

Gli effetti del rumore aeroportuale sulle comunità locali: il caso pugliese

Elsa Amaddeo¹, Mario Intini^{1*}, Federica Nuzzo¹, Ada Spiru¹,

¹Dipartimento Economia, Management e Diritto dell'Impresa, Università degli Studi di Bari "Aldo Moro"

**corresponding author: Mario Intini (mario.intini@uniba.it)*

Il rumore aeroportuale rappresenta una notevole fonte di disturbo per le comunità vicine agli aeroporti. La regolamentazione regionale, nazionale e comunitaria stabilisce limiti chiari per l'inquinamento acustico degli aeroporti, con sistemi di monitoraggio costante per valutare il rumore nelle immediate vicinanze. Questo monitoraggio è un efficace strumento per gestire l'inquinamento acustico e analizzare l'impatto ambientale del rumore aeroportuale.

In questo contesto, il caso pugliese rappresenta un interessante caso di studio. La Puglia ha recentemente presentato il Piano strategico 2023-2028 per il potenziamento e rilancio dei suoi aeroporti, e vanta al contempo un asset aeroportuale diversificato in termini di tipologia di traffico, con strutture di elevata qualità tecnologica e professionale. Gli scenari futuri di sviluppo del traffico aeroportuale, differenziati in base alla tipologia di traffico, rendono l'analisi del rumore aeroportuale nei pressi dei quattro scali della rete pugliese di particolare interesse.

Durante il periodo di analisi compreso tra gennaio 2010 e marzo 2023, si è riscontrato un aumento del rumore nei principali aeroporti pugliesi (Bari e Brindisi). Questo incremento è stato temporaneamente mitigato durante la pandemia da COVID 19 ma ha poi ripreso a crescere parallelamente all'aumento del traffico aereo.

Questo studio fornisce le basi per future ricerche che possono essere di supporto ai policy makers per la tutela dei cittadini dai disturbi acustici aeroportuali, una sfida crescente viste le prospettive di aumento della domanda di trasporto aereo in Italia.

Parole Chiave: Rumore aeroportuale; infrastrutture aeroportuali; sostenibilità territoriale; economia regionale.

1 Introduzione.

Il rumore ambientale, detto anche inquinamento acustico, è un problema in crescita negli ultimi anni. Le fonti principali di rumore ambientale sono i trasporti e l'industria ed entrambi, nel lungo termine, possono danneggiare la salute umana e incidere negativamente sugli ecosistemi. Sebbene la proporzione di persone esposte al rumore del traffico aereo sia inferiore rispetto a quello causato dal traffico su strada e ferrovia, il rumore proveniente dagli aerei è spesso percepito come più fastidioso rispetto ad altre fonti di rumore¹. La sua intensità e prevalenza in alcune comunità vicine agli aeroporti rende il rumore degli aerei di particolare interesse. Nonostante gli sviluppi tecnologici abbiano ridotto

¹ ISO 1996-1 (2003) Acoustics – Description, Measurement and Assessment of Environmental Noise – Part 1: Basic Quantities and Assessment Procedure.

il livello di rumore degli aeromobili del 75% negli ultimi 50 anni (EU, 2012, *Towards a comprehensive noise strategy*), l'aumento costante del traffico aereo, soprattutto con l'espansione delle compagnie low-cost, ha comportato una significativa crescita dell'impatto acustico. Il rumore aeroportuale è causato principalmente dalle fasi di decollo e atterraggio e, pertanto, l'incremento del numero di movimenti aerei aumenta l'esposizione e il disagio per le comunità residenti nelle vicinanze degli aeroporti. Le esternalità negative generano un impatto non solo economico (ad esempio sul valore degli immobili), ma anche sulla salute dei residenti. Numerosi studi hanno dimostrato che essere esposti a lungo termine, e in modo regolare, ad alti livelli di rumore induce effetti avversi sulla salute (Kim et al., 2022). In Italia, uno studio sulla valutazione dell'impatto del rumore aeroportuale su 73.272 residenti nelle vicinanze di sei aeroporti italiani, indica che in un anno l'esposizione a livelli di rumore aeroportuale maggiori di 55 decibel (dB) ha causato nella popolazione 4.607 addizionali di ipertensione; 3,4 casi di infarto miocardico acuto; sintomi di irritabilità e fastidio generico in 9.789 persone e disturbi del sonno in 5.084 soggetti (Ancona et al., 2014). Per poter arginare le esternalità negative causate dal rumore aeroportuale sono state poste delle limitazioni al rumore, sancite da decreti e normative nazionali ed internazionali. In Italia, il quadro normativo che regola il rumore aeroportuale è definito a livello comunitario, nazionale e regionale, stabilendo limiti chiari per l'inquinamento acustico generato dagli aeromobili e prevede che il rumore venga costantemente misurato da sistemi di monitoraggio in prossimità degli aeroporti. Il monitoraggio del rumore aeroportuale rappresenta infatti uno strumento efficace e flessibile per la gestione dell'inquinamento acustico, per l'analisi dell'impatto ambientale dei rumori aeroportuali e, di conseguenza, per la gestione delle operazioni aeroportuali stesse. La Puglia rappresenta un caso di studio interessante, poiché la regione è connessa con tutte le più importanti destinazioni nazionali, internazionali, e ha registrato un notevole aumento del traffico aereo negli ultimi anni. Nel 2022 negli aeroporti di Bari e Brindisi sono transitati circa 9 milioni di passeggeri, con un incremento del 12,45% rispetto all'anno precedente². Inoltre, nel luglio 2023, Aeroporti di Puglia ha presentato un ambizioso piano strategico per il potenziamento e rilancio dei suoi aeroporti, con previsioni di significativi impatti socioeconomici³.

Tuttavia, la localizzazione degli aeroporti in prossimità di aree urbanizzate, potrebbe comportare un aumento dell'esposizione al rumore per la popolazione locale.

Di conseguenza, è necessaria un'analisi preliminare dei livelli di rumore generati dagli aeroporti situati nella regione pugliese, nello specifico quelli di Bari, Brindisi, Foggia e Taranto-Grottaglie.

Questa analisi mira a fornire una panoramica dei livelli di rumore in relazione al volume e alla tipologia di traffico aereo. L'obiettivo è guidare le scelte dei *policy makers* e contribuire alla tutela dei cittadini pugliesi e all'ottimizzazione delle politiche di gestione del rumore aeroportuale.

Dopo l'introduzione, la sezione 2 è dedicata ai riferimenti normativi, mentre la sezione 3 presenta la letteratura sul rumore aeroportuale. Nella sezione 4 viene brevemente descritta la "Rete aeroportuale" pugliese e il suo sistema di monitoraggio e nella sezione 5 si presenta un'analisi di trend del rumore aeroportuale, mentre le conclusioni, nella sezione 6, suggeriscono alcune prime implicazioni per future ricerche e in termini di policy.

2 Riferimenti normativi.

Nel corso degli anni sono state adottate delle misure per contenere gli effetti negativi legati alle emissioni sonore sia a livello europeo che nazionale e regionale⁴. A livello comunitario, nel 2002 è stata emanata la direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale, al fine di definire un approccio comune volto a evitare, prevenire o ridurre, gli effetti nocivi dell'esposizione al rumore ambientale. In Italia, l'inquinamento acustico è regolamentato dalla Legge quadro numero 447 sull'inquinamento acustico, del 26 ottobre 1995, nella quale sono fissati i valori limite di emissione, distinti in:

- valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale;

² Fonte: <https://www.aeroportidipuglia.it/news/il-2022-anno-doro-per-aeroporti-di-puglia/>

³ Fonte: <https://press.regione.puglia.it/-/adp-piano-strategico-2023-2028.-presentato-il-futuro-della-rete-aeroportuale-pugliese>

⁴ La normativa di riferimento è riportata in Appendice.

- valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo.

Per quanto concerne i criteri e le modalità di misura del rumore aeroportuale, il DM 31/10/1997 introduce l'indice di valutazione LVA (Livello di Valutazione del rumore Aeroportuale) che esprime l'impronta al suolo delle emissioni sonore prodotte dal sorvolo degli aeromobili ed è quindi indipendente dal contesto della zona interessata e dalla rumorosità caratteristica della stessa.

Lo stesso Decreto, all'art. 6, introduce la caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale. Essa prevede che nell'intorno aeroportuale siano individuate tre aree di rispetto, delimitate da isocurve LVA, all'interno delle quali vi sono vincoli urbanistici e sono stabiliti differenti limiti di rumore che interesseranno l'area considerata:

- zona A con LVA compreso tra 60 e 65 dB: non sono previste limitazioni;
- zona B con LVA compreso tra 65 e 75 dB: in tale zona sono previste generalmente attività di tipo produttivo o commerciale o agricolo, ma anche uffici qualora vengano adottate misure di isolamento acustico;
- zona C con LVA superiore al valore di 75 dB: sono possibili soltanto le attività connesse all'uso dell'infrastruttura stessa.

All'esterno di tali fasce, il rumore di origine aeroportuale concorre al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione e non può superare il valore di 60 dB (LVA).

La normativa vigente prevede una mappatura acustica strategica per regolamentare le emissioni sonore e prevenire l'esposizione della popolazione residente a livelli di rumore nocivi. In prossimità degli aeroporti sono quindi presenti alcune centraline di misura fisse, utili alla rilevazione del rumore e al superamento di eventuali limiti imposti dalla legge.

