato pdf);
- Quadro unione assi stradali principali (tavola formato A3, file pdf);
- Mappa L_{den} (tavole formato A3, scala 1:5.000, file pdf);
- Mappa L_{night} (tavole formato A3, scala 1:5.000, file pdf);
- Griglia punti (formato excel). Per il tratto della SS96 il grigliato è formato da una maglia a passo 10 per 10 metri, corridoio di 250 metri per lato dall'asse stradale, valori L_{den} e L_{night} calcolati a 4 metri di altezza; per la SS16 la griglia

si riferisce a punti ricettori in facciata degli edifici situati nel corridoio di 250 metri per lato dall'asse stradale, valori L_{den} e L_{night} calcolati a 4 metri di altezza;

- Confine agglomerato (formato shapefile);
- Asse stradale principale (formato shapefile);
- Curve Isolivello L_{den} e L_{night} calcolati a 4 metri di altezza, negli intervalli previsti dalla normativa (formato shapefile);
- Aree L_{den} negli intervalli previsti dalla normativa (formato shapefile);
- Aree L_{night} negli intervalli previsti dalla normativa (formato shapefile);
- Data flow 5--8 (format excel) per gli assi stradali con traffico superiore ai 3 mln di veicoli.

Dall'esame della documentazione è emerso quanto segue:

1. Il tratto della SS16 sottoposto a mappatura acustica è carente per due tratti, ovvero quello dal Km 810+300 al Km 811+700 e quello dal Km 799 fino al confine con il comune di Giovinazzo;
2. Non è stato mappato il tratto della SS100 compreso nel territorio comunale di Bari.

Per tali situazioni è stato chiesto un chiarimento al gestore; i dati mancanti del gestore ANAS saranno integrati in sede di aggiornamento della presente mappa strategica, laddove ANAS fornisca i chiarimenti richiesti.

In relazione al contributo di popolazione esposta ai livelli L_{den} ed L_{night} , sono stati considerati i risultati presentati dal gestore ed inseriti nel relativo dataflow DF8.

Nella Tabella 4.21 è riportato il numero di persone esposte per ogni infrastruttura.

STRADA	Numero di persone esposte a livelli di L_{den} [dB(A)]				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SS16	73	125	226	20	12
SS96	0	1	3	3	1
TOTALE	73	126	229	23	13
STRADA	Numero di persone esposte a livelli di L_{night} [dB(A)]				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SS16	96	113	195	10	9
SS96	1	2	1	3	1
TOTALE	97	115	196	13	10

Tabella 4.21: Numero di persone esposte ai livelli di L_{den} e L_{night} – ANAS

4.5.2 Mappatura acustica presentata da Autostrade per l'Italia

Relativamente all'agglomerato di Bari, Autostrade per l'Italia ha trasmesso con nota ufficiale inviata al MATTM e alla scrivente Agenzia in data febbraio 2017 la documentazione di aggiornamento delle mappature acustiche riguardanti il tratto dell'A14 ricadente all'interno dei confini amministrativi. La documentazione prodotta contiene:

- Relazione tecnica (formato pdf);
- NoiseDirectiveDF4_8_2017 (file excel);
- Metadata DF4 (file xml);
- Localizzazione delle sorgenti (formato shapefile);
- Curve isofoniche sia per L_{den} che L_{night} (formato shapefile);
- Isoaree sia per L_{den} che L_{night} (formato shapefile);
- Confine del comune (formato shapefile);
- Edifici a destinazione d'uso prevalente residenziale (formato shapefile);
- Edifici a destinazione d'uso prevalente produttiva (formato shapefile);
- Bordo stradale (formato shapefile);
- Punti a 4 metri di altezza che riportano l'impatto sull'edificio individuandone la tipologia di facciata (più esposta o meno esposta se presente) ed i relativi L_{den} ed L_{night} (formato shapefile);
- Punti a 4 m di altezza che riportano l'impatto sulla mappa del terreno in maglia regolare 10 x 10 m con relativi L_{den} ed L_{night} (formato shapefile).

I dati relativi alla popolazione esposta all'infrastruttura gestita da Autostrade per l'Italia sono stati desunti dal dataflow DF4 consegnato dal gestore e riportati in Tabella 4.22.

A14 – Agglomerato di Bari	Numero di persone esposte a livelli di L_{den} [dB(A)]					
	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
	100	300	100	0	0	0
A14 – Agglomerato di Bari	Numero di persone esposte a livelli di L_{night} [dB(A)]					
	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
	100	200	0	0	0	0

Tabella 4.22: Numero di persone esposte ai livelli di L_{den} e L_{night} , arrotondate al centinaio–
Autostrade per l'Italia

4.5.3 Mappatura acustica presentata da RFI

I dati aggiornati consegnati dal gestore sono di seguito elencati:

- Data Flow (file excel);
- Confini_comunali_Bari (formato shapefile);
- File vettoriale relativo agli assi ferroviari (formato shapefile);
- File vettoriale comprendente le aree isolivello L_{den} , (formato shapefile);
- File vettoriale del grigliato dei punti ricettori a passo 10 per 10 metri, calcolato ad altezza 4 metri, per gli indicatori L_d , L_e , L_n , L_{den} , (formato shapefile);
- Dati di traffico (file excel);
- File vari con Metadati.

Anche in questo caso i dati di popolazione esposta (arrotondati al centinaio) sono stati ricavati dal file "IT_a_DF8_2016_AGG_BARI.xlsx", e riportati in Tabella 4.23.

RFI – Agglomerato di Bari	Numero di persone esposte a livelli di L_{den} [dB(A)]					
	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
	-2	6900	6600	7600	2500	0
RFI – Agglomerato di Bari	Numero di persone esposte a livelli di L_{night} [dB(A)]					
	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
	-2	7800	2500	9800	4900	200

Tabella 4.23: Numero di persone esposte ai livelli di L_{den} e L_{night} , arrotondate al centinaio – RFI

4.5.4 Mappatura acustica presentata da Ferrotramviaria

La società Ferrotramviaria, la cui infrastruttura principale ricade unicamente e per intero all'interno dell'Agglomerato di Bari, è stata sollecitata più volte per la consegna dell'aggiornamento della propria mappatura che, secondo quanto previsto dal D.Lgs. 194/05, era prevista per il 31/12/2016. Al momento della stesura della presente mappa acustica strategica il gestore ha trasmesso alla scrivente Agenzia unicamente le mappature delle proprie infrastrutture in formato shapefile, da cui non è possibile estrarre correttamente tutti i dati richiesti dal decreto. A tal proposito Arpa Puglia ha espletato, a supporto della Regione Puglia, le procedure di verifica della documentazione del gestore,

richiedendo allo stesso di integrare quanto prodotto con le informazioni mancanti, in coerenza all'allegato 4 del D.Lgs. 194/05 e alle ultime linee guida ministeriali.

In attesa di riscontro da parte del gestore si è deciso di utilizzare nel presente studio i dati consegnati da Ferrotramviaria nel 2013 in occasione del precedente ciclo di mappature.

In particolare si tratta di:

- Relazione tecnica descrittiva della mappatura degli assi di propria competenza (.pdf);
- Relazione metodologica (.pdf);
- Relazione di verifica dei limiti immessi dall'infrastruttura ferroviaria ai sensi della L.Q. 447/1995 (.pdf);
- Tavola del quadro d'unione delle tratte ferroviarie sottoposte a mappatura (.dwg);
- Tavola contenente la mappatura acustica riferita al descrittore L_{den} per le tratte di propria competenza, in forma di aree isolivello per intervalli di 5 dB;
- Tavola contenente la mappatura acustica riferita al descrittore L_{night} per le tratte di propria competenza, in forma di aree isolivello per intervalli di 5 dB;
- Stima del numero di residenti e degli edifici esposti a livelli sonori in fasce stabilite, arrotondato al centinaio come da D.Lgs 194/05 ed esposizione da parte dei ricettori sensibili.

In Tabella 4.24 è riportato il numero di persone esposte ai diversi intervalli di L_{den} e L_{night} , così come comunicato dal gestore.

FERROTRAMVIARIA – Agglomerato di Bari	Numero di persone esposte a livelli di L_{den} [dB(A)]					
	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
	-	4640	2730	2300	1600	0
FERROTRAMVIARIA – Agglomerato di Bari	Numero di persone esposte a livelli di L_{night} [dB(A)]					
	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
	-	2500	1400	1280	0	0

Tabella 4.24: Numero di persone esposte ai livelli di L_{den} e L_{night} , arrotondate al centinaio – Ferrotramviaria

4.6 Incertezza nella predisposizione della mappa acustica strategica

Nella predisposizione della mappa acustica strategica dell'agglomerato di Bari, è necessario considerare varie fonti di incertezza, ciascuna legata ad una specifica fase di lavoro. Le maggiori incertezze sono legate alle operazioni di:

- Classificazione degli assi stradali;
- Monitoraggio acustico;
- Costruzione del modello di calcolo;
- Valutazione della popolazione esposta.

Nel seguito si riportano alcune considerazioni relative alle varie incertezze.

Classificazione degli assi stradali

La necessità di estendere i livelli di potenza sonora di un campione di assi stradali all'intera rete stradale cittadina introduce necessariamente un'incertezza nella attribuzione della potenza sonora ai vari assi. In base ai dati di cui siamo in possesso è possibile valutare la deviazione standard per ciascuna classe e nelle diverse fasce orarie, riportata nella seguente Tabella 4.25:

Categoria strade	Deviazione standard potenza sonora [dB]		
	Fascia oraria 06-20	Fascia oraria 20-22	Fascia oraria 22-06
1	1,9	2,0	2,3
2	1,8	1,8	2,0
3	2,3	2,3	2,9

Tabella 4.25: Deviazione standard dei livelli di potenza sonora associata agli assi stradali dell'agglomerato

Monitoraggio acustico

L'incertezza legata alla fase di monitoraggio acustico degli assi stradali va considerata in base ai fattori di seguito riportati:

1. *Incetezza strumentale*: dipende dalla classe di precisione dello strumento; per strumenti di classe 1 risulta dell'ordine di 0,5 dB(A) [10];
2. *Incetezza legata alle condizioni di misura (riproducibilità)*: è legata al posizionamento dello strumento, e dipende principalmente dalla distanza sorgente-ricettore, dalla distanza da superfici riflettenti (ad es. misure in facciata), dall'altezza dal suolo. Secondo quanto riportato nel documento UNI U20.00.135.1:2008 [10] è dell'ordine di 0,3 dB(A);

3. *Incertezza legata alla variabilità della sorgente* e delle sue caratteristiche di emissione: ad esempio la variabilità dei flussi di traffico stradale tra i giorni feriali e quelli festivi; l'utilizzo di un unico valore comporta un errore dell'ordine di 1 dB(A) [8];

Modello di calcolo

L'incertezza globale legata al calcolo dei descrittori acustici richiesti dalla normativa all'interno di un modello di calcolo del rumore generato in ambiente esterno dipende da:

1. *Incertezza sui dati in ingresso del modello*, in particolare:
 - **dati di tipo acustico** (tipologia di sorgente, spettro di potenza sonora e direttività);
 - **dati di tipo geometrico** (andamento altimetrico dell'area, posizione ed andamento plano-altimetrico delle sorgenti, geometria di edifici e barriere acustiche);
 - **dati di tipo non geometrico** (caratteristiche fisiche di strade e infrastrutture ferroviarie, fattore di riflessione delle superfici di edifici e barriere acustiche, dati meteorologici, variazione oraria dei flussi di traffico, distribuzione della popolazione).
2. *Incertezza sul modello matematico*, determinata dai seguenti aspetti:
 - Insufficiente rappresentatività del modello matematico di base;
 - Procedure ambigue nel documento che descrive il modello;
3. *Incertezza sul modello software*, dovuta ad errori di implementazione delle equazioni base in un particolare software;
4. *Incertezza sull'output*, dovuta alle differenti tipologie di interpolazione delle curve isolivello rappresentate;
5. *Incertezza associata al modello costruito*, dipendente dalle fasi di calibrazione e validazione dello stesso.

