



INQUINAMENTO ACUSTICO DA TRASPORTO AEREO

a cura di

Maria Grazia Petronio, Antonella Litta, Elisabetta Chellini

2026

Le zone prossime ad un aeroporto sono sottoposte a livelli di inquinamento acustico generato dalle fasi di avvicinamento, atterraggio e decollo degli aerei e dal connesso traffico veicolare.

Negli ultimi decenni, il traffico aereo ha registrato una fase di crescita pressoché costante - fatta eccezione per i periodi di lockdown dovuti alla pandemia da SarsCov2 - soprattutto per quanto riguarda il settore del trasporto merci e quello dei voli low cost (solitamente legato al turismo definito anche “*mordi e fuggi*”).

Dal quarto rapporto sul traffico aereo European Aviation Environmental Report EAER (https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/eaer-downloads/EASA_EAER_2025_Book_v5.pdf)

del 2025 emerge che nel 2023, nella UE, il numero dei voli e il numero dei passeggeri per km sono aumentati rispetto al 2022 e risultano di poco inferiori a quelli registrati nel 2019. Gli aeroporti dell'UE27+EFTA hanno raggiunto gli 8,35 milioni di voli nel 2023, dato che risulta ancora del 10% inferiore al livello pre-COVID 2019. La CO2 prodotta è di 133 milioni di tonnellate.

Di conseguenza, nella UE, la crescita futura del traffico è stata rivista al ribasso rispetto alla previsione precedente, con 9,4 (scenario a basso traffico), 11,8 (scenario a medio traffico) e 13,8 milioni di voli nel 2050 (scenario ad alto traffico).

Tuttavia, nel 2024, a livello mondiale, si è registrata una domanda record, come emerge dai dati sul trasporto aereo pubblicati dall'*International Air Transport Association* (IATA) pubblicati nel 2025.

Il traffico totale per l'intero anno nel 2024 (misurato in passeggeri-chilometro):

- è aumentato del 10,4% rispetto al 2023;

- è stato del 3,8% superiore rispetto ai livelli pre-pandemia (2019);

- la capacità totale, misurata in posti disponibili-chilometro, è aumentata dell'8,7% con il fattore di carico complessivo che ha raggiunto il valore record dell'83,5%.

Il traffico internazionale nel 2024:

- è aumentato del 13,6% rispetto al 2023;

- la capacità è aumentata del 12,8%.

Il traffico nazionale per l'intero anno nel 2024:

- è aumentato del 5,7% rispetto all'anno precedente;

- a capacità è aumentata del 2,5%.

A dicembre 2024 la domanda complessiva è risultata in aumento dell'8,6% su base annua, la domanda internazionale è aumentata del 10,6%, quella interna del 5,5%. (<https://www.iata.org/en/pressroom/2025-releases/2025-01-30-01/>).

Nel 2024 si sono registrati 38,2 milioni di voli a livello mondiale con una previsione di 40 milioni di voli per il 2025 (<https://www.iata.org/en/pressroom/2024-releases/2024-12-10-01/>).

Questo aumento del traffico aereo ha causato un conseguente incremento dell'inquinamento atmosferico e acustico e delle emissioni climalteranti, dato che il combustibile usato per gli aerei è il cherosene, un combustibile fossile. **In questa relazione sugli effetti sulla salute del trasporto aereo verrà comunque esaminato il solo impatto dell'inquinamento acustico.**

Oltre all'inquinamento acustico generato dal crescente traffico aereo sono da considerare da altre fonti, quali industrie, autostrade, porti, ferrovie, ed attività varie, e tutte rappresentano una potenziale minaccia sempre più rilevante per il benessere psico-fisico delle persone e in particolare per i più vulnerabili (<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/environmental-noise-in-europe>). E si stima che aumenterà ulteriormente anche a causa della crescita urbana e della domanda di mobilità (<https://www.eurocontrol.int/publication/european-aviation-environmental-report-2025>).

Qui di seguito verranno riportate le considerazioni e le indicazioni più salienti in termini di impatto sulla salute umana espresse da Enti autorevoli. Saranno anche riportati i risultati di studi condotti prevalentemente in Europa e in Italia su popolazioni residenti in prossimità di aeroporti.

DATI E INDICAZIONI DI ENTI AUTOREVOLI

Il rumore ambientale, in particolare quello dovuto all'aviazione, è un fattore di rischio che può avere importanti ripercussioni sullo stato di salute sia fisico che psichico.

I danni possono essere distinti in diretti, di tipo uditivo, e indiretti, dovuti all'ipersecrezione di catecolamine e cortisolo, alla continua stimolazione del sistema nervoso centrale, alla continua attivazione del sistema nervoso autonomo, in risposta allo stress cronico psico-fisico indotto dal rumore aereo (Basner M. et al. Aviation Noise Impacts: State of the Science Review Noise Health 2017;19:41-50).

L'**European Union Aviation Safety Agency (EASA)** ha stimato che nei 98 principali aeroporti europei, 3,4 milioni di persone siano state esposte a livelli di rumore degli aerei di 55 dB Lden e 1,6 milioni di persone siano state esposte a più di 50 eventi giornalieri di rumore aereo superiori a 70 dB (https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/eaer-downloads/EASA%20EAER%202025_BROCHURE_IT_v2.pdf).

I ragazzi sono particolarmente a rischio per quanto riguarda l'apprendimento scolastico: la stima è di oltre 12.500 studenti europei il cui apprendimento ridotto sarebbe da ricondurre al rumore generato dagli aerei (<https://www.eea.europa.eu/themes/human/noise/noise-2>).

È stato stimato che nei Paesi ad alto reddito dell'Europa occidentale (circa 340 milioni di residenti) ogni anno vengano persi almeno un milione di DALYs (Disability-Adjusted Life Years - anni persi a causa di malattie) per il rumore ambientale (M. Basner, W. Babisch, A. Davis, M. Brink, C. Clark, S. Janssen, S. Stansfeld, Lancet 2014;383: 9925).