3 Letteratura.

Con l'incremento costante del traffico aereo, a partire dalla fine degli anni '90, si è assistito a una crescente produzione di lavori scientifici volti a contribuire all'analisi del fenomeno aeroportuale.

Tra i vari studi, è possibile identificare tre principali aree di interesse: gli impatti economici, ambientali e sulla salute generati dalla prossimità agli aeroporti. La maggior parte di tali studi evidenzia esternalità negative, come la relazione tra l'esposizione al rumore aeroportuale e i problemi di salute dei residenti, nonché l'effetto sul deprezzamento del valore delle abitazioni e i costi ambientali correlati.

Dal punto di vista sanitario, l'esposizione prolungata al rumore degli aeroporti è stata associata a una serie di problemi di salute, tra cui stress, disturbi del sonno e problemi cardiovascolari (Wolfe et al., 2017). Lawton & Fujiwara (2016) hanno dimostrato che vivere sotto le traiettorie di volo del traffico aereo ha un effetto negativo sul benessere delle persone; Fujiwara et al. (2017) hanno riportato livelli di rilassamento significativamente più bassi tra gli intervistati nelle vicinanze degli aeroporti in Inghilterra.

Inoltre, il rumore aeroportuale può influire negativamente sul valore delle abitazioni nelle vicinanze, riducendone il prezzo di mercato e generando potenziali perdite economiche per i proprietari (Jud et al., 2006; Pope, 2008; Lijesen et al., 2010; Püschel & Evangelinos, 2012). Dekkers & van der Straaten (2009), considerano diverse fonti di rumore (aeroportuale, stradale, ferroviario) in prossimità dell'aeroporto di Amsterdam. Trovano che, ceteris paribus, maggiori livelli di rumore implicano un minore valore delle case e che quelli attribuibili al traffico aereo hanno un maggiore impatto. Bishop & Laing (2020) analizzando l'aeroporto di Cairns, Queensland, Australia, indicano che le proprietà sotto la traiettoria di volo hanno un valore significativamente più basso. Espey & Lopez (2000) hanno rilevato che le case in aree con livelli di rumore oltre i 65 dB vengono vendute a circa 2.400 dollari in meno rispetto alle case che si trovano in zone più silenziose. Inoltre, Zheng et al. (2020), utilizzando il quasi-experimental design study per l'aeroporto di Hong Kong, dimostrano che la riduzione del rumore aereo può portare a un aumento di circa il 24% dei prezzi delle case circostanti l'aeroporto.

Dal lato ambientale, vi sono rilevanti costi associati all'inquinamento acustico e alle emissioni correlate al traffico aereo. Grampella et al. (2017) mostrano che l'impatto ambientale può variare in base ad alcuni fattori tra cui il numero di movimenti, la dimensione e l'età degli aeromobili.

Tuttavia, non mancano le ricerche che mettono in luce gli impatti positivi sull'economia, come la generazione di occupazione e lo stimolo all'attività economica associati alla presenza di un aeroporto

nella regione (Hakfoort et al., 2001). Tomkins et al. (1998), analizzando l'area in prossimità dell'aeroporto di Manchester, hanno dimostrato che la presenza di un aeroporto può avere effetti positivi sul mercato immobiliare, in quanto fornisce maggiore accesso e opportunità di lavoro per i residenti, superando gli impatti negativi. McMillen (2004) ha studiato l'aeroporto di Chicago O'Hare, rilevando che aerei più silenziosi hanno consentito all'aeroporto di espandersi senza ridurre il valore delle proprietà locali.

In sintesi, la letteratura mostra una varietà di risultati sugli impatti economici e sulla salute legati alla prossimità agli aeroporti. Mentre alcuni studi evidenziano gli impatti negativi del rumore aeroportuale sul valore delle proprietà e sul benessere delle persone, altri sottolineano gli effetti positivi in termini di accesso e opportunità di lavoro. Questa complessa interazione tra impatti negativi e positivi rappresenta un'area cruciale di studio, in quanto fornisce informazioni essenziali per lo sviluppo di politiche e strategie di gestione degli aeroporti che tengano conto degli impatti che gli aeroporti possono avere sulla società. La Tabella 1 in appendice presenta un elenco, seppur non esaustivo, dei principali studi empirici sul rumore aeroportuale con una breve descrizione della metodologia e dei risultati ottenuti.

4 La “Rete aeroportuale” pugliese.

La “Rete aeroportuale” pugliese, la prima a essere designata in Italia recependo la Direttiva UE 2009/12, legge n. 27/2012 e in conformità al Piano nazionale degli aeroporti, “federa” i quattro scali regionali in un'unica struttura centralizzata. Questa rete comprende quattro aeroporti:

- l'aeroporto di Bari rappresenta l'elemento cardine della rete aeroportuale regionale. Nel 2022 ha superato un traguardo storico⁵: i passeggeri in arrivo e partenza sono stati 6.190.490, il +11,91% rispetto al totale 2019. Di questi 3.503.774 (+16,57%) si riferiscono ai voli di linea internazionali;

- l'aeroporto di Brindisi è la porta d'accesso ad un territorio a fortissima vocazione turistica. Nel 2022 i passeggeri sono stati 3.058.999, il +13,56% rispetto al 2019⁶;

- l'aeroporto di Foggia è la struttura minore. L'eliporto infatti è stato a lungo utilizzato da una sola compagnia aerea, Alidaunia, per voli turistici verso il Gargano e le isole Tremiti. L'aeroporto è stato recentemente interessato da alcuni interventi per il prolungamento della pista, in modo tale da poter consentire e incrementarne l'operatività e il suo utilizzo da parte di aeromobili di maggiore capacità;

- l'aeroporto di Taranto-Grottaglie, aeroporto di interesse nazionale, riveste una preminente funzione cargo-logistica. Attualmente senza voli commerciali passeggeri ma potenzialmente utilizzabile in tal senso, è interessato da un suo ulteriore sviluppo quale infrastruttura strategica per l'Europa per la crescita del sistema industriale ed accademico al servizio del comparto aeronautico e aerospaziale. Inoltre, è stato individuato quale primo spaziorporto italiano destinato ad accogliere voli suborbitali⁶.

L'attuazione del Piano strategico 2023-2028⁷ prevede investimenti significativi, con 270 milioni di euro destinati a infrastrutture (151 milioni), sostenibilità (70 milioni) e digitalizzazione (49 milioni). Questi investimenti avranno un notevole impatto economico, con previsioni di crescita significativa entro il 2035. Si stima che ci saranno 4.000 nuovi posti di lavoro diretti all'interno dei complessi aeroportuali e nella filiera dell'aviazione, oltre a 11.600 nuovi posti di lavoro nell'indotto e nel catalitico, tra cui il turismo. In termini di economia, si prevede un aumento di 1,15 milioni di presenze turistiche straniere entro il 2035, con un aumento di spesa di circa 700 milioni di euro e un aumento del PIL di un miliardo di euro rispetto al 2022 dovuto allo sviluppo aeroportuale. Il traffico passeggeri entro il 2035 registrerà un aumento del 53% rispetto al 2022. Bari avrà una crescita media del 3,4%, Brindisi del 2,9% e Foggia raggiungerà i 200mila passeggeri annui. Inoltre, il piano strategico prevede uno sviluppo tecnologico per i voli suborbitali e aviolanci di satelliti, con lo Spaziorporto di Grottaglie che assume un ruolo chiave come infrastruttura strategica per l'accesso autonomo allo spazio per l'Italia.

⁵ Fonte: <https://www.aeroportidipuglia.it/news/il-2022-anno-doro-per-aeroporti-di-puglia/>

⁶ Fonte: <https://corporate.aeroportidipuglia.it/azienda/gli-aeroporti/taranto/>

⁷ Fonte: <https://press.regione.puglia.it/-/adp-piano-strategico-2023-2028.-presentato-il-futuro-della-rete-aeroportuale-pugliese>

4.1 Descrizione del sistema di monitoraggio.

Aeroporti di Puglia S.p.A. gestisce i quattro aeroporti pugliesi e i relativi sistemi di monitoraggio del rumore. La società aeroportuale pugliese è sempre più orientata verso l'uso di tecnologie di ultima generazione per i recenti interventi in materia di qualità ambientale. Tra gli interventi più significativi quello del "Sistema Rumore AdP", per il monitoraggio del rumore e per l'analisi dell'impatto ambientale del rumore aeronautico. L'architettura del sistema di monitoraggio del rumore è definita da tre componenti⁸:

- il sistema periferico di acquisizione (centraline fisse e mobili). Attualmente le centraline di acquisizione presenti sui quattro scali sono 14 centraline fisse (6 a Bari; 4 a Brindisi; 2 a Grottaglie; 2 a Foggia).

- la rete di comunicazione;

- il sistema centrale di elaborazione e archiviazione dei dati inviati dalle centraline esterne.

I dati normalizzati e certificati sono disponibili sul server web di Aeroporti di Puglia, dove sono pubblicati i Valori storici dell'indice LVA (Livello di valutazione aeroportuale) registrati in prossimità dei quattro aeroporti di Foggia, Bari, Brindisi e Taranto-Grottaglie.

In Figura 1, 2, 3 e 4 è riportata, per ogni aeroporto, l'ubicazione delle centraline fisse di monitoraggio (punti di colore rosso)⁹ e delle piste aeroportuali (aree delimitate da linee di colore giallo).



Figura 1. Bari.