Nel software CadnaA è possibile rappresentare il livello di accuratezza delle mappe di rumore in output. Esso dipende sostanzialmente da due fattori:

- Incertezza associata al livello di potenza sonora della sorgente, la quale dipende a sua volta delle incertezze legate al monitoraggio acustico e, per le sorgenti stradali, alla classificazione degli assi, come già descritto in precedenza;

- Incertezza legata alla simulazione della propagazione sonora da parte del modello acustico, che tiene conto della variabilità dei parametri utilizzati per la costruzione del modello (ad es. variazioni delle condizioni meteorologiche).

Quest'ultima fonte di incertezza dipende strettamente dalla distanza tra sorgente e ricettore e aumenta proporzionalmente e in maniera logaritmica all'aumentare di essa. La deviazione standard σ_D del modello associata alla propagazione del rumore è infatti rappresentata dalla seguente espressione:

$$\sigma_D = 3 \cdot \log_{10}(d/10)$$

dove d = distanza sorgente-ricettore

Volendo quindi fornire una stima dell'incertezza associata ai livelli di rumore mappati dal modello, si possono considerare due casi:

- Per distanze dalla sorgente inferiori a 10 m ($\sigma_D = 0$) l'incertezza è associata esclusivamente all'accuratezza delle diverse sorgenti (accuratezza delle misure strumentali e classificazione delle sorgenti stradali);
- Per distanze dalla sorgente superiori a 10 m ($\sigma_D > 0$) l'incertezza totale σ deriva dal contributo dell'incertezza sulla sorgente σ_S e dell'incertezza legata alla propagazione sonora σ_D ed è calcolabile attraverso la seguente espressione:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_S^2 + \sigma_D^2}$$

Per la mappatura relativa all'insieme delle sorgenti (overall sources) la stima del valore totale σ_S andrebbe effettuata componendo il contributo dell'incertezza legata a ciascuna singola sorgente σ_n , attraverso la seguente espressione [13]:

$$\sigma_S = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (\sigma_n \cdot 10^{0,1 \cdot L_n})}{\sum_{n=1}^N 10^{0,1 \cdot L_n}}}$$

Dove L_n è il livello parziale calcolato al ricettore e associato all' n-esima sorgente.

Riuscire a comporre e quantificare per tutte le diverse sorgenti della mappatura il contributo di ogni singola incertezza, considerando la variabilità e l'interdipendenza dei diversi parametri da cui la stessa deriva, è una procedura particolarmente complessa, che difficilmente porterebbe ad un valore univoco in maniera attendibile. È però possibile stimare, a titolo esemplificativo ed in maniera orientativa, l'incertezza attribuibile al modello

relativamente al rumore delle sole sorgenti stradali che, come evidenziato ai paragrafi precedenti, è quella che fornisce il contributo più significativo alla mappa di rumore dell'agglomerato di Bari. Ipotizzando ad esempio che il contributo all'incertezza sul valore di potenza della sorgente sia associabile unicamente alla deviazione standard della classificazione degli assi stradali (trascorrendo quindi gli effetti derivanti dall'incertezza della catena strumentale), è possibile prevedere l'incertezza totale del modello di calcolo presso il ricettore. Nella figura seguente è riportata la mappa dell'incertezza sul valore L_{day} associata e ad una sola strada dell'agglomerato di Bari di classe 1, nel periodo di riferimento diurno, con deviazione standard sul valore di potenza sonora pari a 1,9 dB (cfr. Tabella 4.25).

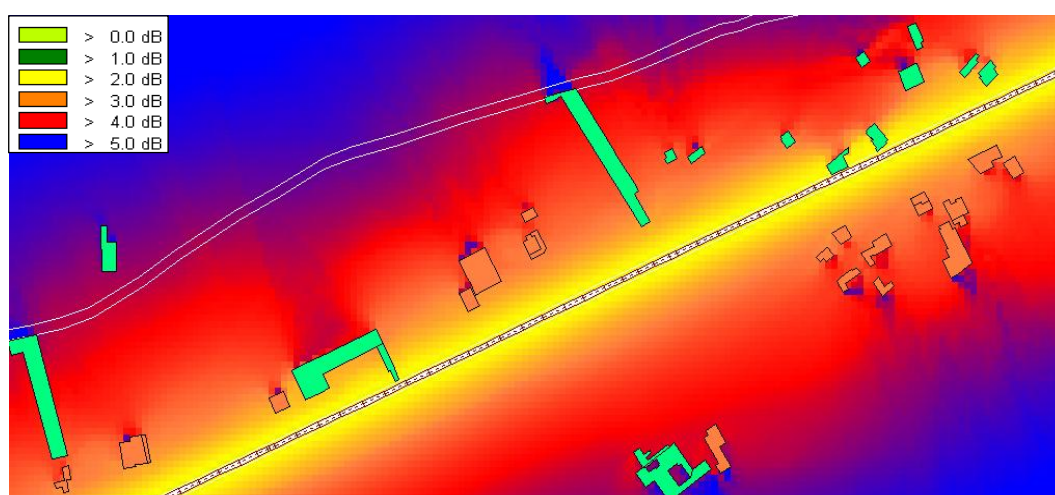


Figura 4.10 – Esempio di propagazione dell'incertezza nella modellizzazione del rumore stradale

Come è possibile osservare in figura, l'incertezza è contenuta entro i 3 dB nei primi 50-100 metri dalla sorgente, per poi crescere all'aumentare della distanza. Occorre specificare che a distanze elevate l'incidenza della specifica sorgente risulta tuttavia trascurabile rispetto alle sorgenti locali.

Valutazione della popolazione esposta

L'incertezza associata al numero di persone esposte a determinati livelli di rumore è strettamente collegata all'accuratezza con cui viene assegnata la popolazione agli edifici residenziali. Il metodo sviluppato e spiegato al paragrafo 4.1.1.2, che sfrutta la densità volumetrica abitativa fornita dai dati di censimento ISTAT del 2011, aggiornati con i dati resi disponibili da ISTAT al 01/01/2016, è assimilabile al metodo di assegnazione degli abitanti riportato nella Toolkit della GPG (*Tool 19.1*), che fa uso della superficie abitativa come dato di partenza da distribuire poi all'interno di ogni singolo edificio. Secondo questo metodo, l'errore stimato in termini di esposizione al rumore è pari a 1 dB(A).

5 SINTESI DEI RISULTATI

L'allegato 6 del D.lgs 194/05 richiede la trasmissione del numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che vivono nelle abitazioni esposte a livelli di L_{den} in dB a 4 m di altezza sulla facciata più esposta compresi tra 55-59, 60-64, 65-69, 70-74 e maggiori di 75; per i livelli L_{night} i valori in dB compresi tra 50-54, 55-59, 60-64, 65-69 e i valori maggiori di 70.

Nei paragrafi a seguire saranno presentati i risultati delle mappature aggiornate in termini di popolazione esposta al rumore.

Gli esposti alle fasce di rumore richieste sono stati stimati relativamente ai seguenti tre scenari:

- Popolazione esposta a livelli L_{den} e L_{night} generati dalle infrastrutture principali (*major roads, major railways*);
- Popolazione esposta a livelli L_{den} e L_{night} distinti per tipologia di sorgente (infrastrutture stradali, infrastrutture ferroviarie, aeroporti e insediamenti industriali compreso il porto);
- Popolazione esposta a livelli L_{den} e L_{night} generati dal rumore di tutte le sorgenti attive (*overall sources*) nell' agglomerato di Bari.

Nel primo caso (rumore generato dalle sole infrastrutture principali), poiché non sono state rese disponibili informazioni in merito ad eventuali infrastrutture principali in gestione al Comune di Bari e alla Città Metropolitana di Bari, la cui richiesta era stata formulata con nota ARPA Puglia n. 31282 del 19/05/2016 e sollecitata con nota n. 14191 del 08/03/2017, il numero degli esposti è stato ricavato a partire dalle mappature consegnate da ANAS e ASPI per le strade e da RFI e Ferrotramviaria per le ferrovie, utilizzando per ciascuna tipologia di sorgente il metodo della somma energetica effettuata direttamente in ambiente GIS. In particolare le mappature consegnate dai gestori sono state importate come mappe raster con maglia 5x5 metri, è stata effettuata la somma energetica dei contributi per ciascuna cella, è stato ridotto il risultato di 3 dB per non considerare il contributo della riflessione in facciata, è stato ricavato il contributo massimo in facciata per ogni edificio ed è stato associato tale valore al numero di abitanti dell'edificio sia per L_{den} che per L_{night} . Successivamente è stata fatta la somma complessiva degli esposti per tipologia di sorgente, per intervallo di rumore e per indicatore così come richiesto dalla norma.

Anche nel secondo e nel terzo caso (rumore distinto per tipologia di sorgente e rumore derivante da tutte le sorgenti attive) si è deciso di operare attraverso la somma energetica tra le mappe fornite dagli enti gestori di infrastrutture principali e i livelli stimati dalle simulazioni acustiche realizzate all'interno del software CadnaA per le infrastrutture non principali. Nello specifico il metodo applicato, leggermente più articolato ma simile a quello descritto in precedenza, ha previsto:

- l'export dei livelli calcolati in facciata da CadnaA. Essi corrispondono a dei punti distanziati 3 metri l'uno dall'altro, in formato shapefile, i cui attributi contengono un campo identificativo dell'edificio su cui il punto è posizionato e due campi corrispondenti ai valori L_{den} e L_{night} (Figura 5.1 (a));
- importazione degli stessi punti in ambiente GIS e sovrapposizione alle mappature acustiche delle infrastrutture principali fornite dagli enti gestori, preventivamente trasformate in mappe raster con cella di dimensioni 5x5 metri (Figura 5.1 (b)) e ridotte energeticamente di 3 dB, valore pari al contributo derivante dalla riflessione in facciata presso il ricettore (come richiesto dal D.Lgs 194/05);
- calcolo della somma tra i livelli associati alle due tipologie di infrastrutture (principali e non), inserendo il risultato in un nuovo campo dello shapefile relativo ai punti in facciata.

Al termine dell'operazione, ad ogni edificio sono risultati quindi associati un certo numero di punti contenenti il livello di rumore espresso attraverso gli indici L_{den} e L_{night} , derivanti dalla somma del rumore generato dalle infrastrutture principali e quelle non principali (Figura 5.1 (c)).