Già nel 2003, dall'**Ufficio Regionale per l'Europa dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS)** era stato avviato un progetto per lo studio dell'impatto acustico sulla salute delle popolazioni esposte. Il rapporto finale di questo progetto, pubblicato nel 2007, "*Night noise guidelines (NNGL) for Europe*" reperibile al link https://ec.europa.eu/health/ph_projects/2003/action3/docs/2003_08_frep_en.pdf, è stato il risultato di un lavoro di revisione della letteratura scientifica da parte di un gruppo di esperti scelti tra 17 istituzioni di 12 Paesi europei. Per l'Italia hanno preso parte al progetto l'Università di Roma "La Sapienza" e il Dipartimento provinciale di Pisa dell'ARPA Toscana. I risultati hanno fornito indicazioni importanti ai governi per modificare le loro legislazioni nazionali in materia di riduzione del rumore notturno.

Le conclusioni di quel progetto erano:

- fino a 30 decibel: non si osservano sostanziali effetti biologici;
- tra 30 e 40 decibel: aumentano i movimenti del corpo, i risvegli, i disturbi del sonno, l'eccitazione: si tratta di effetti modesti, ma non si può escludere che gruppi più vulnerabili ne risentano in misura maggiore;
- tra 40 e 55 decibel: c'è un marcato aumento degli effetti negativi; la maggior parte delle persone esposte ne risente e si adatta a convivere con il rumore. I gruppi vulnerabili, a questo livello di esposizione, sono severamente colpiti;
- sopra 55 decibel: la situazione è considerata pericolosa a livello di salute pubblica; gli effetti avversi sono frequenti e il sistema cardiovascolare comincia ad essere sotto stress.

Lo stress cardiovascolare era indicato come l'effetto principale. Le raccomandazioni finali di quel documento riportavano già allora che: "per la prevenzione primaria degli effetti collaterali sub-clinici del rumore notturno, la popolazione non dovrebbe essere esposta a livelli che superano i 30 decibel durante la notte, considerata la soglia massima per proteggere i cittadini, compresi i gruppi più vulnerabili. Tutte le nazioni devono essere incoraggiate a ridurre gradualmente, nella maniera più efficace possibile, la quota di popolazione esposta a livelli acustici che superano i 55 e poi i 40 decibel".

Nel 2018, l'ufficio europeo dell'OMS ha sintetizzato in un nuovo documento sul rumore specifico per gli ambienti chiusi, "Environmental noise guidelines for the European Region", le evidenze scientifiche sui livelli massimi di esposizione al rumore da non superare per evitare effetti sulla salute. Nel box che segue sono riportate le raccomandazioni del Gruppo di lavoro OMS denominato GDG (Guideline Development Group):

Recommendation	Strength
For average noise exposure, the GDG strongly recommends reducing noise levels produced by aircraft below 45 dB L_{den} , as aircraft noise above this level is associated with adverse health effects.	Strong
For night noise exposure, the GDG strongly recommends reducing noise levels produced by aircraft during night time below 40 dB L_{night} , as night-time aircraft noise above this level is associated with adverse effects on sleep.	Strong
To reduce health effects, the GDG strongly recommends that policy-makers implement suitable measures to reduce noise exposure from aircraft in the population exposed to levels above the guideline values for average and night noise exposure. For specific interventions the GDG recommends implementing suitable changes in infrastructure.	Strong

Quanto indicato sopra, espresso in italiano, significa che:

- i livelli di rumore prodotti dagli aeromobili devono essere ridotti al di sotto di 45 dB Lden, poiché il rumore degli aeromobili al di sopra di questo livello è associato a effetti negativi sulla salute;
- i livelli di rumore prodotti dagli aeromobili durante la notte devono essere ridotti al di sotto di 40 dB Lnight, poiché il rumore notturno degli aeromobili al di sopra di questo livello è associato a effetti negativi sul sonno;
- per ridurre gli effetti sulla salute, i decisori politici devono implementare misure idonee per ridurre l'esposizione al rumore degli aeromobili nella popolazione esposta a livelli superiori ai valori guida per l'esposizione media e notturna al rumore. Per interventi specifici, il GDG raccomanda di implementare modifiche adeguate nelle infrastrutture.

A conferma della necessità di rispettare queste raccomandazioni l'*European Aviation Environmental Report 2019* a cura dell'European Aviation Agency, EASA e Eurocontrol (https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/eaer-downloads//219473_EASA_EAER_2019_WEB_HI-RES_190311.pdf), mostra che, nel 2017 tra i residenti in prossimità dei 47 principali aeroporti europei, circa 3,2 milioni di persone sono state esposte a livelli di Lden (Lden Day-evening-night noise level) superiori a 45 dB e 1,4 milioni di persone a livelli Lnight (Lnight Night noise level) superiori a 40 dB, dove livelli superiori a Lden (Lden Day-evening-night noise level) 45 dB e Lnight (Lnight Night noise level) 40 dB sono livelli indicativi di danno per la salute e di disturbi del riposo notturno. Mediante indagini condotte in prossimità di questi aeroporti, è stato inoltre stimato che **1 milione di persone ogni giorno sono state esposte ad un inquinamento acustico maggiore di 70 dB, e il numero delle persone che subiranno gli effetti di questo inquinamento è previsto purtroppo in aumento a causa della crescita del trasporto aereo.**

Accorgimenti tecnici per rendere meno rumorosi gli aeromobili nelle loro fasi di atterraggio e decollo sono in corso di studio e implementazione, come emerge dal documento *Impact of aircraft noise pollution on residents of large cities*, redatto a settembre 2020, dal **Policy Department for Citizens' Rights and Constitutional Affairs Directorate-General for Internal Policies del Parlamento Europeo** ([https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/650787/IPOL_STU\(2020\)650787_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/650787/IPOL_STU(2020)650787_EN.pdf)): si tratta di soluzioni che, sebbene in parte efficaci, ad oggi rimangono di piccola scala e appaiono ancora lontane nel tempo dal concretizzarsi, ed è presumibile che vengano vanificate dal continuo aumento del numero di voli.