Figura 2. Brindisi.



Figura 3. Foggia.



Figura 4. Grottaglie.

5 Analisi di trend del rumore aeroportuale.

In Figura 5 è rappresentato l'andamento mensile del rumore aeroportuale registrato in media in prossimità di ciascun aeroporto pugliese. Da una prima analisi visiva sembrerebbe che i livelli di rumore si siano mantenuti mediamente stabili nel corso del tempo per tutti gli aeroporti pugliesi, eccezion fatta per il periodo di calo dovuto al COVID e alla successiva ripresa.

⁸ Fonte: <https://corporate.aeroportidipuglia.it/azienda/sistema-rumore/>

⁹ Fonte: https://www.arpa.puglia.it/pagina2893_rumore-aeroportuale.html

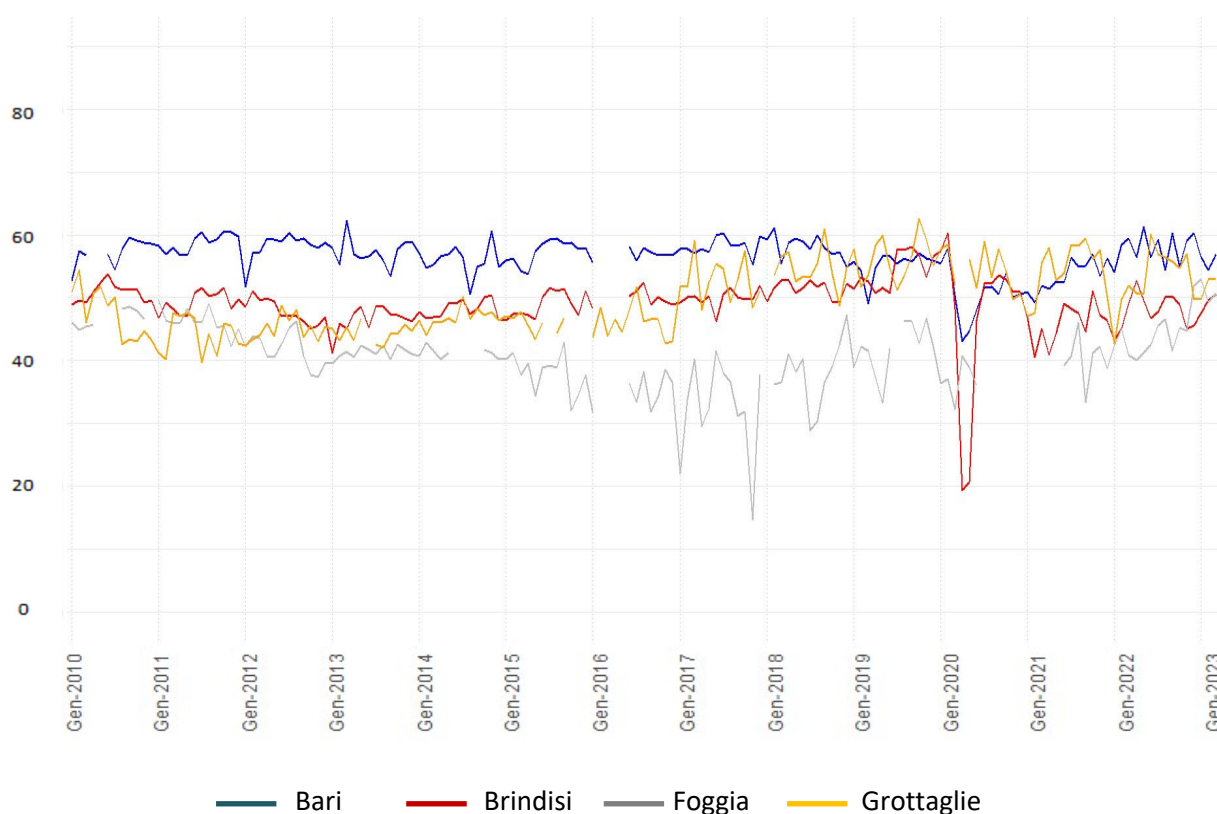


Figura 5. Trend delle medie mensili dell'indice LVA per città.

I dati sul rumore aeroportuale a Bari mostrano che il livello di rumore è più alto rispetto a quello registrato nelle altre città in quasi tutto il periodo considerato, ma l'indice LVA non ha mai superato i 65 dB. Si registra un trend pressoché stabile fino al 2019, seguito da una leggera diminuzione del rumore, tuttavia, dal 2021 al 2023, si assiste a un graduale incremento dei livelli acustici.

A Brindisi, la tendenza complessiva sembra essere verso un aumento dei livelli di rumore nel periodo che va dal 2014 al 2019, seguito da una diminuzione significativa nel 2020 e 2021, con un lieve aumento dal 2022. L'indice LVA ha superato la soglia di 60 dB solo nel febbraio 2020.

Per quanto riguarda Foggia, i dati mostrano un notevole declino dei livelli di rumore fino al 2017, seguito da un periodo di crescita costante negli anni successivi. Nel complesso, i livelli di rumore sono generalmente inferiori rispetto a quelli registrati nelle altre tre città pugliesi.

Infine, a Grottaglie, i dati mostrano una diminuzione costante dei livelli di rumore nei primi anni del periodo considerato, seguita da un periodo di crescita significativa tra il 2016 e il 2019.

In generale, la tendenza principale sembra essere quella di un aumento graduale dei livelli di rumore aeroportuale negli ultimi anni, con alcune fluttuazioni stagionali. L'elevata variabilità potrebbe essere infatti in parte spiegata dall'andamento del traffico in ciascuno scalo. Per tale ragione, sono valutati congiuntamente l'andamento del rumore e l'andamento del numero di movimenti di decollo/atterraggio. Nelle Figure 6-7-8-9 sono rappresentate le tendenze del valore annuale dell'indice LVA (calcolato secondo quanto previsto dalla normativa vigente ovvero considerando le 3 settimane di maggior traffico nei 3 quadrimestri di riferimento dell'anno) e del numero di movimenti¹⁰ (numero totale degli aeromobili in arrivo/partenza) registrati in prossimità di ciascun aeroporto¹¹.

¹⁰ Fonte: <https://assaeroporti.com/archivio/>

¹¹ Per l'aeroporto di Grottaglie non sono disponibili i dati sui movimenti.

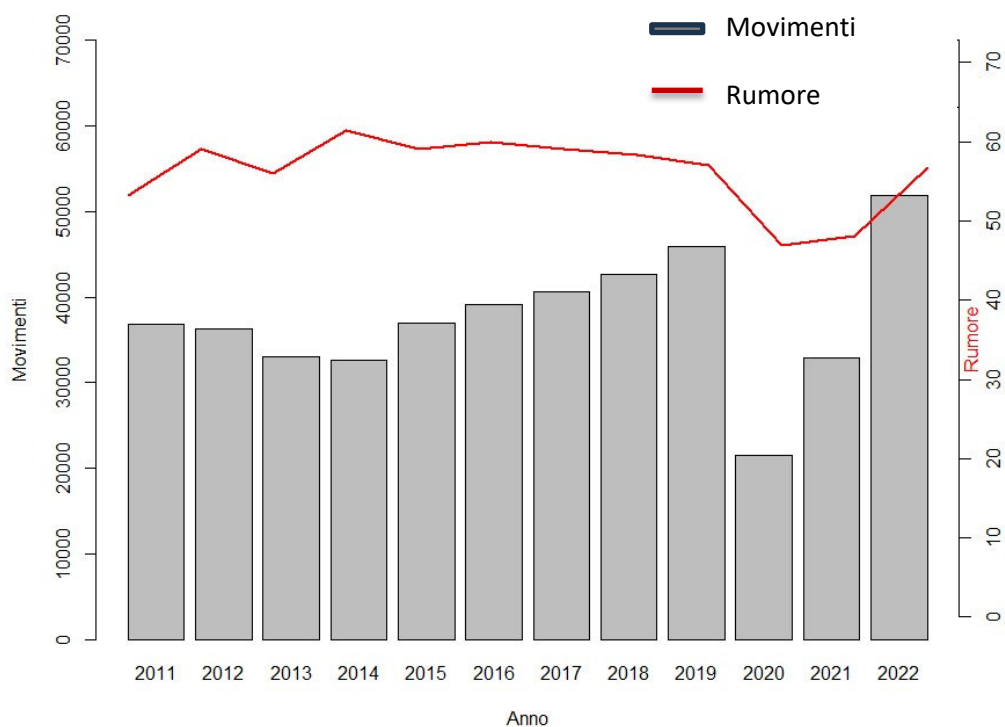


Figura 6. Trend del Rumore (valore annuale dell'indice LVA) e Movimenti a Bari.