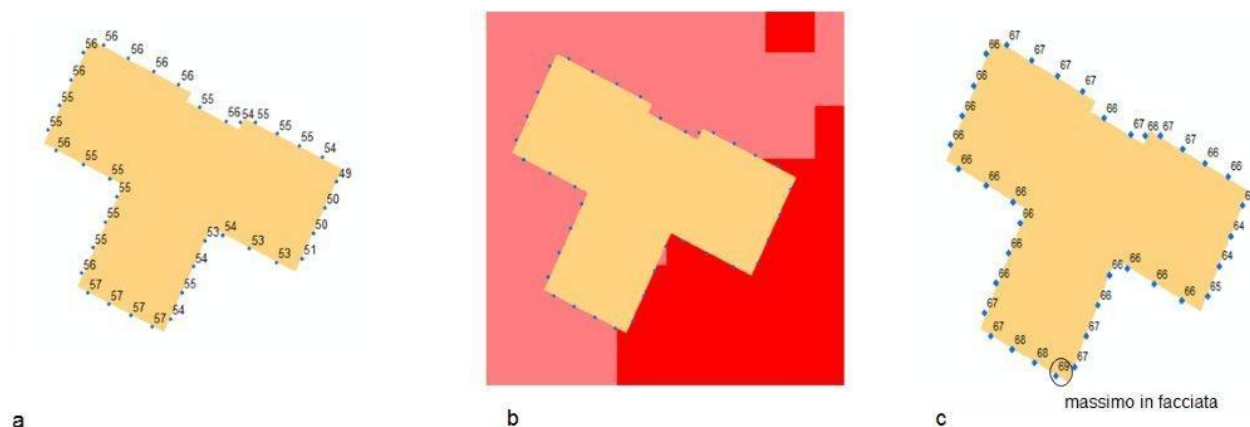


Figura 5.1 – Somma energetica di mappe acustiche in ambiente GIS : a) output dei livelli L_{den} e L_{night} in facciata dal software Cadna; b) integrazione dei punti in facciata con mappe raster delle infrastrutture principali; c) somma energetica sui punti in facciata

Il punto caratterizzato dal livello somma più alto è stato quindi utilizzato per determinare il livello della facciata maggiormente esposta ed associato all'edificio e di conseguenza al numero di abitanti in esso residenti.

Occorre segnalare che in tutti i casi non vi è mai perfetta corrispondenza tra il dato sulla popolazione esposta dichiarato dai gestori e quello risultante dalle somme energetiche effettuate da Arpa Puglia.

Tale discordanza è con tutta probabilità da attribuire ai seguenti aspetti o alla loro combinazione:

1. Diversa attribuzione di popolazione agli edifici da parte del gestore;
2. Differente metodologia di calcolo degli esposti da parte del gestore;
3. Riduzione energetica pari a 3 dB del contributo della riflessione in facciata dalle mappature del gestore.

Nei paragrafi che seguono è riportato, per ogni tipologia di sorgente e per tutte le sorgenti (overall sources), il numero di persone esposte agli intervalli di Lden e Lnight espresso in unità ed arrotondato al centinaio così come richiesto dal D. Lgs 194/05. Il numero di edifici esposti (fornito in ottemperanza alle Linee Guida del MATTM relative alla stesura delle relazioni per le MAS [16]), distinti per destinazione d'uso, è invece riportato con il suo valore esatto e non arrotondato come nel caso delle persone esposte. Pertanto nelle tabelle che seguono possono risultare intervalli di rumore in cui, pur essendoci edifici residenziali esposti, non risultano residenti esposti in quanto solo quest'ultimo dato è arrotondato alle centinaia.

5.1 Infrastrutture stradali

Il numero totale di persone esposte, al rumore da traffico veicolare all'interno dell'agglomerato di Bari, è indicato nelle tabelle e grafici di seguito riportati.

In Tabella 5.1 sono riportati i risultati in termini di esposizione della popolazione, degli edifici e della superficie dell'agglomerato al rumore prodotto dalle infrastrutture principali (*Major Roads*) ovvero quelle in gestione ad ANAS e Autostrade per l'Italia, nonché di edifici esposti alle stesse. Il dato è stato ricavato in ambiente GIS a partire dalla somma delle mappature di ANAS e Autostrade per l'Italia, unici gestori noti di infrastrutture principali nell'agglomerato, e considerando la distribuzione di abitanti per edificio ricostruita da ARPA.

Si evidenzia che la discrepanza riscontrata tra il dato trasmesso dai gestori (cfr. Tabella 4.21 e Tabella 4.22) e il dato ottenuto mediante somma energetica potrebbe derivare da quanto già evidenziato al paragrafo precedente.

		Pop. Esposta	Ed. Res.	Scuole	Ospedali	Superficie esposta [Km ²]
Intervalli Lden	55-59	3.100	335	2	0	1,98
	60-64	2.400	293	5	0	3,59
	65-69	1.700	135	0	0	2,89
	70-74	300	47	1	0	1,58
	>75	0	0	0	0	1,16
Intervalli Lnight	50-54	3.200	356	5	0	2,99
	55-59	2.200	227	2	0	3,25
	60-64	400	57	0	0	2,23
	65-69	100	15	1	0	1,04
	> 70	0	0	0	0	0,63

Tabella 5.1: Popolazione, edifici e superficie esposti ai livelli di L_{den} e L_{night} generato dalle infrastrutture principali – Rumore emesso dal traffico veicolare sulle *Major Roads*

In Tabella 5.2 lo stesso dato è invece riferito a tutte le infrastrutture stradali dell'agglomerato, indipendentemente dai flussi di traffico.

		Pop. Esposta	Ed. Res.	Scuole	Ospedali	Superficie esposta [Km ²]
Intervalli Lden	55-59	70.000	4.223	35	6	18,91
	60-64	100.100	6.073	50	2	15,8
	65-69	64.800	3.059	14	1	8,37
	70-74	17.600	786	6	0	3,96
	>75	200	21	0	0	2,01
Intervalli Lnight	50-54	104.400	6.423	48	2	18,4
	55-59	64.600	3.401	25	2	10,49
	60-64	27.300	1.139	7	0	5,65
	65-69	4.900	272	1	0	2,56
	> 70	0	0	0	0	0,86

Tabella 5.2: Popolazione, edifici e superficie esposti ai livelli di L_{den} e L_{night} – Rumore emesso dal traffico veicolare

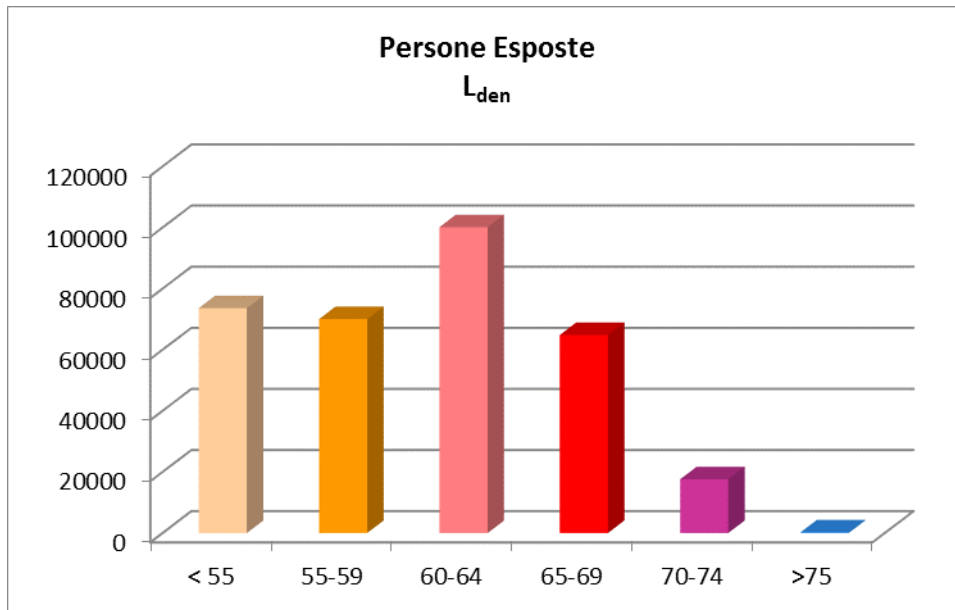


Figura 5.2 – Numero totale di persone esposte al rumore da traffico veicolare – L_{den} per classe di esposizione

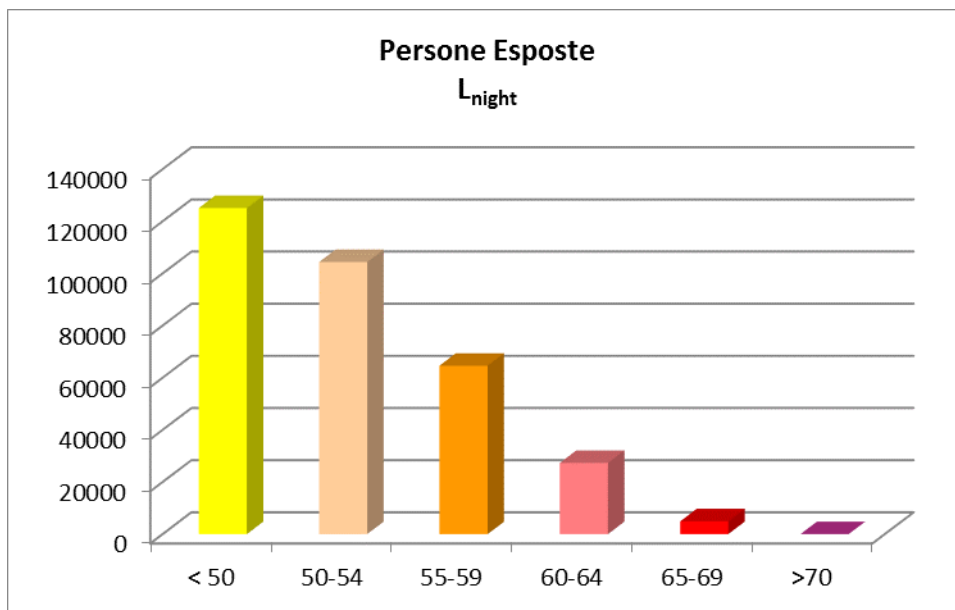


Figura 5.3 – Numero totale di persone esposte al rumore da traffico veicolare – L_{night} per classe di esposizione

Percentuale di persone esposte a livelli di L_{den} [dB(A)]						
< 55	55-59	60-64	65-69	70-74	>75	TOT
23%	21%	31%	20%	5%	0%	100%
Percentuale di persone esposte a livelli di L_{night} [dB(A)]						
< 50	50-54	55-59	60-64	65-69	>70	TOT
38%	32%	20%	8%	2%	0%	100%

Tabella 5.3: Percentuale di persone esposte ai livelli di L_{den} e L_{night} – Rumore emesso dal traffico veicolare

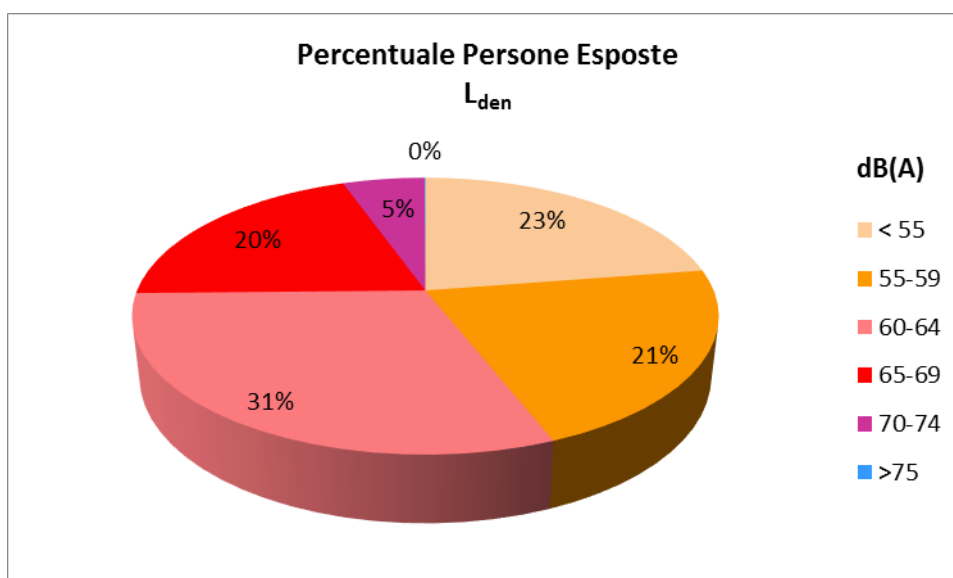


Figura 5.4 – Percentuale di persone esposte al rumore da traffico veicolare – L_{den} per classe di esposizione