GLI STUDI SUI RESIDENTI IN PROSSIMITÀ DI AEROPORTI

Negli ultimi anni, con la realizzazione di alcuni progetti di studio è stata favorita, a livello europeo, la ricerca per approfondire il legame tra rumore e salute cardiovascolare: ad esempio, il progetto ENNAH (*European Network on Noise and Health*) ha avuto come obiettivo principale la costituzione di una rete di comunicazione tra ricercatori, anche italiani, proprio su questo tema ed il cui rapporto finale è stato steso nel 2013 (<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC77642>).

Nel 2005, un progetto internazionale di ricerca, finanziato dalla Comunità europea, ha permesso la realizzazione dello studio sull'associazione tra ipertensione arteriosa e rumore aeroportuale (Jarup L et al. *Hypertension and Exposure to Noise near Airports (HYENA): study design and noise exposure assessment*. *Environ Health Perspect* 2005, 113:1473–1478) che ha mostrato una chiara correlazione tra l'inquinamento acustico prodotto dal traffico aereo e da quello automobilistico e l'insorgere dell'ipertensione arteriosa nei soggetti esposti. Questo studio ha rappresentato, per le sue caratteristiche, uno degli studi di riferimento più importanti a livello internazionale, avendo selezionato e studiato 6.000 persone (dai 45 ai 70 anni) residenti da almeno 5 anni vicino ad uno dei 6 maggiori aeroporti europei (Londra, Berlino, Amsterdam, Atene, Stoccolma e Milano). In Italia furono selezionate 1.000 persone residenti in prossimità dell'aeroporto di Milano Malpensa. Le conclusioni di questo studio, presentate nel 2008, hanno mostrato una relazione significativa tra l'esposizione, soprattutto notturna, al rumore prodotto da traffico aereo e il rischio di sviluppare ipertensione arteriosa (evidenziando un eccesso di rischio per l'ipertensione arteriosa del 10% per ogni incremento di 10 dBA nei livelli di rumore). Nel contempo non fu invece evidenziato alcun rischio associato al rumore automobilistico. Essendo noto che l'ipertensione arteriosa aumenta il rischio di infarto del miocardio e ictus cerebrale, lo studio indicava espressamente la necessità di inserire l'inquinamento tra i fattori che possono causare malattie cardiovascolari, di ridurre l'impatto acustico da traffico aereo, oltre che automobilistico, come misura necessaria per la prevenzione delle malattie cardiovascolari.

Nel 2013, i risultati della ricerca pubblicata a titolo "*Residential exposure to aircraft noise and hospital admissions for cardiovascular diseases: multi-airport retrospective study*", a cura di Correia AW et al. (*BMJ* 2013;347:f5561) hanno evidenziato un'associazione statisticamente significativa tra l'esposizione al rumore degli aerei e il rischio di ospedalizzazione per malattie cardiovascolari tra gli anziani residenti vicino agli aeroporti. Lo studio ha valutato l'esposizione al rumore degli aerei e il rischio di ospedalizzazione per malattie cardiovascolari su oltre 6 milioni di persone anziane (dai 65 anni in su) residenti in prossimità di 89 aeroporti americani.

Nel 2014, in una revisione dal titolo "*Auditory and non-auditory effects of noise on health*" di Basner M et al. (*Lancet* 2014;383:1325–1332), gli autori hanno sintetizzato così i risultati degli studi condotti sugli effetti del rumore: "*Il rischio di contrarre patologie cardiovascolari, insonnia e disturbi delle fasi del sonno, irritabilità, astenia, disturbi del sistema endocrino, del sistema digestivo e dell'udito, è elevatissimo nelle persone che subiscono inquinamento acustico. Molti studi documentano l'incremento dell'assunzione di farmaci per l'ipertensione e per l'insonnia in gruppi di studio di residenti in aree aeroportuali*".

Vi sono peraltro evidenze sui meccanismi pato-fisiologici associati a tali effetti, ovvero che stress ossidativo, disfunzioni vascolari e alterazioni metaboliche possono potenziare gli effetti di fattori di rischio per le malattie cardiovascolari, come l'ipertensione e il diabete, ma anche contribuire alla progressione dell'aterosclerosi e indurre una maggiore suscettibilità allo sviluppo di malattie cardiovascolari, come riportato nella review di Munzel T. et al. pubblicata nel 2018 (*Environmental Noise and the Cardiovascular System*. *J Am Coll Cardiol* 2018;71:688-697).

Studi sugli effetti sanitari da esposizione a rumore prodotto dal traffico aereo sono stati effettuati anche in vari Paesi Europei, compresa l'Italia.

STUDI SU RUMORE AEROPORTUALE E SALUTE IN VARI PAESI EUROPEI

Degli studi effettuati in UK si citano:

- lo studio, condotto su circa 3.600.000 persone residenti in 12 quartieri di Londra e nove distretti ad ovest della città, esposti al rumore degli aerei nell'aeroporto di Heathrow, pubblicato nel 2013 a titolo "*Aircraft noise and cardiovascular disease near Heathrow airport in London: small area study*" (Hansell AL et al. *BMJ* 2013;347:f5432; *BMJ* 2014;348:g3504), che ha evidenziato una correlazione sia per mortalità che ricoveri ospedalieri tra esposizione al rumore degli aerei ed ictus cerebrale, malattia coronarica e malattie cardiovascolari.
- la revisione effettuata sull'impatto negativo dell'inquinamento acustico sulla salute umana a titolo "*Evidence for Environmental Noise Effects on Health for the United Kingdom Policy Context: A Systematic Review of the Effects of Environmental Noise on Mental Health, Wellbeing, Quality of Life, Cancer, Dementia, Birth, Reproductive Outcomes, and Cognition*" (Clark C et al., *Int J Environ Res Public Health* 2020, 17, 393), ed in particolare sugli effetti negativi del rumore ambientale sulla salute mentale, il benessere, qualità della vita, il cancro, la demenza e gli esiti negativi della nascita e sulla riproduzione, utilizzando il metodo GRADE che in generale richiede un alto controllo dei potenziali confondenti per avvalorare le eventuali associazioni positive riscontrate nei vari studi. Le evidenze sono state considerate: - molto basse per la qualità della vita e della salute auto-riferita, per l'assunzione di ansiolitici e antidepressivi, per depressione o ansia, per basso peso alla nascita, nascita pretermine e malformazioni congenite; - basse per disturbi psicologici e iperattività nei bambini; - moderate (indice di effetti dannosi) per comprensione di testi scritti, e memoria a lungo e breve termine. Nelle loro conclusioni gli autori, indicano come limite delle loro valutazioni il numero esiguo di studi considerati tanto da affermare che "*The low-quality evidence across studies for noise effects for some outcomes does not necessarily mean that there are no effects*" [le basse evidenze nei vari studi sul rumore e i vari esiti non significa necessariamente che non vi siano effetti].

In Francia, dei 25 articoli reperibili su PubMed si citano:

- l'articolo a titolo "*Does exposure to aircraft noise increase the mortality from cardiovascular disease in the population living in the vicinity of airports? Results of an ecological study in France*" (Evrard AS et al. *Noise Health* 2015;17:328–336), relativo allo studio condotto in 161 Comuni vicini ai tre principali scali francesi: Parigi-Charles de Gaulle, Lione-Saint-Exupéry e Tolosa-Blagnac, che ha mostrato un'associazione, aggiustata per fattori di confondimento di inquinamento atmosferico (NO₂ e PM₁₀, tra esposizione al rumore degli aerei e incremento della mortalità per malattie cardiovascolari, malattie coronariche e infarto del miocardio;
- degli stessi autori l'articolo pubblicato due anni dopo a titolo "*Does aircraft noise exposure increase the risk of hypertension in the population living near airports in France?*" (Evrard AS. *Occup Environ Med* 2017;74:123–129. doi:10.1136/oemed-2016-103648), che ha osservato un incremento significativo di rischio di ipertensione negli uomini pari a 1,34 per ogni incremento di rumore notturno di 10 DbA. Lo studio, denominato DEBATS (*Discussion on the Health Effects of Aircraft Noise*), aveva coinvolto 1244 persone di età superiore ai 18 anni residenti vicino ai maggiori aeroporti francesi: Paris-Charles de Gaulle, Lyon Saint-Exupéry, and Toulouse-Blagnac;
- sulla stessa popolazione, seguita dal 2013 al 2017, una più recente pubblicazione, a titolo "*The Role of Noise Annoyance and Noise Sensitivity in the Effect of Aircraft Noise on Self-Reported Health*" (Kodji M.K. et al. *Noise Health* 2023;25(117):92–103), ha mostrato negli uomini un aumento significativo di disturbi (*annoyance*) legati al rumore prodotto dagli aerei.

In Germania, l'impatto del rumore prodotto dagli aerei sulla salute umana è stato ampiamente studiato come risulta dai tanti studi effettuati (115 le pubblicazioni reperibili su PubMed) e dei quali si citano:

- lo studio pubblicato nel 2013 "*Social and economic consequences of night-time aircraft noise in the vicinity of Frankfurt/Main airport*" (Greicer E & Glaeske G. *Gesundheitswesen*, 2013;75(3):127-33) che ha fornito anche una stima potenziale dei costi sociali ed economici correlati alle malattie indotte dal rumore notturno causato dagli aerei nelle popolazioni residenti nei pressi dell'aeroporto di Francoforte. Dallo studio emerge che i costi totali stimati ammontano a più di 1,5 miliardi di euro, con un eccesso di 23.400 casi di malattie trattate negli ospedali e di 3.400 morti;
- lo studio NORAH (*Noise-Related Annoyance, Cognition, and Health*), i cui risultati sono stati oggetto di svariate pubblicazioni (<https://www.norah-studie.de/en/publications.html>), e rappresenta la più ampia indagine sugli

effetti dell'esposizione a trasporto aereo, stradale e rumore da traffico ferroviario che sia mai stata realizzata in Germania. Si citano in particolare i primi risultati presentati nel 2015 nel corso della International Conference on Active Noise Abatement svoltasi a Francoforte e nell'articolo pubblicato nel 2017, che hanno confermato gli effetti dannosi del rumore aereo in ambiente scolastico. Inoltre, lo studio ha evidenziato un rischio di depressione a esposizioni a 50-55DbA di rumore prodotto dagli aerei (Seidler A. et al., Environ Res 2017; 152:263-271).

Molti sono anche gli studi più recenti effettuati in Germania sui meccanismi biologici indotti dall'esposizione a rumore prodotto dagli aerei, nonché dalla riduzione di tale esposizione (si cita ad es. un recente studio di laboratorio a titolo "*Effects of aircraft noise cessation on blood pressure, cardio- and cerebrovascular endothelial function, oxidative stress, and inflammation in an experimental animal model*" (Bayo Jimenez MT et al. Sci Total Environ 2023; 903:166106).

In Danimarca, lo studio sull'intera popolazione danese di 50 anni e oltre, residente dal 2005 al 2017, ha mostrato un incremento di mortalità per infarto del miocardio e per scompenso cardiaco ("*Exposure to transportation noise and risk for cardiovascular disease in a nationwide cohort study from Denmark*", Thacher JD et al, Environ Res 2022;211:113106) nonché un incremento di rischio dell'1-4% per diabete di tipo II ("*Long-Term Exposure to Transportation Noise and Risk for Type 2 Diabetes in a Nationwide Cohort Study from Denmark*", Thacher JD et al., Environ Health Perspect 2021; 129(12):127003). I risultati di questa ricerca danese forniscono ulteriore supporto all'ipotesi che l'inquinamento acustico derivante dai sistemi di trasporto debba essere considerato come un importante fattore di rischio metabolico e per il diabete di tipo II in particolare.