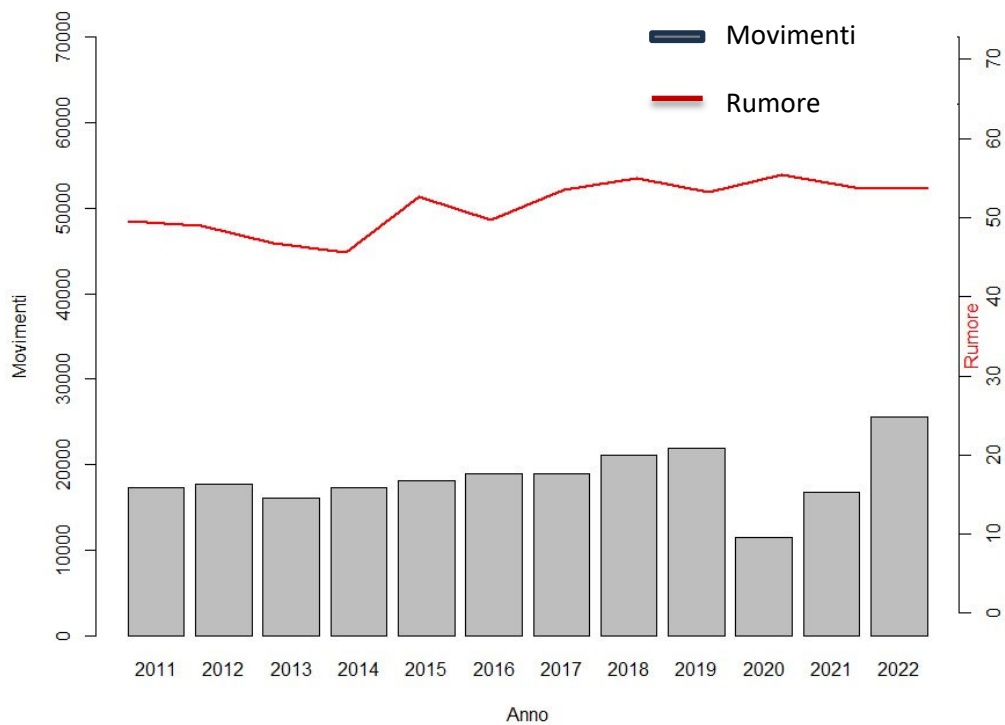


Figura 7. Trend del Rumore (valore annuale dell'indice LVA) e Movimenti a Brindisi.

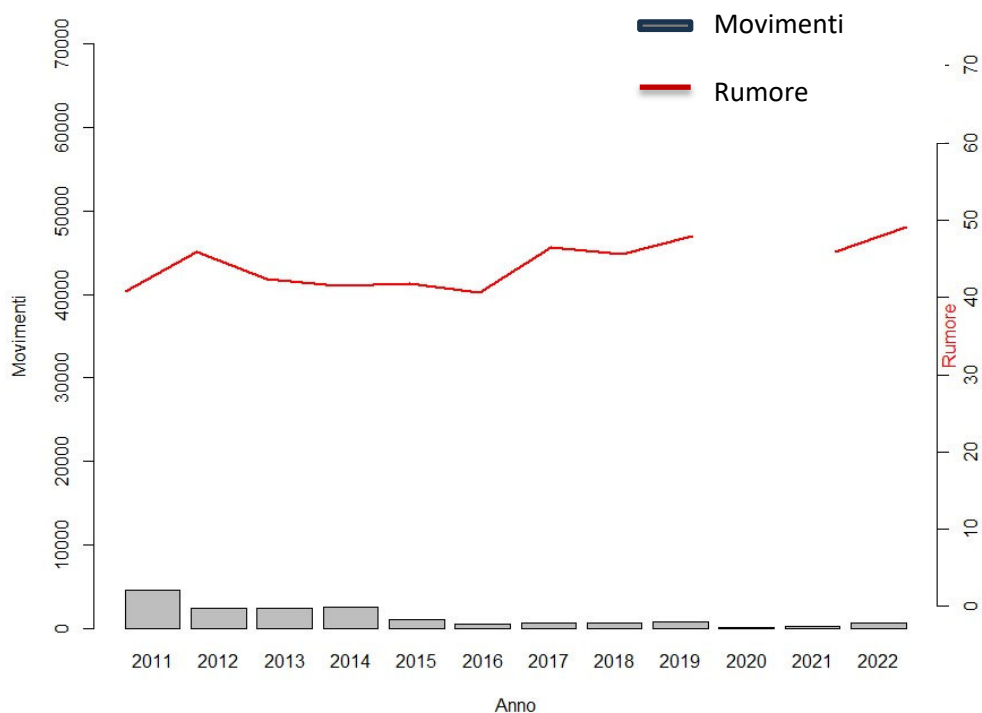


Figura 8. Trend del Rumore (valore annuale dell'indice LVA) e Movimenti a Foggia.

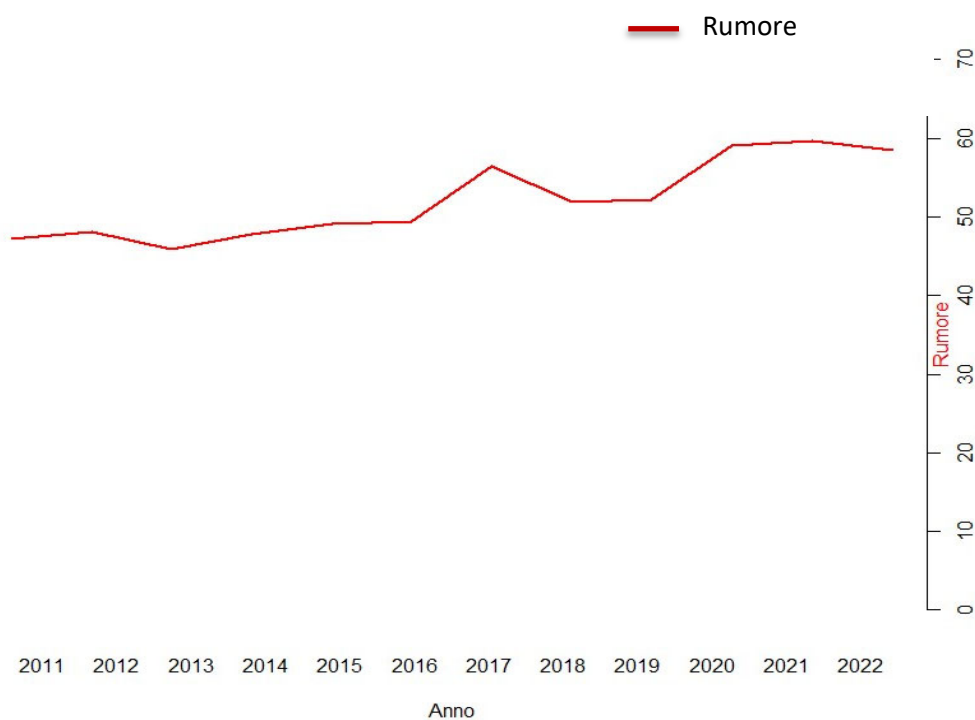


Figura 9. Trend del Rumore (valore annuale dell'indice LVA) a Taranto-Grottaglie.

In generale, l'andamento delle due serie dimostra che esiste una relazione tra il livello del rumore aeroportuale e il numero totale degli aeromobili in arrivo/partenza.

L'aeroporto di Bari ha registrato un calo del rumore aeroportuale e dei movimenti fino al 2014. Successivamente, fino al 2018, è cresciuto costantemente il numero di movimenti ma l'andamento del rumore si è mantenuto pressoché costante. Si segnala che tra il 2018 e il 2019 nell'aeroporto di Bari al fine di potenziare a livello qualitativo l'intera struttura e di incrementare il traffico di passeggeri al suo interno, sono stati effettuati i seguenti miglioramenti:

- prolungamento della pista;
- realizzazione di ulteriori manicotti d'imbarco;
- costruzione di hangar e strutture di utilità annesse.

Nel 2020, a causa della situazione pandemica, il traffico aereo ha subito un improvviso calo e di conseguenza è diminuito anche il livello di rumore registrato. Nel 2021 sono cresciuti entrambi gli indicatori ma i livelli restano inferiori rispetto a quelli registrati prima della crisi pandemica. Nel 2022 il numero di movimenti ha superato i livelli registrati prima della pandemia.

In modo simile, l'aeroporto di Brindisi ha registrato un graduale incremento dei movimenti e del rumore registrato, ad eccezione degli anni colpiti dalla pandemia.

Dalle figure 6-7 emerge che a fronte di un graduale aumento dei movimenti i livelli di rumore aeroportuale per Bari e Brindisi rimane sostanzialmente stabile. Ciò è probabilmente dovuto alle misure che AdP ha messo in atto negli anni per il contenimento e il controllo dell'inquinamento acustico, a cui si affianca l'utilizzo di nuove tecnologie che hanno consentito lo sviluppo di motori più efficienti e silenziosi.

Per quanto riguarda Foggia, il rumore registrato in prossimità dell'aeroporto è notevolmente inferiore rispetto agli altri aeroporti pugliesi con maggior traffico aereo (Bari e Brindisi). Dalla fine del 2022 l'aeroporto di Foggia è tornato ad avere alcuni voli di linea.

L'aeroporto di Taranto-Grottaglie ha registrato un lieve incremento del rumore. Tale crescita potrebbe essere un segnale dell'incremento dell'utilizzo dell'aeroporto in funzione cargo-logistica. L'aeroporto di Taranto-Grottaglie viene anche utilizzato come base militare e vanta del riconoscimento di primo spazioporto italiano.

Nel corso degli anni di funzionamento si sono verificati alcuni eventi (ad esempio guasti tecnici delle centraline e problemi di correlazione voli-eventi) che hanno portato ad anomalie nel sistema di monitoraggio presso i quattro aeroporti di Puglia e a sporadici missing nel database del sistema. Per verificare l'effetto di anomalie dovute a fenomeni legati alle rilevazioni delle singole centraline installate, nelle Figure 10-11-12-13 è rappresentato l'andamento del rumore aeroportuale medio mensile registrato da ciascuna centralina nel periodo gennaio 2010 - marzo 2023.