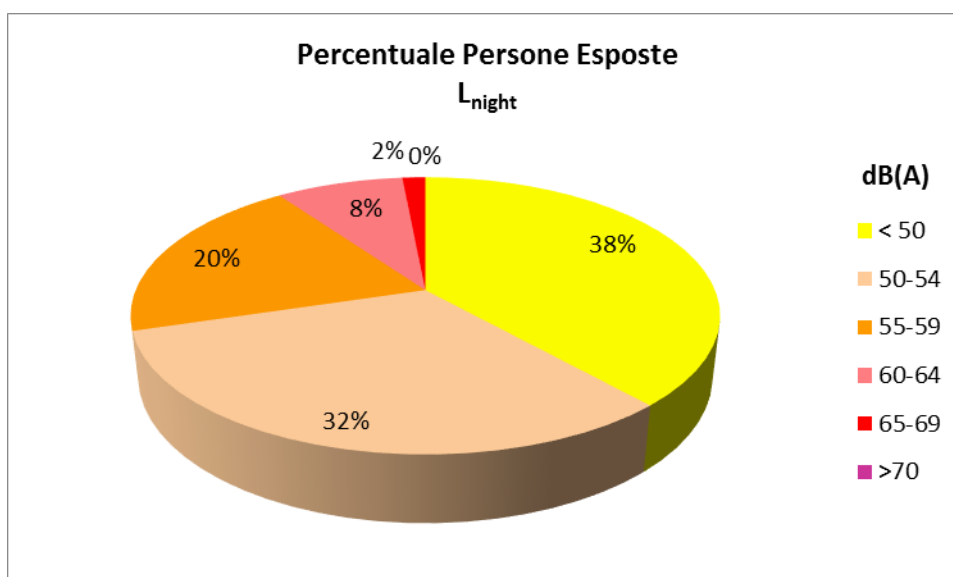


Figura 5.5 – Percentuale di persone esposte al rumore da traffico veicolare – L_{night} per classe di esposizione

5.2 Infrastrutture ferroviarie

Il numero totale di persone esposte al rumore da traffico ferroviario all'interno dell'agglomerato di Bari è indicato nelle tabelle e grafici di seguito riportati.

I dati inseriti in Tabella 5.4, rappresentano la popolazione, gli edifici e la superficie dell'agglomerato esposti al rumore prodotto dalle infrastrutture ferroviarie principali (*Major Railways*) di RFI e Ferrotramviaria, ricavato mediante calcolo in facciata in ambiente GIS a partire dalle mappature consegnate dai gestori.

Analogamente a quanto detto in precedenza, il dato sulla popolazione è arrotondato al centinaio, come richiesto dal D.Lgs. 194/05 mentre gli edifici esposti, distinti per destinazione d'uso, sono riportati con il loro valore esatto (pertanto in tabella possono risultare edifici ma non residenti esposti). Occorre inoltre evidenziare che i valori di popolazione esposta riportati in Tabella 5.4 sono significativamente inferiori a quelli presentati dai singoli gestori principali; tale discordanza è probabilmente dovuta agli aspetti richiamati al paragrafo 5.

In è stato invece inserito il numero totale di persone esposte a tutta la rete di infrastrutture ferroviarie, senza distinzioni tra infrastrutture principali e non principali.

		Pop. Esposta	Ed. Res.	Scuole	Ospedali	Superficie Esposta [Km ²]
Intervalli Lden	55-59	1.600	142	2	0	1,85
	60-64	1.800	117	0	1	1,24
	65-69	200	45	0	0	0,78
	70-74	0	1	0	0	0,18
	>75	0	0	0	0	0,01
Intervalli Lnight	50-54	2.600	215	3	0	2,16
	55-59	2.400	139	1	1	1,24
	60-64	300	68	0	0	0,96
	65-69	100	18	0	0	0,28
	> 70	0	0	0	0	0,03

Tabella 5.4: Popolazione, edifici e superficie esposti ai livelli di L_{den} e L_{night} generato dalle infrastrutture principali – Rumore emesso dal traffico ferroviario sulle *Major Rails*

		Pop. Esposta	Ed. Res.	Scuole	Ospedali	Superficie Esposta [Km ²]
Intervalli Lden	55-59	2.700	249	2	0	2,35
	60-64	1.900	126	0	1	1,61
	65-69	200	46	0	0	0,9
	70-74	0	1	0	0	0,17
	>75	0	0	0	0	0,01
Intervalli Lnight	50-54	3.000	247	3	0	2,59
	55-59	2.400	140	1	1	1,4
	60-64	300	68	0	0	0,98
	65-69	100	18	0	0	0,27
	> 70	0	0	0	0	0,03

Tabella 5.5: Popolazione, edifici e superficie esposti ai livelli di L_{den} e L_{night} – Rumore emesso dal traffico ferroviario

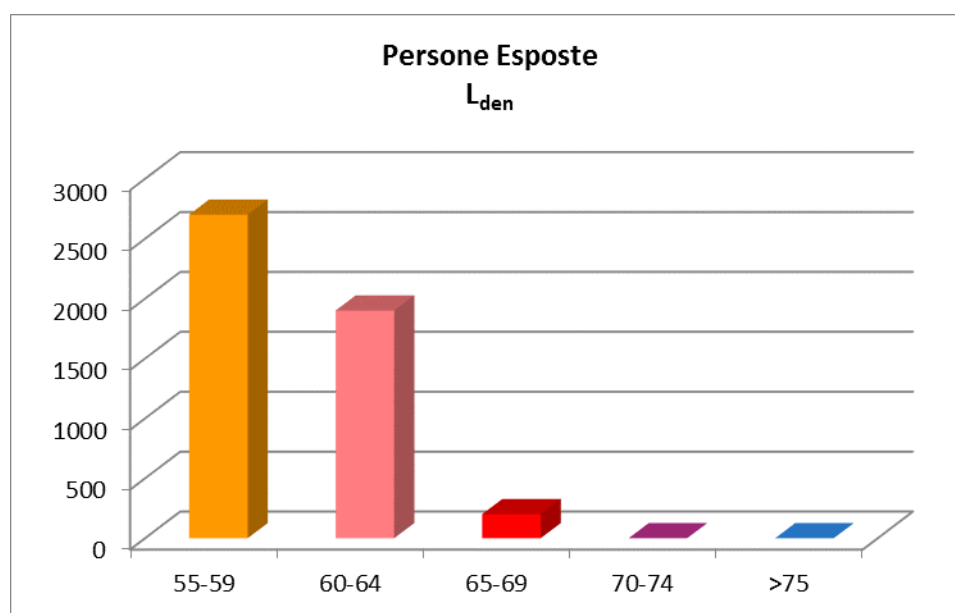


Figura 5.6 – Numero di persone esposte al rumore da traffico ferroviario – L_{den} per classe di esposizione

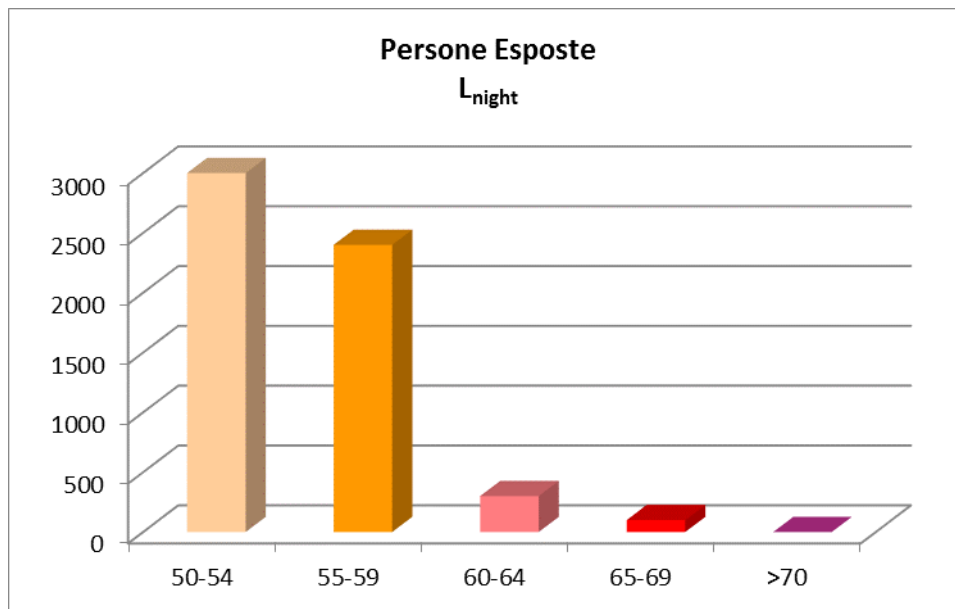


Figura 5.7 – Numero totale di persone esposte al rumore da traffico ferroviario – L_{night} per classe di esposizione

Percentuale di persone esposte a livelli di L_{den} [dB(A)]					
55-59	60-64	65-69	70-74	>75	TOT
56%	40%	4%	0%	0%	100%
Percentuale di persone esposte a livelli di L_{night} [dB(A)]					
50-54	55-59	60-64	65-69	>70	TOT
52%	41%	5%	2%	0%	100%

Tabella 5.6: Percentuale di persone esposte ai livelli di L_{den} e L_{night} – Rumore emesso dal traffico ferroviario

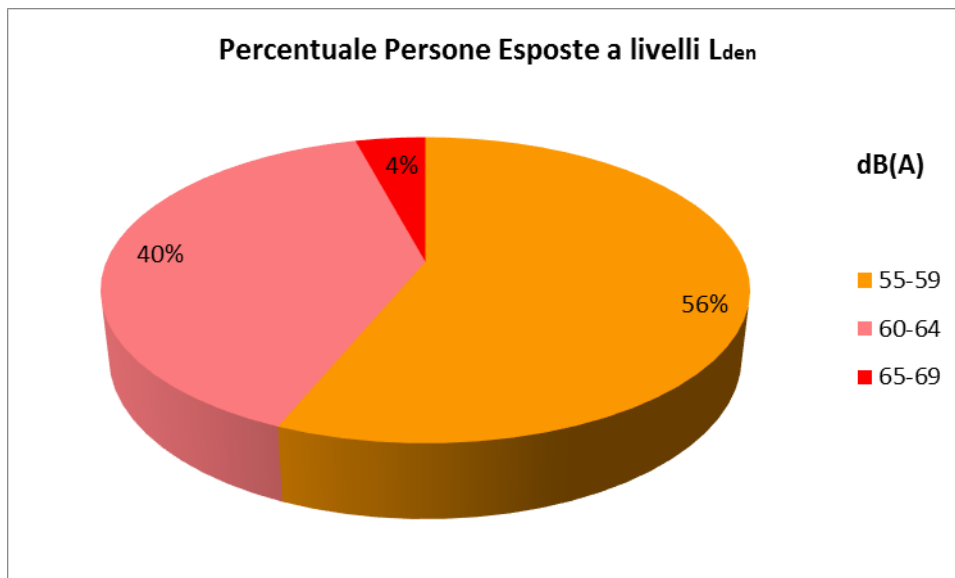


Figura 5.8 – Percentuale di persone esposte al rumore da traffico ferroviario – L_{den} per classe di esposizione