In Svizzera il lavoro di Saucy et al. (*Does night-time aircraft noise trigger mortality? A case-crossover study on 24 886 cardiovascular deaths*. Eur Heart J 2021;42: 835-43) è tra i primi in Europa ad evidenziare come l'esposizione al rumore possa innescare anche patologie cardiovascolari acute, oltre che croniche. In questa ricerca, mediante un disegno di studio case-crossover, è stato studiato il ruolo specifico di diverse finestre di esposizione notturna a rumore. Sono stati presi in considerazione 24.886 decessi per malattie cardiovascolari avvenuti tra il 2000 e il 2015 in soggetti di 30 anni o più individuati tramite censimento come residenti intorno all'aeroporto di Zurigo. Lo studio ha evidenziato eccessi di mortalità in particolare per infarto miocardico acuto e altre patologie ischemiche del miocardio, scompenso cardiaco, e aritmie, specialmente nelle donne e in soggetti residenti in aree a basso traffico stradale o ferroviario e in abitazioni costruite prime del 1970, individuando una frazione etiologica pari al 3%.

STUDI SU POPOLAZIONI ADULTE RESIDENTI IN PROSSIMITÀ DI AEROPORTI ITALIANI

Sul territorio italiano sono dislocati oltre 100 aeroporti tra civili e militari. Oltre il 70% di questi aeroporti si trova all'interno di contesti urbani (assumendo la distanza massima di 10 km dal centro della città di riferimento), come riferito nelle "*Linee di indirizzo strategico per lo sviluppo del sistema aeroportuale nazionale*" curate da One Works, KPMG, Nomisma (https://www.enac.gov.it/app/uploads/2012/08/Vol3_PartII_CAP_1-2.pdf, al capitolo 1.2.5 Accessibilità e bacini di utenza "*Accessibilità e collegamenti territoriali appaiono in molti casi essere un aspetto critico già rispetto ai livelli di traffico attuali. Nonostante il 60% degli scali sia ad una distanza inferiore di 10 Km dal centro urbano di riferimento, in molti casi i tempi di accessibilità risultano rallentati dal traffico locale o da una viabilità inadeguata*"

Il documento "*Environmental noise in Europe- 2020*" dell'*European Environment Agency* (<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/environmental-noise-in-europe>) indica che tra i paesi con la maggior percentuale di persone esposte, all'interno di aree urbane, a valori superiori a 55 db Lden vi è anche l'Italia. Gli altri Paesi sono: il Belgio, il Lussemburgo, Malta e Portogallo, con una media EEA pari al 2%.

Il numero eccessivo di aeroporti, la crescita diurna e notturna della movimentazione aerea sugli scali, il loro contesto, all'interno dello spazio urbano di città in forte espansione per numero di residenti ed abitazioni, sono alla base del rilevante impatto ambientale e sanitario del trasporto aereo anche in Italia.

Il contributo dei gruppi di ricerca italiani allo studio delle problematiche ambientali e sanitarie causate dal trasporto aereo, anche tramite la partecipazione a network di ricerca europea come il già citato progetto HYENA (Hypertension and Exposure to Noise near Airports), è rilevante.

Vengono di seguito riportati i risultati in sintesi di alcuni studi condotti solo su popolazioni residenti in prossimità di aeroporti italiani. Gli studi multicentrici internazionali che hanno coinvolto analoghe popolazioni italiane sono già stati citati in precedenza.

A. Studio sulle donne residenti vicino all'aeroporto di Milano Malpensa

Lo studio “*Studio epidemiologico Salus domestica: valutazione dei danni di salute in un campione di donne residenti nei pressi dell'Aeroporto Malpensa 2000*” (Macchi L et al., *Epidemiol Prev.* 2003; 27:234-41), promosso dalla ASL di Varese in risposta alle crescenti preoccupazioni delle popolazioni per l'aumento delle attività aeroportuali (nel 1998 veniva inaugurato l'aeroporto intercontinentale Malpensa 2000) ha coinvolto 92 Medici di Medicina Generale (MMG) ed un campione di 932 donne casalinghe di età compresa tra i 18 e i 64 anni che trascorrevano in casa almeno 16 ore al giorno. L'indagine, denominata Salus Domestica, si è svolta nel periodo maggio-novembre 2000, ed è consistita nella rilevazione di informazioni sullo stato di salute delle donne effettuata dai MMG; i dati sulle patologie osservate negli ultimi due anni provenivano dagli archivi dei MMG, mentre i dati sui disturbi percepiti dalle donne nell'ultimo anno erano ricavati dal questionario utilizzato nelle interviste. Lo studio ha dato in sintesi i seguenti risultati: il campione era costituito da 932 casalinghe che quindi passano un maggior numero di ore a casa rispetto a donne che studiano e lavorano: 387 donne residenti nell'area A, quella con i livelli di impatto acustico maggiore, con valori di 60-64 dBA, 253 nell'area B caratterizzata da livelli intermedi di impatto acustico, e 292 nell'area C, ovvero un'area al di fuori delle rotte di decollo e atterraggio degli aerei. Il rumore è risultato causa di fastidio continuo e disturbo anche di notte per il 98% delle donne dell'area A contro il 73% delle residenti nell'area intermedia e il 38% delle residenti nell'area C. “Sonno insoddisfatto”, “risvegli notturni”, “stato d'ansia” e “parole mal percepite” erano disturbi riferiti con percentuali significativamente più elevate dalle donne più esposte al rumore degli aerei rispetto a quelle delle altre due aree; inoltre, i MMG, negli ultimi due anni, avevano rilevato nelle casalinghe dell'area A e B, rispetto a quelle residenti nell'area C una prevalenza significativamente maggiore di cefalea, allergie e nevrosi ansiosa. Nell'ultimo anno, il numero di donne che aveva richiesto una visita al proprio MMG o da uno specialista era stato significativamente maggiore nell'area A rispetto alle altre aree, così come era stata maggiore la prescrizione di farmaci ansiolitici (24%) e ipnotici (14%) e antidepressivi (6%).