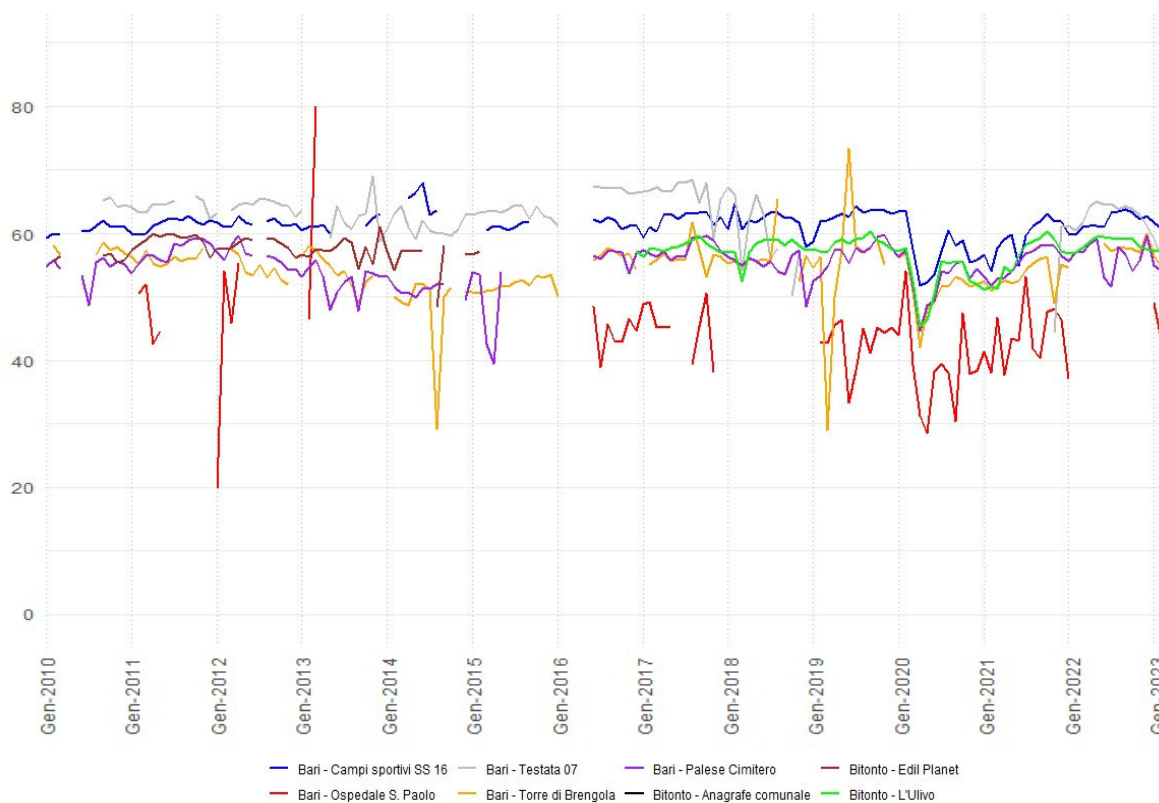


Figura 10. Medie mensili dell'indice LVA per ogni centralina di monitoraggio di Bari.

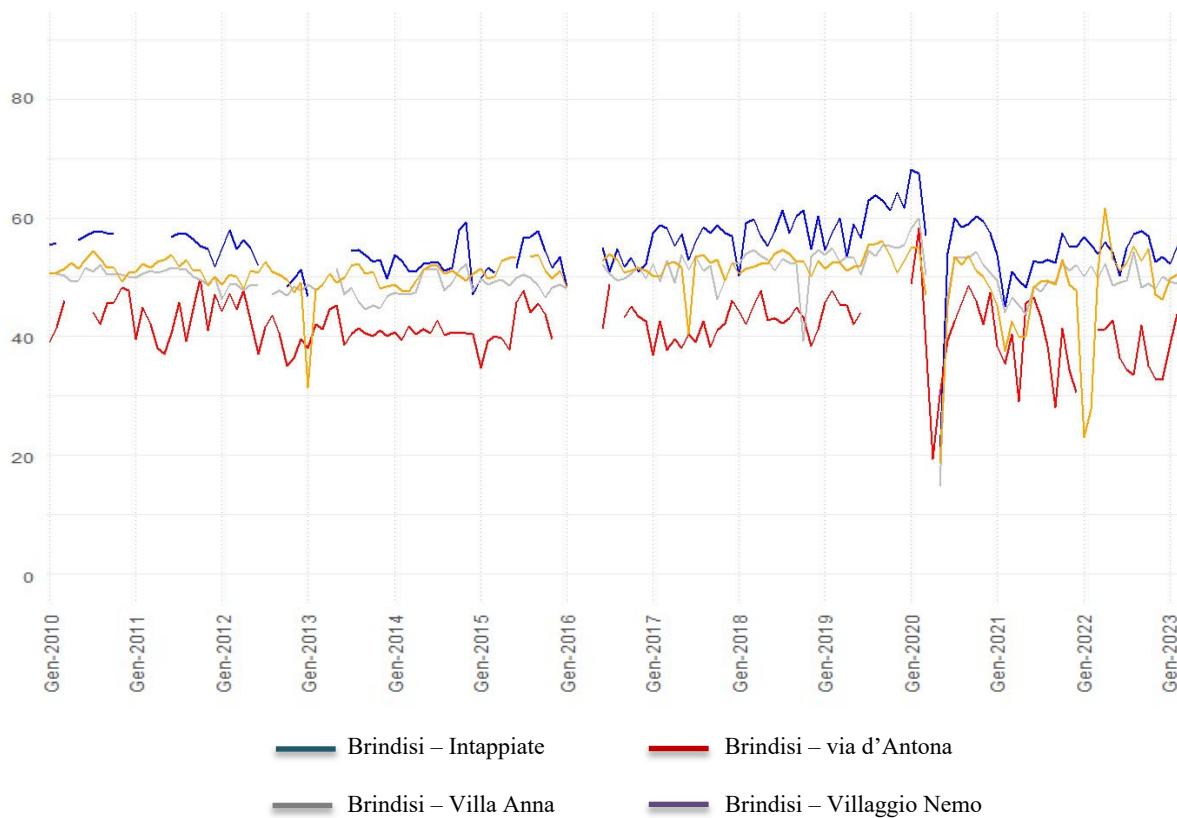


Figura 11. Medie mensili dell'indice LVA per ogni centralina di monitoraggio di Brindisi.

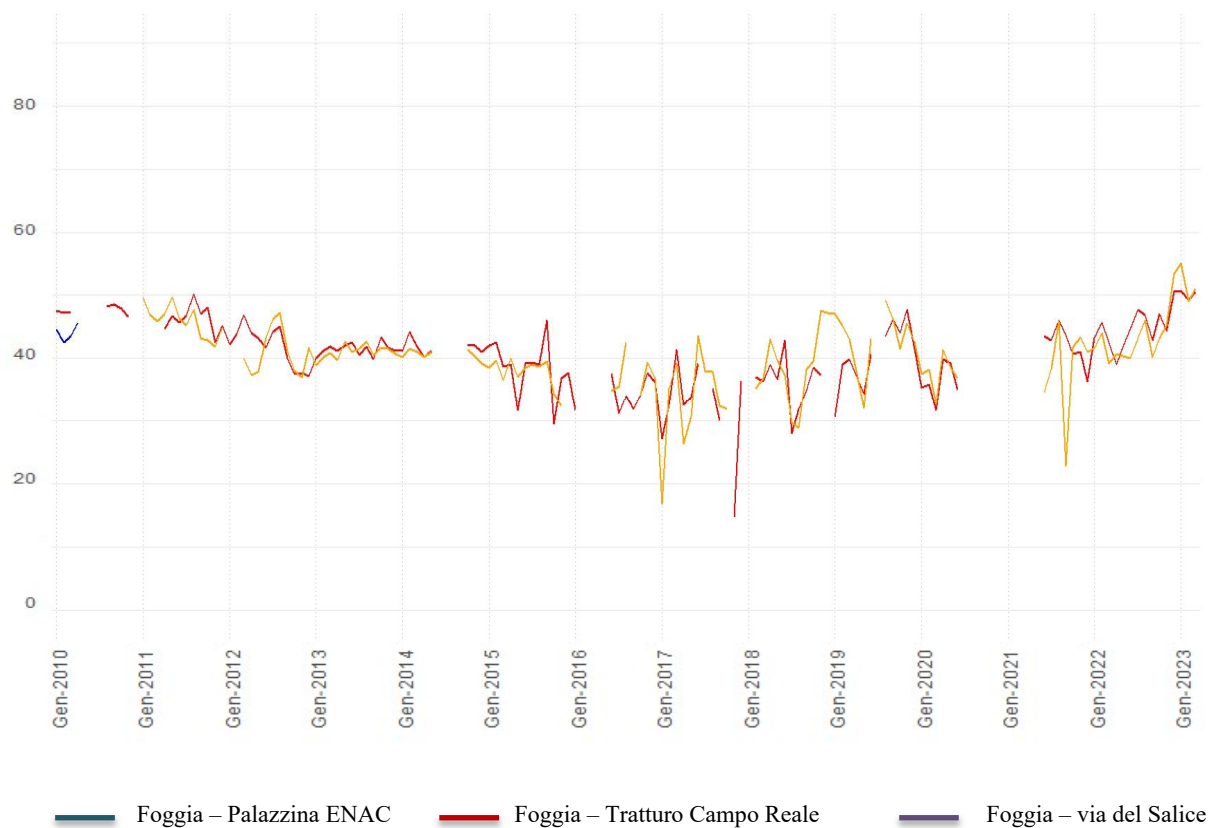


Figura 12. Medie mensili dell'indice LVA per ogni centralina di monitoraggio di Foggia.