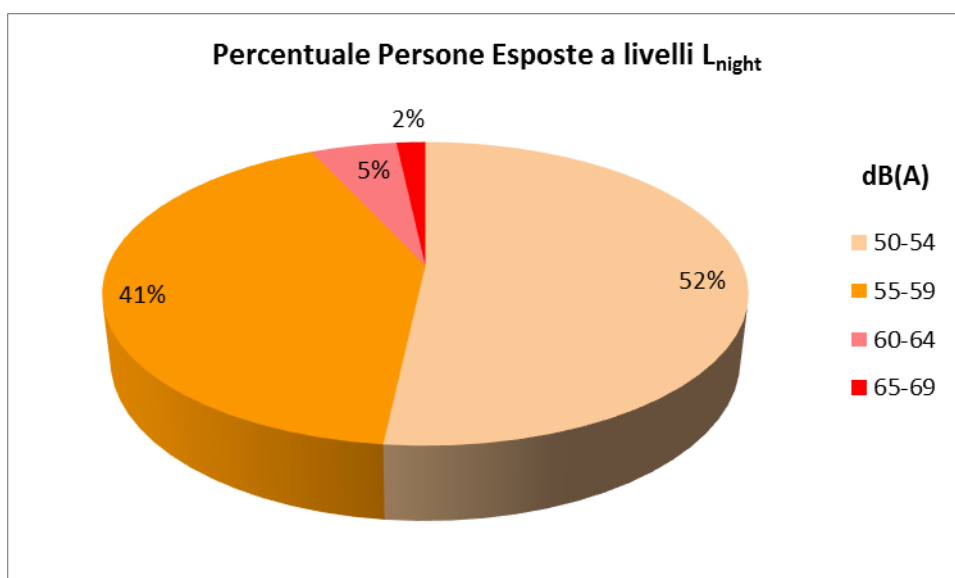


Figura 5.9 – Percentuale di persone esposte al rumore da traffico ferroviario – L_{night} per classe di esposizione

5.3 Siti di attività industriale e porto

Il numero totale di persone esposte al rumore prodotto dai siti di attività industriale include gli esposti al rumore generato dal porto, così come indicato nell'allegato 4, paragrafo 3, punto d) del D. Lgs. 194/05.

La Tabella seguente riporta i dati arrotondati al centinaio, così come richiesto dalla normativa. Al solito in tabella si riporta anche il numero di edifici esposti distinti per destinazione d'uso e riportati con il loro valore esatto (pertanto in tabella per alcune fasce di rumore possono risultare edifici ma non residenti esposti) nonché la superficie dell'agglomerato esposta in km².

		Pop. Esposta	Ed. Res.	Scuole	Ospedali	Superficie esposta [km ²]
Intervalli Lden	55-59	200	0	0	0	0,83
	60-64	100	0	0	0	0,45
	65-69	0	0	0	0	0,22
	70-74	0	0	0	0	0,06
	>75	0	0	0	0	0,01
Intervalli Lnight	50-54	0	0	0	0	0,61
	55-59	0	0	0	0	0,25
	60-64	0	0	0	0	0,12
	65-69	0	0	0	0	0,02
	> 70	0	0	0	0	0

Tabella 5.7: Popolazione, edifici e superficie esposti ai livelli di L_{den} e L_{night} – Rumore emesso dai siti di attività industriale, incluso il porto

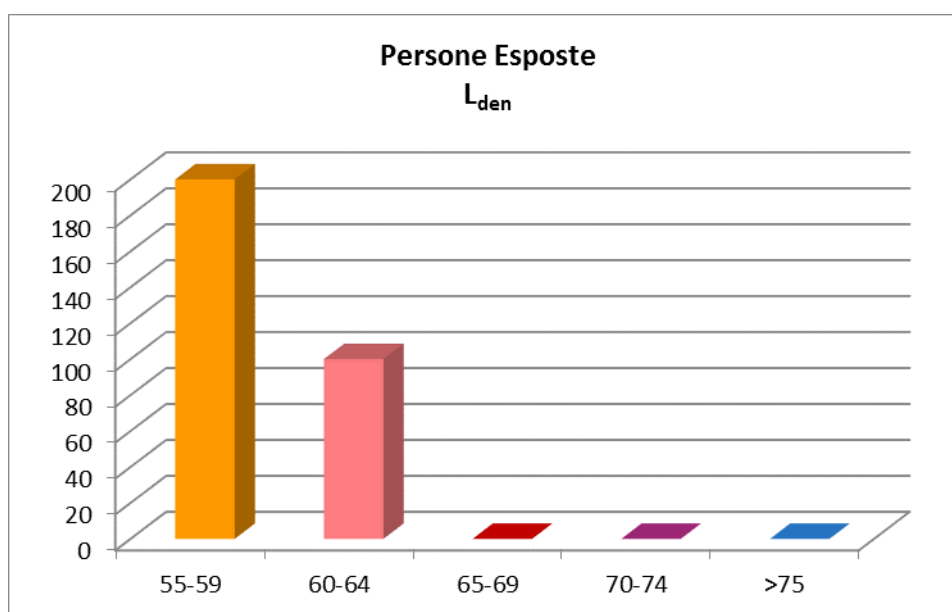


Figura 5.10 – Numero di persone esposte al rumore da insediamenti industriali e porto – L_{den} per classe di esposizione

5.4 Aeroporto

Nella Tabella 5.8 sono riportati i risultati del numero di residenti esposti agli intervalli di L_{den} e L_{night} arrotondati al centinaio, dovuti alla sorgente aeroportuale. Come nei casi precedenti sono riportati gli edifici esposti, distinti per destinazione d'uso, nonché la superficie esposta in km^2 .

		Pop. Esposta	Ed. Res.	Scuole	Ospedali	Superficie esposta [km^2]
Intervalli L_{den}	55-59	4.400	661	2	0	3,58
	60-64	1.100	244	0	0	2,54
	65-69	100	20	0	0	1,26
	70-74	0	0	0	0	0,72
	>75	0	0	0	0	0,78
Intervalli L_{night}	50-54	1.200	261	0	0	2,61
	55-59	100	30	0	0	1,32
	60-64	0	0	0	0	0,73
	65-69	0	0	0	0	0,53
	> 70	0	0	0	0	0,29

Tabella 5.8: Popolazione, edifici e superficie esposti ai livelli di L_{den} e L_{night} – Rumore emesso dalla sorgente aeroportuale

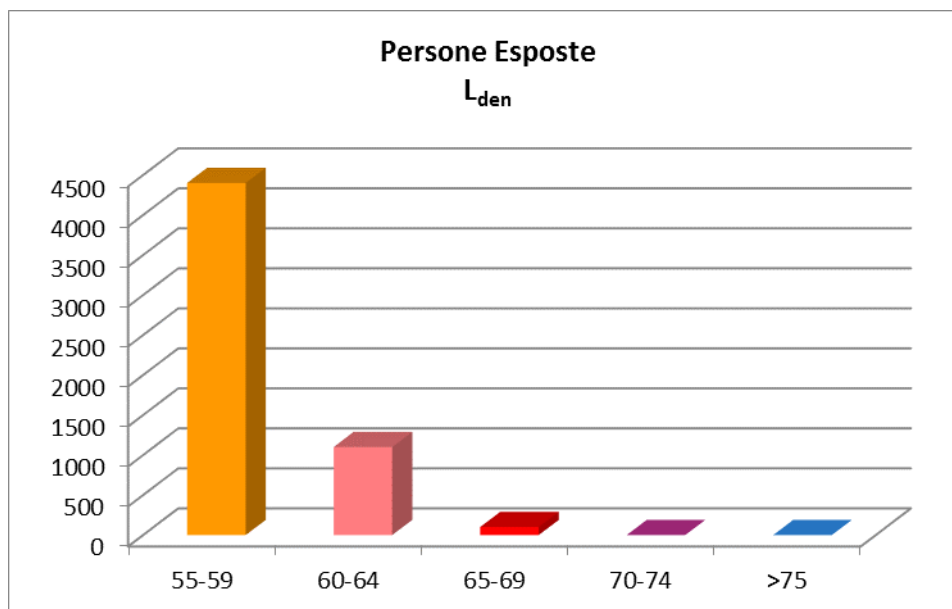


Figura 5.11 – Numero di persone esposte al rumore da traffico aereo – L_{den} per classe di esposizione

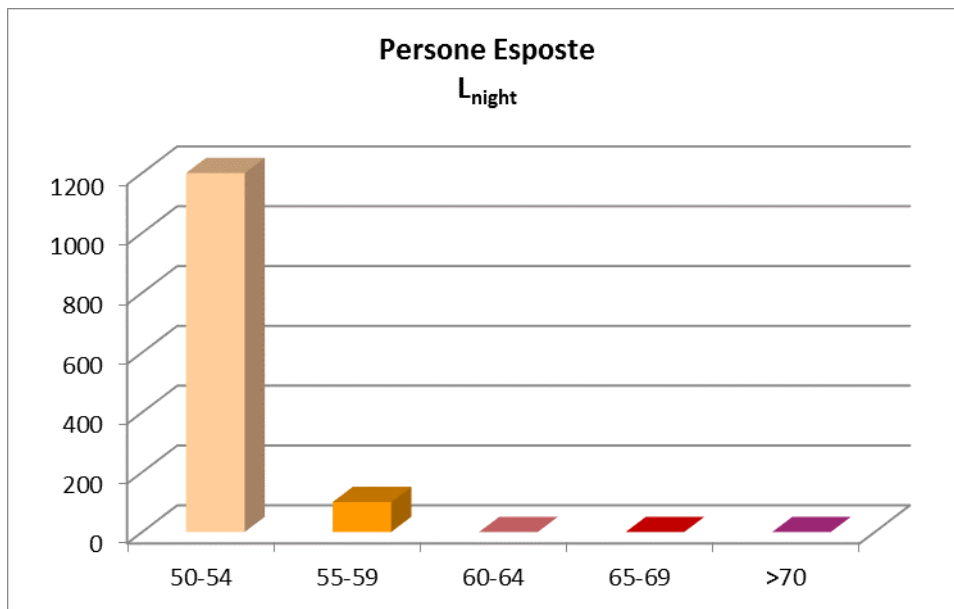


Figura 5.12 – Numero di persone esposte al rumore da traffico aereo – L_{night} per classe di esposizione

Percentuale di persone esposte a livelli di L_{den} [dB(A)]					
55-59	60-64	65-69	70-74	>75	TOT
79%	20%	2%	0%	0%	100%
Percentuale di persone esposte a livelli di L_{night} [dB(A)]					
50-54	55-59	60-64	65-69	>70	TOT
92%	8%	0%	0%	0%	100%

Tabella 5.9: Percentuale di persone esposte ai livelli di L_{den} e L_{night} – Rumore emesso dal traffico aereo