B. Progetto multicentrico SERA su sei aeroporti italiani

Il progetto SERA (Studio sugli Effetti del Rumore Aeroportuale) è stato il primo network italiano che ha valutato gli effetti del rumore e dell'inquinamento atmosferico tra i residenti nei pressi di sei aeroporti italiani: Torino-Caselle, Pisa-San Giusto, Venezia-Tessera, Milano-Linate, Milano-Malpensa e Roma-Ciampino. In questo progetto sono state integrate le competenze maturate in Italia in materia di acustica, modellistica del suono, mappatura acustica, valutazione dell'inquinamento atmosferico attraverso un sistema integrato di modellistica e misure, epidemiologia e valutazione di impatto sanitario. La sintesi dei risultati di seguito presentati deriva dal Rapporto finale dello stesso progetto SERA (<http://www.ambiente-salute.it/wp-content/uploads/SERA-Italia-CCM-2010-Studio-sugli-Effetti-del-Rumore-Aeroportuale.pdf>).

Sono stati considerati 73.272 residenti esposti a rumore aeroportuale superiore a 55 dB, di cui 55.915 (76,3%) erano esposti a un rumore aeroportuale di 55-60 dB; 16.562 (22,6%) a 60-65 dB; 795 (1,2%) a 65-70 dB. La valutazione condotta ha fornito una stima quantitativa dell'impatto sanitario complessivo del rumore aeroportuale sulla salute delle popolazioni residenti nei pressi dei 6 aeroporti italiani studiati, evidenziando un impatto rilevante del rumore aeroportuale sulla salute dei residenti. In un anno l'esposizione a livelli di rumore aeroportuale maggiori di 55 dB ha causato nella popolazione studiata: 4.607 (IC95% 0-9.923) casi addizionali di ipertensione; 3,4 (IC95% 0-10,7) casi di infarto miocardico acuto; fastidio (*annoyance*) in 9.789 persone (IC95% 6.895-11.962); e disturbi del sonno in 5.084 soggetti (IC95% 1.894-10.509).

Gli autori, a fronte dei risultati conseguiti hanno ritenuto opportuno che venisse proseguita la sorveglianza epidemiologica e attivate urgenti misure di mitigazione del rumore per tutelare la salute dei residenti.

L'VIII Rapporto dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale-ISPRA ed. 2012 sulla qualità dell'ambiente urbano “*Focus su porti aeroporti e interporti*”, da pag. 127 a pag. 186, dedica all'inquinamento acustico da aeroporti alcuni contributi importanti relativi allo studio SERA e approfondimenti, tra cui segnaliamo: “*L'impatto dell'inquinamento ambientale prodotto dagli aeroporti sulla salute dei residenti*” (Ancona C., Licitra G., Cattani C., Sozzi R., Forastiere F.).

Si segnala anche la pubblicazione “*Valutazione dell'impatto del rumore aeroportuale sulla salute della popolazione residente nelle vicinanze di sei aeroporti italiani — Health Impact Assessment of airport noise on people living nearby six Italian airports*” (*Epidemiol Prev* 2014;38:227-36) che afferma: “*La valutazione condotta nell'ambito del progetto SERA Italia ha fornito una stima quantitativa dell'impatto sanitario complessivo del rumore aeroportuale sulla salute delle popolazioni residenti nei pressi dei 6 aeroporti italiani studiati. L'impatto è rilevante, specie per gli aeroporti di Roma-Ciampino e Torino-Caselle, e giustifica*

l'urgenza di programmi di intervento atti a ridurre l'esposizione della popolazione, che in qualche caso sono stati già avviati".

C. Studio sui residenti nelle aree circostanti l'aeroporto di Orio al Serio

Anche lo studio pubblicato nel 2018 "*Effects of aircraft noise on annoyance, sleep disorders, and blood pressure among adult residents near the Orio al Serio International Airport (BGY), Italy*", condotto su 400 persone adulte residenti in prossimità dell'aeroporto di Bergamo-Orio al Serio ha evidenziato una forte associazione tra i livelli di inquinamento acustico, i disturbi della qualità del sonno e l'*annoyance* (Carugno M et al. Med Lav 2018; 109:253-63). Lo studio, nelle conclusioni, raccomanda azioni di prevenzione a tutela della salute che includano la riduzione del rumore aereo.

D. Studi sui residenti nel comune di Ciampino ed aree limitrofe

La ricerca denominata CRISTAL (Centro Regionale Infrastrutture Sistemi Trasporto Aereo del Lazio) è stata realizzata dall'Arpa su mandato della Regione Lazio. I risultati sono stati presentati per la prima volta nel marzo 2009: è stato evidenziato che le persone residenti nei comuni di Ciampino, Marino e del X Municipio di Roma, sono sottoposte a livelli d'inquinamento acustico da traffico aereo estremamente preoccupanti

<https://www.arpalazio.it/ambiente/rumore/rumore-da-infrastrutture-di-trasporto>

Lo studio S.Am.Ba (Studio sugli effetti dell'ambiente sulla salute dei bambini residenti a Ciampino e Marino) è stato condotto su 700 bambini (età 9-11 anni) che frequentavano nel 2009 le classi IV e V di 14 scuole elementari ubicate nei comprensori di Ciampino e Marino. Le conclusioni della ricerca presentata nel 2012 affermano: "*Lo studio ha evidenziato una associazione tra rumore ambientale misurato all'esterno delle scuole e difetti nella discriminazione uditiva dei bambini. Questo deficit si conferma e si rafforza quando si studia l'esposizione a rumore aeroportuale stimato a livello dell'abitazione del bambino. I bambini che vivono in abitazioni dove si stima un più elevato livello di rumore aeroportuale mostrano anche difetti delle capacità di apprendimento. In linea con la letteratura internazionale non si osservano effetti sui livelli di pressione arteriosa mentre si conferma un forte effetto del rumore, sia a scuola ma soprattutto a casa, sul fastidio percepito (annoyance) dai bambini"* (<https://www.deplazio.net/archivio-news/98-rapporto-samba>).