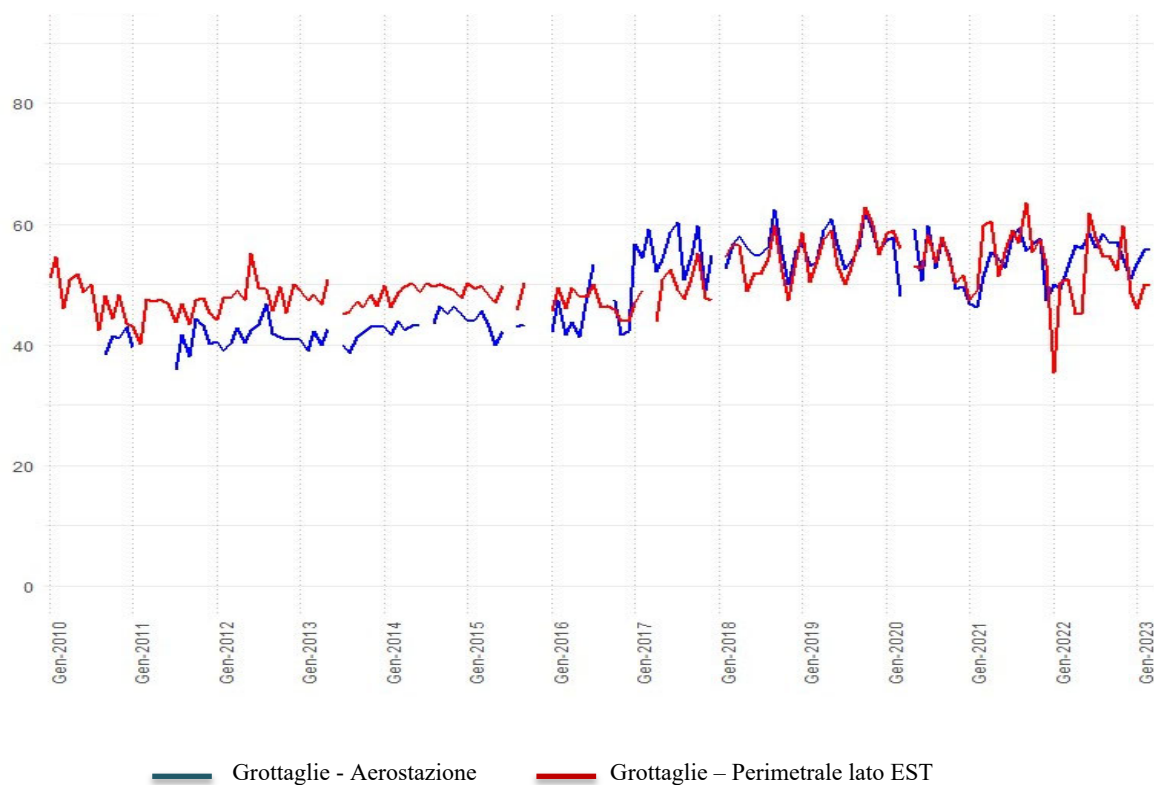


Figura 13. Medie mensili dell'indice LVA per ogni centralina di monitoraggio di Grottaglie.

Le centraline in ciascuna città hanno un andamento simile per l'intero periodo analizzato. Tuttavia, soprattutto a Bari e a Brindisi sono evidenti degli scostamenti tra i valori LVA registrati in alcuni periodi da diverse centraline. Ad esempio, a Bari, i valori LVA registrati dalla centralina "Bari - Campi Sportivi SS 16" risultano notevolmente superiori rispetto a quelli registrati dalla centralina "Bari - Ospedale San Paolo". A Brindisi, per tutto il periodo analizzato, la centralina "Brindisi - via d'Antona" ha registrato valori inferiori rispetto alla centralina "Brindisi - Intappiate" che, invece, ha registrato anche valori superiori a 60 dB. Spesso la ragione di tali scostamenti può essere ricondotta a malfunzionamenti, riscontrabili dall'osservazione dei dati e dai report semestrali, relativi all'attività di controllo dell'efficienza dei sistemi di monitoraggio degli aeroporti, presenti sul sito di ARPA Puglia¹². Ad esempio, la centralina "Bari - Ospedale San Paolo" ha registrato negli anni diversi malfunzionamenti. Nel 2010 ARPA Puglia segnala che la centralina posizionata nelle vicinanze dell'Ospedale San Paolo non rileva rumore aeronautico ma rumore ambientale (Comunicazione del Ministero Nota ARPA Puglia prot. 59761 del 14-12-2010). ARPA Puglia segnala in più relazioni la presenza di dati non coerenti e la concomitante assenza di calibrazione automatica (Comunicazione del Ministero Nota ARPA Puglia prot. 41898 del 25-06-2018).

Risulta evidente la necessità di garantire il corretto funzionamento delle centraline affinché il monitoraggio degli aeroporti sia efficace. Un'analisi oculata dovrebbe prendere in considerazione queste anomalie per implementare gli interventi appropriati, poiché una semplice analisi media per città potrebbe risultare fuorviante. Occorre, pertanto, una valutazione attenta per ciascuna centralina al fine di valutare gli impatti differenziati sui residenti in varie aree cittadine.

6 Conclusioni.

In conclusione, questo studio ha fornito un quadro informativo completo sulla normativa settoriale e sui principali studi empirici relativi agli effetti del rumore aeroportuale sul benessere dei cittadini. In questo contesto, la Puglia rappresenta un interessante caso di studio viste le prospettive di potenziamento e rilancio dei suoi aeroporti, vantando al contempo un asset aeroportuale diversificato in termini di tipologia di traffico, con strutture di elevata qualità tecnologica e professionale. In tale prospettiva, abbiamo presentato un'analisi preliminare dei livelli di rumore generati dagli aeroporti pugliesi nel periodo gennaio 2010 - marzo 2023, studiandone l'evoluzione nel corso degli ultimi anni.

In particolare, abbiamo osservato che i due aeroporti più frequentati in Puglia, cioè l'aeroporto di Bari e l'aeroporto di Brindisi, hanno registrato livelli di rumore costantemente elevati durante l'intero periodo considerato. Al contrario, l'aeroporto di Foggia ha mostrato valori di rumore relativamente bassi e in diminuzione. L'aeroporto di Taranto-Grottaglie ha evidenziato un livello di rumore alto e in crescita.

Sebbene siano generalmente rimasti entro i limiti stabiliti dalla normativa, l'analisi delle tendenze di trend dei dati registrati dalle singole centraline dimostra che in numerose occasioni alcune di esse hanno registrato un indice LVA superiore a 60 dB. Come suggerito da numerose ricerche, ciò può avere effetti avversi sul benessere e sulla salute della popolazione. È pur vero che il sistema di monitoraggio ha subito nel corso del tempo numerose anomalie e questo ha inevitabilmente avuto delle conseguenze sulla qualità dei dati pubblicati. Un efficace sistema di monitoraggio rappresenta un presupposto essenziale per la tutela dei cittadini tramite la gestione dell'inquinamento acustico e per l'analisi dell'impatto ambientale del rumore aeronautico finalizzata alla pianificazione delle traiettorie di volo e dell'attività aeroportuale stessa.

Negli ultimi anni, la società aeroportuale pugliese ha intrapreso interessanti interventi in materia di qualità ambientale, tra i quali quello del "Sistema Rumore AdP", per il monitoraggio del rumore e per l'analisi dell'impatto ambientale del rumore aeronautico.

Oltre alle misure relative al monitoraggio delle sorgenti numerose, vi sono altre misure e interventi utili al contenimento e al controllo dell'inquinamento acustico, che possono essere utilizzate sia nei piani di azione di livello nazionale e regionale che in quelli di livello locale. Queste misure operative includono il vincolo per gli aeromobili di seguire percorsi specifici durante gli avvicinamenti e i decolli,

¹² Disponibili fino al 27-12-2019. AdP con nota n. 10873 del 12/07/2019 ha comunicato che in data 2 luglio 2019 è stata attivata la nuova piattaforma SARAWEB attraverso cui consultare i dati di monitoraggio della rete.

nonché misure “passive” come l'acquisizione di proprietà più esposte al rumore aeroportuale e l'isolamento degli edifici più esposti.

Le *best practices* adottate da altri aeroporti internazionali possono orientare gli aeroporti pugliesi (Elliff et al., 2020). Ad esempio, l'aeroporto di Francoforte, oltre al programma di monitoraggio del rumore, ha implementato "misure attive" di riduzione del rumore, come un modello di tregua di rumore o *Continuous Descent Operations*, e “passive”, come l'insonorizzazione. L'aeroporto di Vienna ha promosso la partecipazione del pubblico e l'accesso alle informazioni tramite il "Comitato di vicinato" e il "Dialogforum". Queste riflessioni preliminari possono offrire un supporto ai *policy makers* e una base per future ricerche, infatti, alla luce delle prospettive di notevole crescita del traffico aereo nei vari aeroporti pugliesi, questa sfida emerge come una priorità essenziale per la tutela dei cittadini nei confronti del rumore aeroportuale.