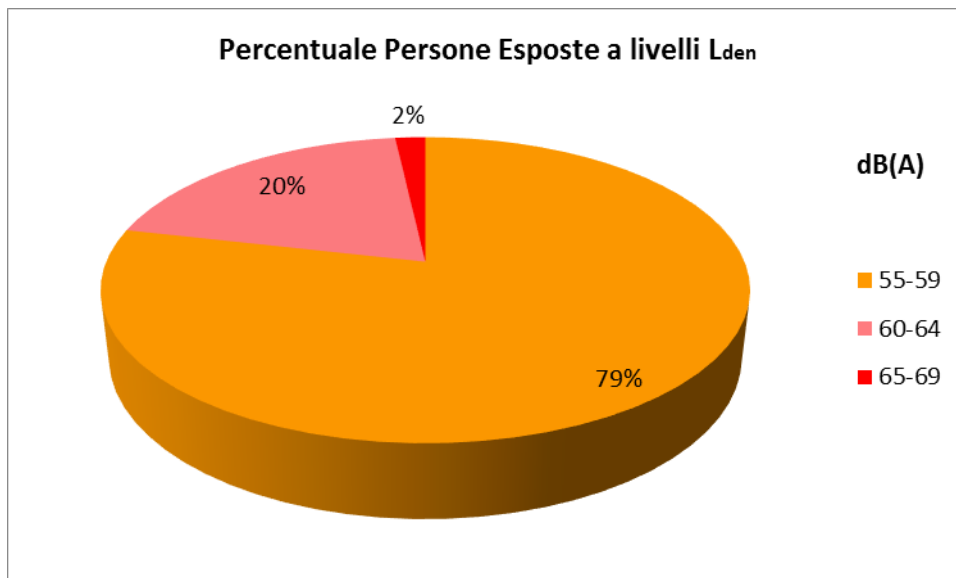


Figura 5.13 – Percentuale di persone esposte al rumore da traffico aereo – L_{den} per classe di esposizione

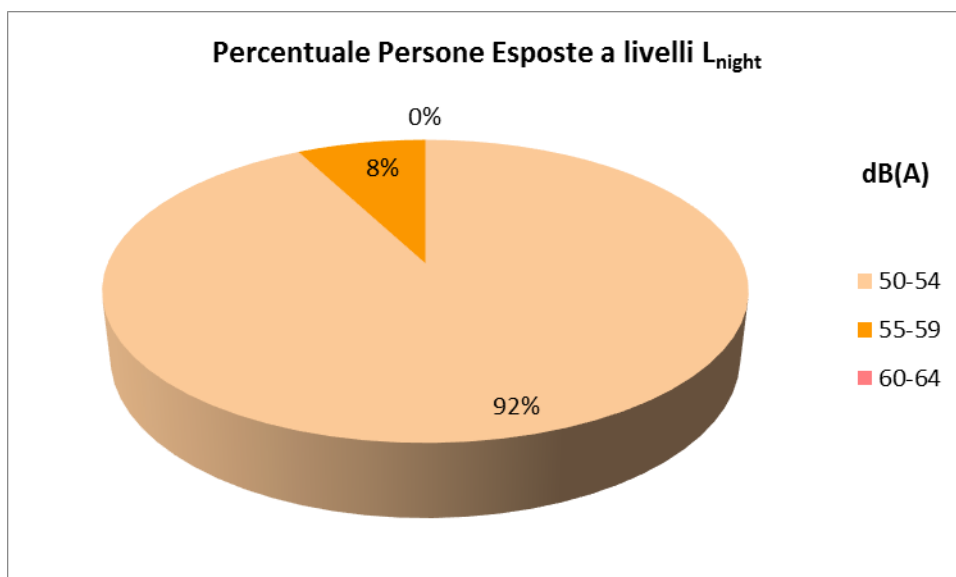


Figura 5.14 – Percentuale di persone esposte al rumore da traffico aereo – L_{night} per classe di esposizione

5.5 Esposizione al rumore globale (*overall sources*)

In Tabella 5.10 si riportano la popolazione, gli edifici e la superficie esposti a livelli di rumore L_{den} e L_{night} per effetto della sovrapposizione di tutte le sorgenti attive nell'agglomerato urbano.

Gli edifici esposti, distinti per destinazione d'uso, sono riportati con il loro valore esatto (pertanto in tabella per alcune fasce di rumore possono risultare edifici ma non residenti esposti).

		Pop. Esposta	Ed. Res.	Scuole	Ospedali	Superficie esposta [km ²]
Intervalli Lden	55-59	71.100	4.377	35	5	19,65
	60-64	101.800	6.323	51	3	18,83
	65-69	65.600	3.158	14	1	11,51
	70-74	17.700	794	6	0	5,49
	>75	200	22	0	0	3,79
Intervalli Lnight	50-54	111.800	6.916	52	1	21,11
	55-59	68.100	3.957	26	3	15
	60-64	29.700	1.420	8	0	9,34
	65-69	5.000	305	1	0	5,43
	> 70	0	0	0	0	3,02

Tabella 5.10: Popolazione, edifici e superficie esposti ai livelli di L_{den} e L_{night} – Overall sources

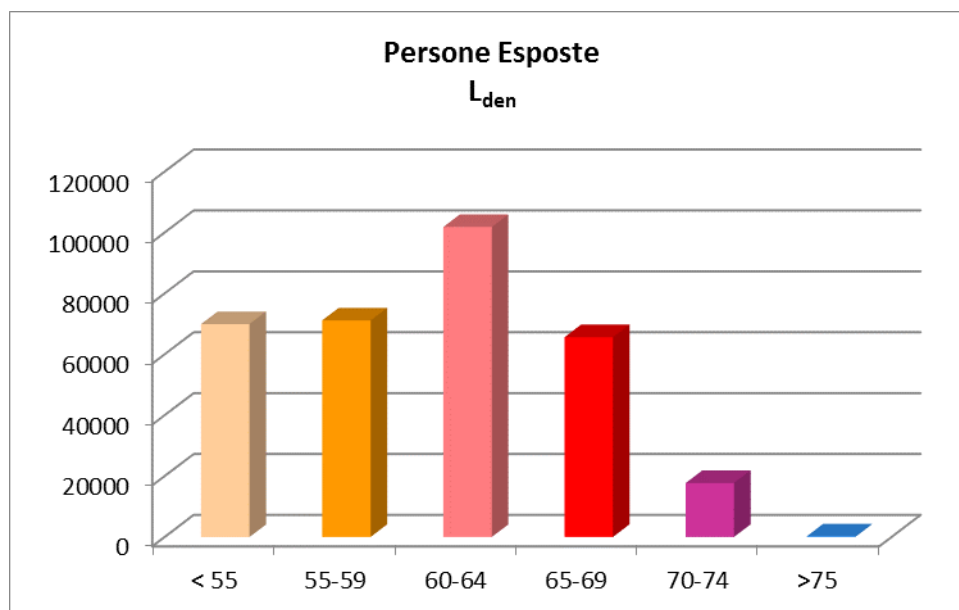


Figura 5.15 – Numero di persone esposte al rumore di tutte le sorgenti - L_{den} per classe di esposizione

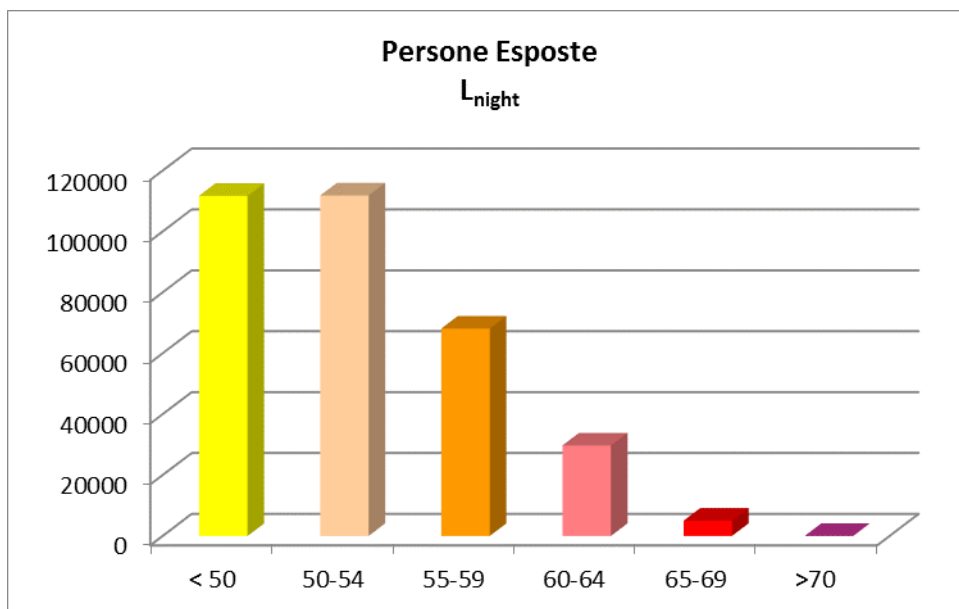


Figura 5.16 – Numero di persone esposte al rumore di tutte le sorgenti – L_{night} per classe di esposizione

Percentuale di persone esposte a livelli di L _{den} [dB(A)]						
< 55	55-59	60-64	65-69	70-74	>75	TOT
21%	22%	31%	20%	5%	0%	100%

Percentuale di persone esposte a livelli di L _{night} [dB(A)]						
< 50	50-54	55-59	60-64	65-69	>70	TOT
34%	34%	21%	9%	2%	0%	100%

Tabella 5.11: Percentuale di persone esposte ai livelli di L_{den} e L_{night} – Rumore emesso da tutte le sorgenti attive

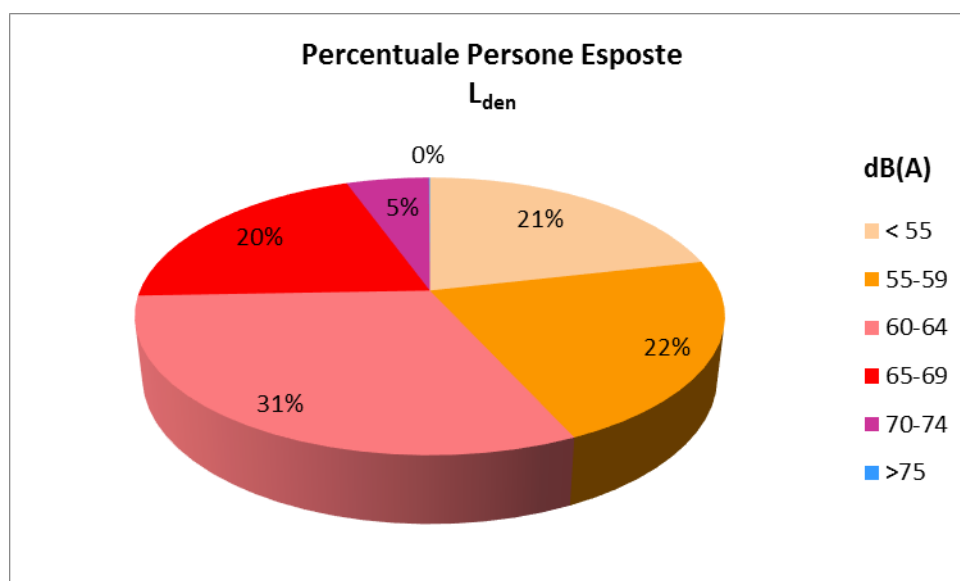


Figura 5.17 – Percentuale di persone esposte al rumore di tutte le sorgenti attive – L_{den} per classe di esposizione

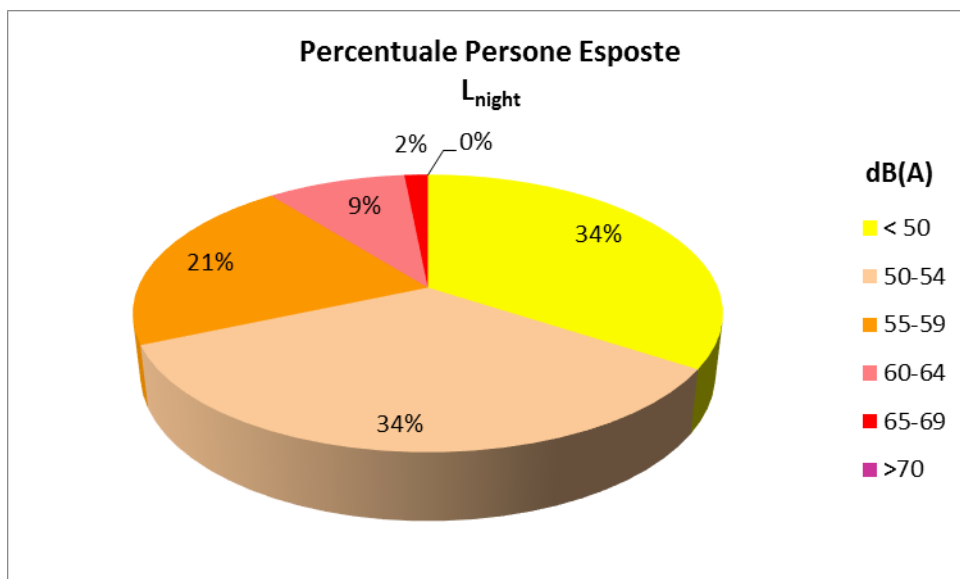


Figura 5.18 – Percentuale di persone esposte al rumore di tutte le sorgenti attive – L_{night} per classe di esposizione

6 MATERIALE TRASMESSO

I risultati della mappa acustica strategica dell'agglomerato di Bari sono stati trasmessi in conformità alle nuove linee guida del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), relative alla "Predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/05)", aggiornate a Marzo 2017, e pertanto conformi ai requisiti minimi di cui all'allegato 4 del D.Lgs. 194/05. Nelle tabelle seguenti è riportato l'elenco della documentazione trasmessa.

DATI IN FORMATO NON EDITABILE		
Categoria	Nome file	Descrizione/scala
REPORT IMAGES – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_OverallSources_NoiseContourMap_Lden.pdf	Curve isolivello Lden overall – 1:9000
REPORT IMAGES – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_OverallSources_NoiseContourMap_Lnight.pdf	Curve isolivello Lnight overall – 1:9000
REPORT IMAGES – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_OverallSources_NoiseAreaMap_Lden.pdf	Curve isolivello Lden overall – 1:9000
REPORT IMAGES – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_OverallSources_NoiseAreaMap_Lnight.pdf	Curve isolivello Lnight overall – 1:9000
REPORT IMAGES – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Report.pdf	Relazione tecnica

DATI IN FORMATO EDITABILE		
Categoria	Nome file	Descrizione
REPORTING MECHANISM – DF1_5	NoiseDirectiveDF1_5_DF1_5_Agg_IT_a_ag00001.xls	Notifica agglomerato
REPORT MECHANISM – DF2	NoiseDirectiveDF2_DF2_Agg_IT_a_ag00001_AP.xls	Informazioni su autorità competenti
REPORT MECHANISM – DF2	NoiseDirectiveDF2_DF2_Agg_IT_a_ag00001_AP_Collect.xls	Informazioni su autorità competenti
REPORT MECHANISM – DF2	NoiseDirectiveDF2_DF2_Agg_IT_a_ag00001_Collect_AggAir.xls	Informazioni su autorità competenti
REPORT MECHANISM – DF2	NoiseDirectiveDF2_DF2_Agg_IT_a_ag00001_Collect_AggInd.xls	Informazioni su autorità competenti
REPORT MECHANISM – DF2	NoiseDirectiveDF2_DF2_Agg_IT_a_ag00001_Collect_AggRail.xls	Informazioni su autorità competenti
REPORT MECHANISM – DF2	NoiseDirectiveDF2_DF2_Agg_IT_a_ag00001_Collect_AggRoad.xls	Informazioni su autorità competenti
REPORT MECHANISM – DF2	NoiseDirectiveDF2_DF2_Agg_IT_a_ag00001_Map_AggAir.xls	Informazioni su autorità competenti
REPORT MECHANISM – DF2	NoiseDirectiveDF2_DF2_Agg_IT_a_ag00001_Map_AggInd.xls	Informazioni su autorità competenti
REPORT MECHANISM – DF2	NoiseDirectiveDF2_DF2_Agg_IT_a_ag00001_Map_AggRail.xls	Informazioni su autorità competenti
REPORT MECHANISM – DF2	NoiseDirectiveDF2_DF2_Agg_IT_a_ag00001_Map_AggRoad.xls	Informazioni su autorità competenti
REPORTING MECHANISM – DF4_8	NoiseDirectiveDF4_8_DF4_8_Agg_IT_a_ag00001_Air.xls	Dati Mappa Acustica Strategica
REPORTING MECHANISM – DF4_8	NoiseDirectiveDF4_8_DF4_8_Agg_IT_a_ag00001_Air_Major.xls	Dati Mappa Acustica Strategica

DATI IN FORMATO EDITABILE		
Categoria	Nome file	Descrizione
REPORTING MECHANISM – DF4_8	NoiseDirectiveDF4_8_DF4_8_Agg_IT_a_ag00001_ALL.xls	Dati Mappa Acustica Strategica
REPORTING MECHANISM – DF4_8	NoiseDirectiveDF4_8_DF4_8_Agg_IT_a_ag00001_Ind.xls	Dati Mappa Acustica Strategica
REPORTING MECHANISM – DF4_8	NoiseDirectiveDF4_8_DF4_8_Agg_IT_a_ag00001_Rail.xls	Dati Mappa Acustica Strategica
REPORTING MECHANISM – DF4_8	NoiseDirectiveDF4_8_DF4_8_Agg_IT_a_ag00001_Road.xls	Dati Mappa Acustica Strategica
SHAPEFILE METADATA – DF1_5	IT_a_DF1_5_2015_Agg_IT_a_ag00001_Location.shp	Shapefile notifica agglomerato
SHAPEFILE METADATA – DF1_5	IT_a_DF1_5_2015_Agg_IT_a_ag00001_Location.xls	Metadato notifica agglomerato
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_OverallSources_NoiseAreaMap_Lden.shp	Shapefile aree isolivello Lden overall
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_OverallSources_NoiseAreaMap_Lnight.shp	Shapefile aree isolivello Lnight overall
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_OverallSources_NoiseContourMap_Lden.shp	Shapefile curve isolivello Lden overall
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_OverallSources_NoiseContourMap_Lnight.shp	Shapefile curve isolivello Lnight overall
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Roads_NoiseAreaMap_Lden.shp	Shapefile aree isolivello Lden strade
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Roads_NoiseAreaMap_Lnight.shp	Shapefile aree isolivello Lnight strade
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Roads_NoiseContourMap_Lden.shp	Shapefile curve isolivello Lden strade
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Roads_NoiseContourMap_Lnight.shp	Shapefile curve isolivello Lnight strade
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Rails_NoiseAreaMap_Lden.shp	Shapefile aree isolivello Lden ferrovie
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Rails_NoiseAreaMap_Lnight.shp	Shapefile aree isolivello Lnight ferrovie
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Rails_NoiseContourMap_Lden.shp	Shapefile curve isolivello Lden ferrovie
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Rails_NoiseContourMap_Lnight.shp	Shapefile curve isolivello Lnight ferrovie
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Air_NoiseAreaMap_Lden.shp	Shapefile aree isolivello Lden aeroporto
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Air_NoiseAreaMap_Lnight.shp	Shapefile aree isolivello Lnight aeroporto
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Air_NoiseContourMap_Lden.shp	Shapefile curve isolivello Lden aeroporto
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Air_NoiseContourMap_Lnight.shp	Shapefile curve isolivello Lnight aeroporto
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Ind_NoiseAreaMap_Lden.shp	Shapefile aree isolivello Lden industrie e porto
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Ind_NoiseAreaMap_Lnight.shp	Shapefile aree isolivello Lnight industrie e porto
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Ind_NoiseContourMap_Lden.shp	Shapefile curve isolivello Lden industrie e porto
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Ind_NoiseContourMap_Lnight.shp	Shapefile curve isolivello Lnight industrie e porto
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_OverallSources_NoiseAreaMap_Lden.xls	Metadato aree isolivello Lden overall
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_OverallSources_NoiseAreaMap_Lnight.xls	Metadato aree isolivello Lnight overall
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_OverallSources_NoiseContourMap_Lden.xls	Metadato curve isolivello Lden overall
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_OverallSources_NoiseContourMap_Lnight.xls	Metadato curve isolivello Lnight overall

DATI IN FORMATO EDITABILE		
Categoria	Nome file	Descrizione
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Roads_NoiseAreaMap_Lden.xls	Metadato aree isolivello Lden strade
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Roads_NoiseAreaMap_Lnight.xls	Metadato aree isolivello Lnight strade
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Roads_NoiseContourMap_Lden.xls	Metadato curve isolivello Lden strade
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Roads_NoiseContourMap_Lnight.xls	Metadato curve isolivello Lnight strade
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Rails_NoiseAreaMap_Lden.xls	Metadato aree isolivello Lden ferrovie
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Rails_NoiseAreaMap_Lnight.xls	Metadato aree isolivello Lnight ferrovie
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Rails_NoiseContourMap_Lden.xls	Metadato curve isolivello Lden ferrovie
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Rails_NoiseContourMap_Lnight.xls	Metadato curve isolivello Lnight ferrovie
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Air_NoiseAreaMap_Lden.xls	Metadato aree isolivello Lden aeroporto
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Air_NoiseAreaMap_Lnight.xls	Metadato aree isolivello Lnight aeroporto
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Air_NoiseContourMap_Lden.xls	Metadato curve isolivello Lden aerop.
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Air_NoiseContourMap_Lnight.xls	Metadato curve isolivello Lnight aerop.
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Ind_NoiseAreaMap_Lden.xls	Metadato aree isolivello Lden industrie e porto
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Ind_NoiseAreaMap_Lnight.xls	Metadato aree isolivello Lnight industrie e porto
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Ind_NoiseContourMap_Lden.xls	Metadato curve isoliv. Lden industrie e porto
SHAPEFILE METADATA – DF4_8	IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00001_Ind_NoiseContourMap_Lnight.xls	Metadato curve isoliv. Lnight industrie e porto

7 CONCLUSIONI

Il presente lavoro è finalizzato all'aggiornamento quinquennale della Mappa Acustica Strategica dell'agglomerato di Bari e dei relativi dati da trasmettere alla Commissione Europea, ai sensi e per effetto di quanto disposto dal D.Lgs.194/05 del 19/08/2005 "*Attuazione della direttiva 2002/46/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale*". L'aggiornamento è stato redatto in ottemperanza alle *Specifiche tecniche – Predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/05)* [15], e alle *Linee Guida - Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore* [16], entrambe elaborate dal MATTM in data 10 marzo 2017, che assicurano la conformità della mappa acustica strategica ai requisiti minimi di cui all'allegato 4 del D.Lgs. 194/05.