E. Studio sull'aeroporto di Pisa

Publicato nel 2021, lo studio di Petri D et al (*Effects of Exposure to Road, Railway, Airport and Recreational Noise on Blood Pressure and Hypertension*. Int J Environ Res Salute pubblica 2021, 18, 9145) si è posto l'obiettivo di valutare l'impatto che diversi tipi di fonti di rumore (stradali, ferroviarie, aeroportuali e ricreative) in un contesto urbano hanno sulle variazioni della pressione sanguigna e sull'ipertensione. 517 cittadini di Pisa, sono stati sottoposti a un questionario strutturato e a cinque misurazioni della pressione sanguigna in un giorno. I partecipanti vivevano nello stesso edificio da almeno 5 anni, avevano un'età compresa tra 37 e 72 anni ed erano esposti a una o più fonti di rumore tra traffico aereo, traffico stradale, ferroviario e rumore ricreativo. Le analisi hanno mostrato che la prevalenza di alti livelli di pressione diastolica (DBP) è coerente con un aumento di 5 dB (A) di rumore notturno ($\beta = 0,50$ 95% CI: 0,18–0,81). Inoltre, l'aumento della DBP è anche positivamente associato a soggetti più sensibili al rumore, di età superiore ai 65 anni, senza protezione dal rumore domestico o che non chiudono mai le finestre.

FOCUS SU BAMBINI E ADOLESCENTI

Una nutrita serie di studi osservazionali e sperimentali ha anche dimostrato che l'esposizione al rumore prodotto dal traffico aereo compromette le prestazioni cognitive dei bambini e degli studenti.

I bambini e gli adolescenti rappresentano un gruppo estremamente vulnerabile agli effetti dell'inquinamento atmosferico, acustico ed elettromagnetico in quanto organismi in fase di accrescimento con modalità diverse dagli adulti circa maturazione e funzione del sistema immunitario, metabolico, endocrino, respiratorio e neurocognitivo. Per le stesse ragioni è rilevante nell'etiopatogenesi delle malattie anche l'esposizione materno fetale, e addirittura preconcezionale, all'inquinamento ambientale anche di tipo acustico. Una importante review correla l'esposizione al rumore durante la gravidanza al basso peso alla nascita (Ristovska G et al. *Reproductive Outcomes Associated with Noise Exposure - A Systematic Review of the Literature*. Int J Environ Res Public Health 2014;11(8):7931–52).

Le abilità cognitive si sviluppano dall'integrazione di informazioni che derivano dalla capacità di attenzione, di lettura e di memorizzazione e capacità di riconoscimento dei suoni, il rumore ambientale è un fattore di disturbo

di tutte queste abilità. Da decenni sono ben documentati i disturbi dell'apprendimento in studenti che frequentano scuole ubicate in aree sottoposte ad inquinamento acustico proveniente da più fonti e in particolare dal trasporto aereo.

Nello studio pubblicato nel 2006, a titolo “*Exposure-Effect Relations between Aircraft and Road Traffic Noise Exposure at School and Reading Comprehension The RANCH (Road Traffic & Aircraft Noise & Children's Cognition & Health) Project*” (Clark C et al. Am J Epidemiol 2006; 163(1):27-37), sono stati analizzati gli effetti del rumore prodotto dal traffico automobilistico e dal traffico aereo sullo sviluppo cognitivo dei bambini. Oltre 2.800 bambini dai 9 ai 10 anni di età frequentanti 89 scuole situate in prossimità di tre importanti aeroporti europei (Schiphol in Olanda, Barajas in Spagna e Heathrow in Inghilterra) sono stati coinvolti nello studio. I ricercatori hanno misurato i livelli di inquinamento acustico e li hanno rapportati ai risultati di una serie di test cognitivi ai quali sono stati sottoposti i bambini. Analizzando i dati, è stato rilevato che l'esposizione all'inquinamento acustico pregiudica la capacità di leggere in modo corretto. L'esposizione al rumore da traffico automobilistico non sembra avere un effetto altrettanto significativo sulla capacità di leggere ma è risultato dannoso nei confronti della memoria. Un'esposizione a livelli elevati di entrambi i tipi di inquinamento acustico è stata associata ad una peggiore qualità della vita per i bambini e ad un netto aumento dello stress.

Nel 2012 gli stessi autori del lavoro precedente pubblicano altri risultati dello studio RANCH (Clark C et al. *Does Traffic-related Air Pollution Explain Associations of Aircraft and Road Traffic Noise Exposure on Children's Health and Cognition? A Secondary Analysis of the United Kingdom Sample from the RANCH Project*. Am J Epidemiol 2012;176:327-37), realizzato su un sotto-campione di quello stesso studio. La ricerca ha coinvolto 719 bambini di età compresa tra i 9 e i 10 anni frequentanti 22 scuole ubicate in prossimità dell'aeroporto londinese di Heathrow. Nella ricerca si è tenuto conto anche dell'inquinamento dell'aria, in particolare della presenza di NOx (Ossidi di Azoto). Le conclusioni hanno confermato i risultati della ricerca precedente circa i disturbi di tipo cognitivo e specificamente circa la capacità di comprensione nella lettura. Inoltre sono state date chiare indicazioni di politica sanitaria ovvero di allontanare i bambini da scuole poste in prossimità di aeroporti perché inadatte alla loro crescita culturale - la capacità di lettura e comprensione di un testo è fondamentale nella formazione culturale, scolastica e spirituale - trattandosi di luoghi nei quali il diritto alla salute non è tutelato.

Nel 2015 la review “*Health Effects of Noise Exposure in Children*” (Stanfeld S. & Clark C. Curr Environ Health Rep 2015;2:171-8) ha fatto il punto sullo stato delle conoscenze derivanti da studi fino allora effettuati sull'esposizione a rumore dei bambini evidenziando che le evidenze sono forti per un effetto sulle capacità neurocognitive, in particolare sulla lettura e la memoria, nonché sui punteggi derivanti da test scolastici standardizzati. Ha anche segnalato ricerche nei bambini che hanno evidenziato una possibile relazione tra l'esposizione al rumore e iperattività, danni uditivi, disturbi del sonno e ipertensione.

Anche la più recente review “*Noise Indicators Relating to Non-Auditory Health Effects in Children-A Systematic Literature*” (Terzakis ME et al, Environ Res Public Health. 2022;19:15633) e l'articolo pubblicato nel 2023 “*The Impact of Aircraft Noise on the Cognitive Function of Elementary School Students in Korea*” (BaeK et al, Noise Health 2023;25:83-91) ha evidenziato la stretta connessione tra inquinamento acustico e disturbi neurocognitivi. Da questi ultimi articoli è emerso ancora una volta che l'esposizione al rumore aeroportuale, valutata mediante livelli sonori espressi in DbA, presenta associazioni significative con effetti sulla salute non uditivi: effetti psicofisiologici, sullo sviluppo cognitivo, sulla salute mentale e sul sonno.

CONCLUSIONI

Vi sono ampie evidenze sugli effetti avversi sulla salute prodotti dal rumore, in particolare da traffico aereo, soprattutto in ragione del suo progressivo incremento:

- Vi sono evidenze di **effetti sulla salute dei bambini** esposti: un rischio aumentato di **disturbi dell'apprendimento, ridotta capacità di lettura e comprensione dei testi scritti**, tanto che **le scuole situate nei pressi di aeroporti non sono ambienti salutarî né adatti all'educazione e alla crescita dei bambini**.
- Vi sono evidenze di **effetti sulla salute degli adulti**. **Patologie cardiovascolari, insonnia e disturbi delle fasi del sonno, irritabilità, astenia, disturbi del sistema endocrino, del sistema digestivo e dell'udito** sono effetti consistentemente rilevati in soggetti esposti a inquinamento acustico, compresi coloro che sono residenti in prossimità di aree aeroportuali. Negli adulti esposti in particolare risulta aumentato:

- il rischio di ricovero per ictus cerebrale, malattia coronarica e malattie cardiovascolari;
 - il rischio di mortalità per malattie cardiovascolari, malattie coronariche, infarto del miocardio e diabete di II tipo, al netto dell'effetto dato dall'inquinamento atmosferico
 - il rischio di depressione e fastidio in generale.
- Da sottolineare che si hanno **effetti sulla salute** anche **al di sotto di quelle che sono le soglie normative attualmente vigenti** (<https://www.arpae.it/it/notizie/noise-in-europe-2020-lesposizione-al-rumore-in-europa>).
- L'inquinamento acustico rappresenta una minaccia per un'ampia varietà di specie selvatiche terrestri e marine provocando una serie di risposte fisiologiche e comportamentali patologiche, quali una riduzione della densità delle popolazioni animali da ricondurre a problemi della riproduzione e un aumento della mortalità e dell'emigrazione. Come è noto la biodiversità è un fattore rilevante di tutela della salute.
- Inoltre, occorre ricordare che **il trasporto aereo, oltre a provocare inquinamento acustico, è una fonte rilevante di inquinamento atmosferico** con emissione di sostanze climalteranti, in particolare si ricorda quanto dichiarato dall'Agenzia Ambientale Europea in termini di emissioni da traffico aereo da CO₂, un gas a effetto serra: “tali emissioni rappresentano il 2,4% delle emissioni mondiali di questo inquinante ma sono duplicate dal 1990 al 2019” (<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/transport-and-environment-report-2020>).

In considerazione di ciò i progetti di costruzione di nuovi aeroporti o di modifiche strutturali ad aeroporti già esistenti, specialmente in zone densamente popolate, non potranno non tenere conto di queste conoscenze (“Rumore e inquinamento: l'effetto degli aeroporti sulla salute dei residenti” Epidemiol Prev 2014: 38:164-6).

In particolare non è più ammissibile aumentare i livelli di esposizione attuali a valori che superano i 40 decibel durante la notte e i 45 decibel durante il giorno, creando ulteriore problemi di salute anziché prevenirli. **Questi valori sono da intendersi come limiti massimi da non superare e non come valori ottimali**, non potendosi escludere la presenza di siti sensibili e soggetti particolarmente vulnerabili tra gli esposti.

Oggi, di fronte ad un inquinamento ambientale che tutti i giorni miete migliaia di vittime e ad una crisi del clima con eventi estremi sempre più frequenti che non garantiscono più né la salute né la sicurezza delle popolazioni e delle infrastrutture, occorre ridurre dove possibile tutte le forme di inquinamento e salvaguardare e migliorare le condizioni dell'ambiente.

In Italia, come nel mondo, visto l'impatto ambientale rilevante del trasporto aereo su clima, ambiente e salute è **necessario che questa forma di mobilità**, indubbiamente necessaria per spostamenti su lunghe distanze in un mondo globalizzato come il nostro, **sia ridotta e razionalizzata**. Questo significa non consentire la realizzazione di nuovi aeroporti (in Italia sono oltre 100 le strutture aeroportuali presenti) o l'ampliamento di quelli esistenti, e lavorare per una riduzione complessiva del rumore tramite soluzioni efficaci che rendano meno rumorosi gli aeromobili in fase di avvicinamento, atterraggio e decollo, nonché capaci di inquinare meno l'atmosfera in considerazione anche del connesso traffico veicolare.