Acknowledgments

La ricerca svolta rientra nelle attività del progetto “GAME: Green, smArt and Mobile urban community: promozione di politiche sociali inclusive, eque e integrate per il benessere umano nelle città” finanziato dal programma Horizon Europe SEEDS (2022- 2023) - Università degli Studi di Bari Aldo Moro e tra le attività del progetto REFIN “Impatto Socioeconomico degli Aeroporti Pugliesi”, finanziato dalla UE e dalla Regione Puglia.

Riferimenti bibliografici

- Aeroporti di Puglia – Valori storici del rumore. <http://www.aeroportidipuglia.it/valori-storici-rumore>
- Ancona, C., Golini, M. N., Mataloni, F., Camerino, D., Chiusolo, M., Licita, G., ... & Forastiere, F. (2014). Health impact assessment of airport noise on people living nearby six Italian airports. *Epidemiol. Prev*, 38, 227-236.
- Arpa Puglia - Report semestrali inviati al MATTM relativi all'attività di controllo dell'efficienza dei sistemi di monitoraggio degli aeroporti. https://www.arpa.puglia.it/pagina2903_report-semestrali-inviati-al-mattm-relativi-allattivit-di-controllo-dellefficienza-dei-sistemi-di-monitoraggio-degli-aeroporti.html
- Assaeroporti - Dati di traffico. <https://assaeroporti.com/archivio/>
- Bishop, R., & Laing, K. (2020). Impact of airport noise on residential property values: Cairns Airport. *Journal of New Business Ideas & Trends*, 18(1), 12-20.
- Braubach, M., Jacobs, D. E., & Ormandy, D. (2011). Environmental burden of disease associated with inadequate housing: A method guide to the quantification of health effects of selected housing risks in the WHO European Region. World Health Organization. Regional Office for Europe.
- Dekkers, J. E., & van der Straaten, J. W. (2009). Monetary valuation of aircraft noise: A hedonic analysis around Amsterdam airport. *Ecological Economics*, 68(11), 2850-2858.
- Elliff, T., Cremaschi, M., & Huck, V. (2020). Impact of aircraft noise pollution on residents of large cities. Policy Department for Citizens' Rights and Constitutional Affairs, European Parliament: Brussels, Belgium.
- Espey, M., & Lopez, H. (2000). The impact of airport noise and proximity on residential property values. *Growth and change*, 31(3), 408-419.
- EU, 2012, Towards a comprehensive noise strategy., Directorate-General for Internal Policies, Policy Department A: Economic and Scientific Policy.
- Fujiwara, D., Lawton, R. N., & MacKerron, G. (2017). Experience sampling in and around airports. Momentary subjective wellbeing, airports, and aviation noise in England. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 56, 43-54.
- Grampella, M., Martini, G., Scotti, D., Tassan, F., & Zambon, G. (2017). Determinants of airports' environmental effects. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 50, 327-344.
- Hakfoort, J., Poot, T., & Rietveld, P. (2001). The regional economic impact of an airport: The case of Amsterdam Schiphol Airport. *Regional Studies*, 35(7), 595-604.
- Hurtley, C. (Ed.). (2009). Night noise guidelines for Europe. WHO Regional Office Europe.
- Jarup, L., Babisch, W., Houthuijs, D., Pershagen, G., Katsouyanni, K., Cadum, E., ... & Vigna-Taglianti, F. (2008). Hypertension and exposure to noise near airports: the HYENA study. *Environmental health perspectives*, 116(3), 329-333.

Jud, G. D., & Winkler, D. T. (2006). The announcement effect of an airport expansion on housing prices. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 33, 91-103.

Kim, C. S., Grady, S. T., Hart, J. E., Laden, F., VoPham, T., Nguyen, D. D., ... & Peters, J. L. (2022). Long-term aircraft noise exposure and risk of hypertension in the Nurses' Health Studies. *Environmental research*, 207, 112195.

Lawton, R. N., & Fujiwara, D. (2016). Living with aircraft noise: Airport proximity, aviation noise and subjective wellbeing in England. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 42, 104-118.

Lijesen, M., van der Straaten, W., Dekkers, J., van Elk, R., & Blokdiik, J. (2010). How much noise reduction at airports?. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 15(1), 51-59.

McMillen, D. P. (2004). Airport expansions and property values: the case of Chicago O'Hare Airport. *Journal of urban economics*, 55(3), 627-640.

Pope, J. C. (2008). Buyer information and the hedonic: the impact of a seller disclosure on the implicit price for airport noise. *Journal of Urban Economics*, 63(2), 498-516.

Postorino, M. N., & Mantecchini, L. (2016). A systematic approach to assess the effectiveness of airport noise mitigation strategies. *Journal of Air Transport Management*, 50, 71-82.

Püschel, R., & Evangelinos, C. (2012). Evaluating noise annoyance cost recovery at Düsseldorf International Airport. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 17(8), 598-604.

Tomkins, J., Topham, N., Twomey, J., & Ward, R. (1998). Noise versus access: The impact of an airport in an urban property market. *Urban studies*, 35(2), 243-258.

World Health Organization. (2011). Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe. World Health Organization. Regional Office for Europe.

Wolfe, P. J., Kramer, J. L., & Barrett, S. R. (2017). Current and future noise impacts of the UK hub airport. *Journal of Air Transport Management*, 58, 91-99.

Zheng, X., Peng, W., & Hu, M. (2020). Airport noise and house prices: A quasi-experimental design study. *Land Use Policy*, 90, 104287.

7 Appendice 1: Letteratura sul rumore aerospaziale

Paper	Area geografica di studio e periodo di riferimento (in inglese)	Metodologia (in inglese)	Risultati principali
Tomkins, J., Topham, N., Twomey, J., & Ward, R. (1998). <i>Noise versus access: The impact of an airport in an urban property market. Urban studies</i> , 35(2), 243-258.	Manchester, England (1992-1993)	Hedonic price method	I benefici di sviluppo positivi di un aeroporto in termini di accesso e opportunità di lavoro possono fornire una spinta relativa al mercato immobiliare locale, e questi effetti potrebbero essere valutati più di qualsiasi impatto negativo.
Espey, M., & Lopez, H. (2000). <i>The impact of airport noise and proximity on residential property values. Growth and change</i> , 31(3), 408-419.	Reno-Sparks area, Nevada (1991-1995)	Hedonic price method	I risultati empirici suggeriscono che esiste una relazione negativa statisticamente significativa tra il rumore aeroportuale e i valori delle proprietà residenziali, con la casa media in aree in cui i livelli di rumore sono di 65 decibel è venduta a circa 2.400 dollari in meno rispetto a case equivalenti in aree più tranquille.
Hakfoort, J., Poot, T., & Rietveld, P. (2001). <i>The regional economic impact of an airport: The case of Amsterdam Schiphol Airport. Regional Studies</i> , 35(7), 595-604.	Amsterdam, The Netherlands (1987-1998)	Social accounting matrix (SAM)	I risultati indicano che il moltiplicatore totale dell'occupazione diretta nell'aeroporto di Amsterdam Schiphol è di circa 2: un posto di lavoro in aeroporto genera circa un posto di lavoro nell'occupazione indiretta e indotta.
McMillen, D. P. (2004). <i>Airport expansions and property values: the case of</i>	Chicago O'Hare, Illinois (1997)	- Hedonic price method - Regression analysis	Gli aerei più silenziosi nell'aeroporto di Chicago O'Hare hanno consentito all'aeroporto di espandersi senza causare un calo del valore delle proprietà locali. I prezzi delle case