L'agglomerato di Bari, unico con popolazione superiore a 250.000 abitanti all'interno della Regione Puglia, ha estensione coincidente con i limiti amministrativi del Comune di Bari, pari a circa 116 km², e interessa una popolazione di circa 326.300 abitanti (dati ISTAT aggiornati al 01/01/2016). Rispetto al precedente ciclo di scadenze previste dal D.Lgs. 194/05 si registra un incremento del numero di abitanti di quasi 10.000 unità, quantità che è stata spalmata nelle varie sezioni di censimento in funzione della presenza di nuovi edifici e della destinazione d'uso degli stessi.

Le sorgenti di rumore considerate per la redazione della mappa strategica sono tutte le infrastrutture stradali comunali e provinciali (mappate da ARPA Puglia), le infrastrutture stradali principali (integrando i dati trasmessi da ANAS e Autostrade per l'Italia), le infrastrutture ferroviarie principali (integrando i dati trasmessi da RFI e da Ferrotramviaria), le ferrovie non principali (mappate da ARPA Puglia), i siti di attività industriale (assoggettati ad A.I.A), il porto e l'aeroporto.

La metodologia di studio ha sostanzialmente ricalcato quella già utilizzata per l'elaborazione della mappa acustica strategica dell'agglomerato di Bari con scadenza giugno 2012, con l'introduzione di alcune novità tra cui l'utilizzo della mappa uso suolo, che ha consentito di calcolare nel modello di simulazione i livelli di rumore considerando i coefficienti di assorbimento acustico delle varie zone del territorio, ed il calcolo del numero

di edifici esposti ai diversi intervalli di rumorosità L_{den} e L_{night} distinti per tipologia (fornito in ottemperanza alle Linee Guida del MATTM relative alla stesura delle relazioni per le MAS [16]). Tali migliorie hanno consentito di aumentare la precisione del calcolo degli esposti e di fornire nuove indicazioni in vista dell'aggiornamento del Piano di Azione dell'agglomerato di Bari la cui scadenza è prevista nel luglio 2018.

Allo stesso tempo occorre evidenziare il persistere di alcune criticità nell'elaborazione delle mappe, a partire dalla scarsa reperibilità di dati di input aggiornati presso gli organi competenti nonché la mancanza di dati/informazioni richieste ad alcuni enti gestori di infrastrutture principali obbligati alla loro consegna ex lege all'autorità competente per gli agglomerati.

A partire dai risultati mostrati al paragrafo 5 è possibile fare un'analisi sulla rumorosità dell'agglomerato sia in termini assoluti sia in relazione a quanto emerso nell'ambito della precedente Mappa Strategica.

In prima battuta è possibile osservare che, come per la precedente Mappa Strategica, la principale sorgente di rumore in termini di popolazione esposta si conferma essere quella relativa al traffico stradale prodotto dalle infrastrutture della zona urbana.

Soffermandoci sull'esposizione globale (overall sources) della popolazione ai livelli superiori alle soglie di potenziale rischio definite a livello internazionale (65 dB(A) per L_{den} e 55 dB(A) per L_{night}), il rumore stradale incide per un valore intorno al 99,6 % per L_{den} e al 96,1% per L_{night} .

Allo stesso modo le altre sorgenti prese in considerazione si confermano poco significative in termini di popolazione esposta, con poche migliaia di esposti concentrati sugli intervalli più bassi di rumore sia per L_{den} che per L_{night} per il rumore ferroviario e per quello aeroportuale, e con un numero di esposti pressoché trascurabile per le sorgenti industriali e il porto. Ciò è dovuto alla dislocazione relativa sorgenti/esposti ed ai valori di potenza sonora di alcune infrastrutture che talvolta sono risultati estremamente ridotti, come nel caso delle infrastrutture ferroviarie locali. Per quanto riguarda il contributo degli assi ferroviari principali si rammenta la discrepanza nei risultati di esposizione al rumore tra i dati dichiarati dai gestori e quelli complessivi ricavati da Arpa Puglia (cfr. paragrafo 5.2); tuttavia in termini percentuali l'impatto sulla popolazione è ridotto in entrambi i casi.

Volendo invece confrontare l'evoluzione dei risultati di esposizione dovuti a tutte le sorgenti (overall sources) nel periodo 2012-2017 (cfr. grafici della Figura 7.1) si può osservare ancora una discreta percentuale di popolazione esposta a livelli superiori alle soglie di potenziale rischio summenzionate, seppure in calo rispetto alla precedente MAS (dal 31% al 25% per L_{den} e dal 40% al 32% per L_{night}).

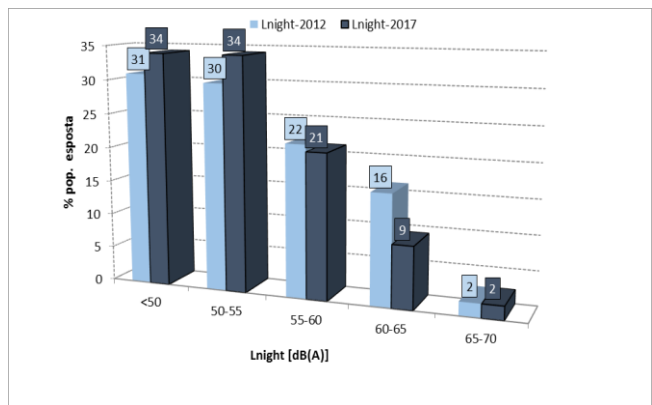
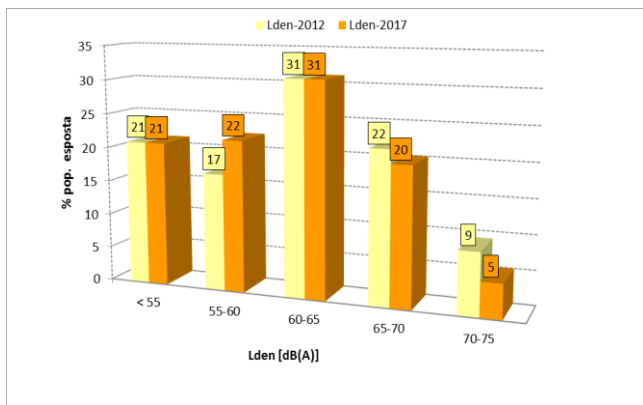


Figura 7.1 – MAS 2012 e MAS 2017: confronto tra le percentuali di popolazione esposta ai livelli di L_{den} e L_{night} per tutte le sorgenti (overall sources)

In merito ai livelli più elevati, viene confermata l'assenza di esposti a livelli superiori a 75 dB(A) per L_{den} e 70 dB(A) per L_{night} , mentre nella fascia 70-74 dB(A) per L_{den} e 65-69 dB(A) per L_{night} si registra rispettivamente circa l'5% e il 2% della popolazione totale dell'agglomerato, con un calo dalla precedente MAS del 4% solo per l'indicatore L_{den} .

Alla luce di tali risultati è possibile quindi registrare, al netto delle diverse fonti di incertezza legate alla metodologia di misura e di modellizzazione, un lieve miglioramento complessivo del clima acustico dell'agglomerato, con lo spostamento degli esposti dagli intervalli più elevati a quelli più bassi per entrambi gli indicatori L_{den} e L_{night} .

Tuttavia è doveroso evidenziare il perdurare di alcune criticità che non permettono allo stato attuale una correlazione diretta tra il miglioramento registrato ed una causa oggettivamente osservabile.

A tal proposito si rammenta che nel caso della Regione Puglia l'ente competente per la redazione del Piano di Azione (Arpa Puglia) e l'ente preposto per la sua realizzazione (l'amministrazione comunale) non coincidono. Questo ha finora prodotto come effetto una mancanza di raccordo tra enti che limita di fatto la quantità e la qualità delle informazioni necessarie per verificare in maniera adeguata l'evoluzione del clima acustico dell'agglomerato.

Oltre alla difficoltà nel reperire dati aggiornati per la costruzione del modello previsionale, è da segnalare infatti la carenza di informazioni relative ad eventuali interventi messi in atto dall'ente territorialmente competente che siano direttamente o indirettamente collegati alla rumorosità delle sorgenti oggetto di mappatura (interventi sulla mobilità urbana, realizzazione di barriere acustiche, rifacimento di pavimentazione stradale, sistemi di fluidificazione del traffico, variazione nei percorsi di mezzi pesanti, rinnovo del parco mezzi di trasporto pubblico, etc..) o che siano stati attuati per effetto del

recepimento del Piano di Azione (avvenuto nel caso del Comune di Bari solo a maggio del 2016).

Si ricorda inoltre che tra l'elaborazione dell'ultimo Piano di Azione di Bari e la redazione della presente Mappa Acustica Strategica è trascorso un periodo relativamente limitato (circa 18 mesi) e non il quadriennio previsto dalla norma, circostanza che non consente di effettuare correlazioni dirette tra i contenuti dei due elaborati.

L'insieme di questi aspetti mette in luce un contesto che ostacola il naturale processo di gestione e miglioramento del rumore dell'agglomerato così come concepito dalla direttiva comunitaria END e porta ad auspicare come sempre una maggiore e più proficua collaborazione con gli enti territorialmente interessati dalle mappe strategiche e dai Piani di Azione, primo fra tutti il Comune, che potrebbe trarne importanti strumenti per fattive azioni di tutela del territorio.

Arpa Puglia, come fatto finora, continuerà a promuovere iniziative volte alla creazione di sinergie d'azione con le amministrazioni comunali degli agglomerati della Regione, sollecitando altresì, dove assenti, l'adozione degli strumenti di pianificazione acustica già previsti per legge (Piano di Classificazione Acustica Comunale, Piano di Risanamento Acustico Comunale).

8 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194, Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (G.U.R.I. n. 222 del 23/9/2005).
- [2] Legge 26 ottobre 1995, n. 447, Legge quadro sull'inquinamento acustico (Suppl. Ord. n. 125 alla G.U.R.I. n. 254 del 30/10/1995).
- [3] Decreto Ministeriale 16 marzo 1998, Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico (G.U.R.I. n. 76 del 1/4/1998).
- [4] Direttiva Europea 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (END).
- [5] Raccomandazione della Commissione Europea del 6 agosto 2003, Concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità, G.U.C.E. L 212/49-64 del 22 agosto 2003.
- [6] European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) - Position Paper - Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure - Version 2, 13 August 2007
- [7] IMAGINE - Improved Methods for the Assessment of the Generic Impact of Noise in the Environment – “Description of the Source Database” - WP7: Industrial Noise, 06 febbraio 2007.
- [8] Norma ISO 9613-2:1996 – “Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation”.
- [9] Norma UNI 9884:1997 – “Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale”.
- [10] Rapporto tecnico UNI/TR 11326 – “Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica - Parte 1: Concetti generali”, maggio 2009.
- [11] CadnaA user's manual - Version 3.7, DataKustik GmbH, Greifenberg, Germany 2007
- [12] Mappa Acustica Strategica dell'Agglomerato di Bari – Relazione Tecnica Descrittiva – ARPA Puglia – Riferimento normativo Giugno 2012
- [13] G.Licitra, W. Probst - Noise Mapping in the EU, Models and Procedures, CRC Press, 2013

- [14] Decreto Legislativo 17 febbraio 2017, n. 42, Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161. (G.U. n.79 del 4-4-2017)
- [15] Specifiche tecniche – Predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/05), MATTM, 10 marzo 2017
- [16] Linee Guida - Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore, MATTM, 10 marzo 2017
- [17] ENAC – “Dati di traffico 2016”