Chicago O'Hare Airport. <i>Journal of urban economics</i> , 55(3), 627-640.				potrebbero aumentare dopo l'aggiunta di nuove piste.
Jud, G. D., & Winkler, D. T. (2006). <i>The announcement effect of an airport expansion on housing prices. The Journal of Real Estate Finance and Economics</i> , 33, 91-103.	Greensboro/High Point/Winston-Salem, North Carolina (1997-2004)	Hedonic price method		Il calo dei prezzi delle abitazioni potrebbe variare a seconda dei particolari piani di espansione dell'aeroporto ed è dimostrato che un annuncio può avere un impatto dannoso sui prezzi delle abitazioni per le proprietà più vicine a un aeroporto, poiché i mercati immobiliari ne prevedono le relative conseguenze negative.
Pope, J. C. (2008). <i>Buyer information and the hedonic: the impact of a seller disclosure on the implicit price for airport noise. Journal of Urban Economics</i> , 63(2), 498-516.	Wake County, North Carolina (1992-2000)	Regression analysis		Il rumore aeroportuale ha ridotto del 2,9% il valore delle case maggiormente colpite.
Dekkers, J. E., & van der Straaten, J. W. (2009). <i>Monetary valuation of aircraft noise: A hedonic analysis around Amsterdam airport. Ecological Economics</i> , 68(11), 2850-2858.	Amsterdam, The Netherlands (1999-2003)	Spatially-explicit hedonic pricing model		Un livello di rumore più elevato significa, ceteris paribus, un prezzo della casa più basso. Il traffico aereo ha il maggiore impatto sui prezzi, seguito dal traffico ferroviario e dal traffico stradale.
Lijesen, M., van der Straaten, W., Dekkers, J., van Elk, R., & Blokdiijk, J. (2010). <i>How much noise reduction at airports?. Transportation Research Part D: Transport and Environment</i> , 15(1), 51-59.	Amsterdam, The Netherlands (2005)	- Hedonic price method - Bottom-up cost function		Uguagliando i costi marginali e i benefici, viene stabilito il livello ottimale di riduzione del rumore, che sembra essere di 3 dB nel caso dell'aeroporto di Amsterdam. Tuttavia, la riduzione del numero di voli ha un effetto negativo sul benessere netto.
Püschel, R., & Evangelinos, C. (2012). <i>Evaluating noise annoyance cost recovery at Düsseldorf International Airport. Transportation Research Part D: Transport and Environment</i> , 17(8), 598-604.	Düsseldorf, Germany (2007-2009)	- Spatial hedonic technique - Noise depreciation sensitivity index (NDSI)		Si stimano sconti sull'affitto dell'1,04% per ogni decibel aggiuntivo di rumore aeroportuale. Di conseguenza, i costi legati al disturbo acustico aeroportuale ammontano a circa 7,5 milioni di euro l'anno. Si evidenzia inoltre che il regime di tassazione del rumore dell'aeroporto non internalizza completamente i costi del disturbo acustico.
Lawton, R. N., & Fujiwara, D. (2016). <i>Living with aircraft noise: Airport proximity, aviation noise and subjective wellbeing in England. Transportation Research Part D: Transport and Environment</i> , 42, 104-118.	England (2011-2013)	Multivariate regression analysis		Vivere sotto le traiettorie di volo del traffico aereo ha un effetto negativo su cinque diverse misure del benessere delle persone.
Postorino, M. N., & Mantecchini, L. (2016). <i>A systematic approach to assess the effectiveness of airport noise mitigation strategies. Journal of Air Transport Management</i> , 50, 71-82.	Bologna, Italy (2013-2014)	Noise and Territory Overlap (NTO) index		Si propone un processo per valutare gli effetti delle azioni adottate per ridurre l'impatto del rumore aeroportuale sulle aree popolate. Il processo di valutazione è stato testato su un caso reale, l'aeroporto di Bologna. I risultati previsti, confrontati con i dati reali disponibili per il caso test, sono significativi e incoraggiano l'uso del processo di valutazione proposto come sistema di supporto decisionale per la gestione dell'aeroporto.
Fujiwara, D., Lawton, R. N., & MacKerron, G. (2017). <i>Experience sampling in and around airports. Momentary subjective wellbeing, airports, and aviation noise in England. Transportation Research Part D: Transport and Environment</i> , 56, 43-54.	England (2010)	Experience Sample Method (ESM)		Gli intervistati in prossimità degli aeroporti riportano livelli di rilassamento significativamente più bassi.

<p>Grampella, M., Martini, G., Scotti, D., Tassan, F., & Zambon, G. (2017). <i>Determinants of airports' environmental effects. Transportation Research Part D: Transport and Environment</i>, 50, 327-344.</p>	Italy (1999-2008)	Panel econometric method	data	<p>I risultati mostrano che un aumento dell'1% in movimenti annuali dell'aeroporto determinano un aumento dell'1,05% degli effetti ambientali, un aumento dell'1% della dimensione degli aerei genera un aumento dell'1,8% e un aumento dell'1% nell'età dell'aeromobile genera un aumento dello 0,69% degli effetti ambientali.</p>
<p>Wolfe, P. J., Kramer, J. L., & Barrett, S. R. (2017). <i>Current and future noise impacts of the UK hub airport. Journal of Air Transport Management</i>, 58, 91-99.</p>	London, England (2010)	Scenario analysis	noise	<p>Il rumore generato dalle operazioni negli aeroporti di Heathrow and Gatwick ha un impatto su 255.800 persone, contribuendo a 54 infarti miocardici e 17 morti premature ogni anno. Stimano danni totali annui di £80,3 milioni e £0,87 milioni attribuibili rispettivamente a Heathrow e Gatwick.</p>
<p>Bishop, R., & Laing, K. (2020). <i>Impact of airport noise on residential property values: Cairns Airport. Journal of New Business Ideas & Trends</i>, 18(1), 12-20.</p>	Cairns, Queensland, Australia (2012-2016)	- Hedonic price method - Regression analysis; statistical T-test		<p>I risultati indicano che le proprietà sotto la traiettoria di volo hanno un valore significativamente più basso.</p>
<p>Zheng, X., Peng, W., & Hu, M. (2020). <i>Airport noise and house prices: A quasi-experimental design study. Land Use Policy</i>, 90, 104287.</p>	Hong Kong, China (1993-2006)	Difference-in-differences method.		<p>I risultati mostrano che la scomparsa del rumore degli aerei porta ad un aumento medio del 24,43% dei prezzi delle case circostanti l'aeroporto.</p>

8 Appendice 2: Normativa

8.1 Normativa nazionale:

- DECRETO LEGISLATIVO 17 febbraio 2017, n. 41. Disposizioni per l'armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico con la direttiva 2000/14/CE e con il regolamento (CE) n. 765/2008, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere i), l) e m) della legge 30 ottobre 2014, n. 161;
- Legge 7 luglio 2009 n. 88. Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee - Legge comunitaria 2008. ART.11 (Delega al Governo per il riordino della disciplina in materia di inquinamento acustico);
- DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81. Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- DECRETO 24 luglio 2006 del MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE. Modifiche dell'allegato I - Parte b, del decreto legislativo 4 settembre 2002, n. 262, relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all'esterno;
- DECRETO LEGISLATIVO 19 agosto 2005, n. 195. Attuazione della direttiva 2003/4/CE sull'accesso del pubblico all'informazione ambientale;
- DECRETO LEGISLATIVO 19 agosto 2005, n. 194. Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale;
- Decreto Legislativo 17 Gennaio 2005, n.13. Attuazione della direttiva 2002/30/CE relativa all'introduzione di restrizioni operative ai fini del contenimento del rumore negli aeroporti comunitari;
- CIRCOLARE 6 settembre 2004 del MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO. Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali;
- DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 30 Marzo 2004, n. 142. Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447;

- DECRETO LEGISLATIVO 4 settembre 2002, n. 262. Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto;
- DECRETO 23 novembre 2001 del MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO. Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.
- DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 3 Aprile 2001, n. 304. Regolamento recante disciplina delle emissioni sonore prodotte nello svolgimento delle attività motoristiche, a norma dell'articolo 11 della legge 26 novembre 1995, n. 447;
- MINISTERO DELL'AMBIENTE, DECRETO 29 novembre 2000. Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore;
- DECRETO 13 aprile 2000 del MINISTERO DEI TRASPORTI E DELLA NAVIGAZIONE. Recepimento della direttiva 1999/101/CE della Commissione del 15 dicembre 1999 che adegua al progresso tecnico la direttiva 70/157/CEE del Consiglio relativa al livello sonoro ammissibile e al dispositivo di scappamento dei veicoli a motore;
- DECRETO 3 dicembre 1999 del MINISTERO DELL'AMBIENTE. Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti;
- DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 9 novembre 1999, n. 476. Regolamento recante modificazioni al decreto del Presidente della Repubblica 11 dicembre 1997, n. 496, concernente il divieto di voli notturni;
- MINISTERO DELL'AMBIENTE. DECRETO 20 maggio 1999. Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico.
- DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 16 aprile 1999, n. 215. Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi.
- DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 18 novembre 1998, n. 459. Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario;
- DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 31 marzo 1998. Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b), e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- DECRETO 16 marzo 1998 del MINISTERO DELL'AMBIENTE. Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 11 dicembre 1997, n. 496. Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili;
- DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 5 dicembre 1997. Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici;
- DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 14 novembre 1997. Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- DECRETO 31 ottobre 1997 del MINISTERO DELL'AMBIENTE. Metodologia di misura del rumore aeroportuale;
- DECRETO 11 dicembre 1996 del MINISTERO DELL'AMBIENTE. Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo;

- LEGGE 26 ottobre 1995, n. 447. Legge quadro sull'inquinamento acustico;
- DECRETO LEGISLATIVO 27 Gennaio 1992, n. 134 Attuazione della direttiva n. 86/594/CEE relativa al rumore aereo emesso dagli apparecchi domestici;
- DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 1 marzo 1991. Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

8.2 Normativa comunitaria:

- Direttiva (UE) 2020/367 della Commissione del 4 marzo 2020 che modifica l'allegato III della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda la definizione di metodi di determinazione degli effetti nocivi del rumore ambientale;
- Direttiva (UE) 2015/996 della Commissione, del 19 maggio 2015, che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio;
- Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 giugno 2002, relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale - Dichiarazione della Commissione in sede di comitato di conciliazione sulla direttiva relativa alla valutazione ed alla gestione del rumore ambientale.

8.3 Normativa regionale (per la Puglia):

- DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 29 settembre 2015, n. 1698. DDGR 1440/2003, 2645/2010, 2078/2001 e 78/2012. Programma regionale per la tutela dell'ambiente. Rimodulazione programma e approvazione convenzione con ARPA Puglia per proseguire attuazione D.L.vo 194/2005;
- DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 26 giugno 2007, n. 1009. Decreto Legislativo 19/08/2005, n. 194. Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla Determinazione e alla gestione del rumore ambientale. Individuazione autorità competente;
- Legge n. 3/2002. Norme di indirizzo per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico.