



Impatto del trasporto aereo su clima, ambiente e salute. Le ragioni scientifiche ed etiche per ridurre e rendere razionale questo tipo di mobilità

Antonella Litta

Medico di Medicina Generale, specialista in Reumatologia,
referente nazionale e coordinatrice per l'Associazione Medici per l'Ambiente - ISDE
(International Society of Doctors for the Environment) del gruppo di studio: "Il traffico aereo come fattore d'inquinamento ambientale e danno alla salute".
e-mail: isde@ats.it; isde.viterbo@gmail.com; tel.3383810091

Introduzione

Il trasporto aereo, un settore in costante espansione già a partire dagli anni novanta del secolo scorso, ha una responsabilità rilevante nella genesi dei cambiamenti climatici attraverso l'alterazione dei componenti dell'atmosfera (è l'unica attività umana che rilascia inquinanti, i prodotti della combustione del cherosene, direttamente nella stratosfera) e il danno più in generale all'ambiente che esso produce; una responsabilità minimizzata, se non negata e volutamente trascurata nelle sedi decisionali politico-economiche, e resa volutamente poco nota alla stragrande maggioranza delle persone. [Se le emissioni del settore aereo venissero considerate come quelle di una nazione questa si collocherebbe tra i primi dieci paesi emettitori di gas serra in Europa.](#)

È necessario e doveroso quindi conoscere gli effetti anche di questa forma di trasporto per accrescere consapevolezza e responsabilità nel tentativo di arginare la devastazione ambientale e la sofferenza che ne è costante conseguenza: ogni giorno scompaiono circa 100 diverse specie del mondo vegetale ed animale, un impoverimento irreversibile che sta riducendo la biodiversità e ci sta portando verso un mondo sempre più uniforme ed incolore e a cieli sempre più grigi.

Un mondo, un pianeta grigio come quello paventato nel testo, per vari aspetti profetico, "Pianeta azzurro o pianeta grigio? Sine sole silet" di Gisela Stier che già nel 1992 affrontava, con grande ricchezza di dati, riflessioni, ammonimenti e avvertenze, rimasti inascoltati, il tema delle conseguenze dell'inquinamento atmosferico sul clima, sulla vegetazione e l'intera biosfera con particolare riguardo all'inquinamento derivate proprio dal traffico aereo.

1. Inquinamento atmosferico, acustico ed elettromagnetico generato dal traffico aereo

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-Covid19 - soprattutto per quanto riguarda il settore del trasporto merci e quello dei voli low cost, solitamente legato al turismo definito anche "mordi e fuggi" determi-

nando così un incremento importante del suo impatto negativo sull'ambiente, soprattutto in termini di inquinamento atmosferico, acustico e importante contributo ai cambiamenti climatici.

Secondo il [rapporto dell'European Aviation Environmental - EAE 2019](#) il numero di voli è aumentato dell'8% tra il 2014 e il 2017 ed è prevista una ulteriore crescita del 42% tra il 2017 e il 2040.

Sempre secondo questo report entro il 2040 per le emissioni di Anidride Carbonica-CO₂ e Ossidi di Azoto - NOx sono previsti aumenti rispettivamente e almeno del 21% e del 16%.

Il report [Aviation and shipping—impacts on Europe's environment dell'EEA 2017](#) che ha preso in considerazione anche le emissioni del trasporto marittimo, afferma che il trasporto aereo e il trasporto marittimo internazionale contribuiscono in modo significativo alle emissioni di gas serra nell'Unione europea con un apporto rispettivamente del 13,3% e 12,8%.

Le emissioni di gas serra-GHG prodotte dall'aviazione internazionale sono raddoppiate dal 1990; sono quasi il 25% più elevate nel 2015 rispetto al 2000.

Le emissioni di questo settore sono aumentate in ciascuno degli ultimi 4 anni (2013-2016), a un tasso medio di quasi il 2% per ogni anno.

[I trasporti internazionali, in particolare il trasporto aereo e quello marittimo, non sono ancora stati sottoposti a provvedimenti obbligatori per la riduzione delle loro emissioni inquinanti e dannose per l'ambiente e per il clima.](#)

Il protocollo di Kyoto prima, e anche le conferenze internazionali sul clima - Conferenza delle Parti dell'United Nations Climate Change Conference-UNFCCC -, come quella di [Parigi-Cop21 del 2015](#), quella di [Marrakech-Cop22 del 2016](#), di [Katowice-Cop24 in Polonia del 2018](#) , di [Madrid-Cop25 del 2019](#), e come l'ultima di [Glasgow-Cop26 del 2021](#), ancora e colpevolmente non impongono alcuna limitazione obbligatoria a queste due modalità di trasporto che pure contribuiscono in modo rilevante ai cambiamenti climatici.

In questa maniera gli obiettivi fissati per limitare l'aumento della temperatura media globale a 2°C rispetto ai livelli preindustriali, e se possibile a 1,5 °C, non saranno di certo realizzabili senza il pieno coinvolgimento dei settori del trasporto internazionale aereo e marittimo.

Da segnalare inoltre che i piani di miglioramento della qualità dell'aria predisposti nelle principali città in Europa, USA e Asia, non inseriscono ancora la riduzione e la razionalizzazione del traffico aereo tra le misure per contrastare l'inquinamento dell'aria e i cambiamenti climatici.

Eppure, già nel 1999 gli scienziati dell'[IPCC](#) (*Intergovernmental Panel on Climate Change*- Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico) raccomandavano: *“Disincentivare l'uso disinvolto del trasporto aereo con tasse o prelievi ambientali e con il commercio dei diritti di emissione”*.

Le persone che vivono in prossimità di scali aeroportuali e i lavoratori delle strutture aeroportuali sono costretti a subire oltre agli effetti dell'inquinamento dell'aria anche quelli dell'inquinamento acustico ed elettromagnetico con conseguenze importanti sulla salute e il benessere psicofisico.

Solo una minima parte della popolazione mondiale viaggia in aereo, mentre le drammatiche conseguenze del surriscaldamento climatico derivanti anche dal trasporto aereo, ricadono sull'intera umanità in termini di desertificazione, alluvioni, cicloni, sconvolgimenti climatici così gravi che determinano distruzioni e carestie in aree sempre più estese del pianeta e incrementano il fenomeno forzato delle migrazioni soprattutto dal continente africano ed asiatico.

Il traffico aereo contribuisce in ingente misura alle emissioni di CO₂, principale gas ad effetto serra.

Una ricerca dell'università inglese Warwick Business School ha mostrato che, tra il 2007 e il 2014, nessuna tra le più note compagnie aeree mondiali, tranne qualche raro caso, ha provveduto a mettere in atto interventi e strategie volte ridurre le proprie emissioni.

Secondo l'Organizzazione mondiale della Sanità-OMS ogni anno sono oltre 12 milioni le morti attribuibili all'inquinamento dell'aria, dell'acqua e all'inquinamento del suolo, alle esposizioni chimiche, ai cambiamenti climatici e alle radiazioni ultraviolette, ed è quindi urgente e necessaria una riduzione dell'esposizione a tutte le fonti di inquinamento insieme ad interventi di risanamento, bonifica e tutela dell'ambiente.

Il traffico aereo è ascrivibile tra le più importanti fonti di inquinamento ambientale e danno alla salute e pertanto devono essere predisposti interventi, azioni e politiche nazionali e internazionali che ne prevedano una rapida quanto concreta razionalizzazione e riduzione.

2. Il gas Ozono in atmosfera

L'Ozono è un gas, contenuto in massima parte nella stratosfera, e qui forma un importante schermo di protezione dalle radiazioni solari ultraviolette. Nell'alta troposfera e nella bassa stratosfera le emissioni di Ossidi di azoto-NO_x degli aerei tendono ad accrescere la quantità di Ozono ed hanno come conseguenza il potenziamento dell'effetto serra. Ad altitudini maggiori (circa 18 Km) le emissioni di Ossidi di azoto degli aerei supersonici tendono a ridurre il quantitativo di Ozono, mentre a livello della superficie terrestre ne aumentano il quantitativo e quindi gli effetti tossici sulla salute.

Questi effetti possono essere così riassunti: irritazione degli occhi e irritazione e danno delle alte e basse vie respiratorie, disturbi e danni al sistema cardiocircolatorio, specialmente nei bambini e negli anziani.

Da considerare poi i danni all'ambiente in quanto l'Ozono è corresponsabile del fenomeno delle piogge acide.

I danni provocati dall'Ozono troposferico riguardano in particolare l'agricoltura e il patrimonio boschivo: gli effetti su alberi e piante si manifestano con defoliazione, variazioni del colore, arricciamento e macchiatura delle foglie e riduzione d'accrescimento radiali.

Tra le piante ad alto fusto, il faggio e il pioppo sono fra le più sensibili all'inquinamento da Ozono, mentre le colture che subiscono più danno anche in termini di resa, sono il frumento, l'orzo, la soia, il trifoglio, l'erba medica.

L'inquinamento da Ozono rappresenta anche un potenziale rischio per le biodiversità perché tende a far scomparire o ridurre il numero delle specie vegetali.

L'Ozono si comporta quindi in modo diverso a seconda della sua altezza nell'atmosfera: l'Ozono presente nella troposfera risulta un inquinante molto dannoso soprattutto in dipendenza della dose e del periodo di esposizione; l'Ozono presente nella stratosfera ha invece un effetto eco-protettivo, in quanto protegge dai raggi ultravioletti (UV) del sole che favoriscono i tumori della pelle in particolare il melanoma.

Questa particolare neoplasia cutanea risulta in aumento in tutto il mondo. Tassi più elevati d'incidenza si riscontrano in Australia, Nuova Zelanda e nei Paesi del Nord Europa.

Come indicato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, ogni anno nel mondo vengono diagnosticati circa 132.000 nuovi casi di questo tipo di cancro. [Le stime per l'Italia](#) indicano un totale di circa 14.000 nuovi casi diagnosticati ogni anno, mentre per quanto riguarda la mortalità si registrano ogni anno più di 2.000 decessi.

3. Il particolato-PM (Particulate Matter)

Il termine particolato, indicato con la sigla PM da Particulate Matter, designa piccolissime particelle solide o liquide del diametro dei micron (la millesima parte di un millimetro, la milionesima di un metro) che rimangono sospese nell'aria per periodi variabili e dipendenti dalla loro massa e diametro prima di ricadere al suolo. Le particelle hanno un diametro che può variare da un paio di nanometri fino a 100 micron (un nanometro è la millesima parte di un micron e la miliardesima parte di un metro).

Si indicano con la sigla PM10 tutte le particelle con diametro inferiore a 10 micron (in sigla μm), pertanto il PM2,5 è un sottoinsieme del PM10, che a sua volta è un sottoinsieme del particolato grossolano, cioè particolato sedimentabile di dimensioni superiori ai 10 μm , non in grado di penetrare nel tratto respiratorio superando la laringe, se non in piccola parte.

Il PM10 - particolato formato da particelle inferiori a 10 μm (un centesimo di millimetro) - è una polvere inalabile, ovvero in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore (naso e laringe).

Le particelle di diametro tra 5 e 2,5 μm si fermano prima dei bronchioli.

Il PM2,5 - particolato fine con diametro inferiore a 2,5 μm (un quarto di centesimo di millimetro) - è una polvere in grado di penetrare ancora più profondamente nei polmoni fino agli alveoli dove avvengono gli scambi gassosi tra sangue e aria.

Per dimensioni ancora più piccole (particolato ultrafine, UFP o UP) si parla di polvere respirabile, cioè in grado di penetrare direttamente nel sangue.

Il PM può essere trasportato da fenomeni atmosferici in luoghi molti distanti dal punto della sua produzione.

Il particolato può essere distinto in primario e secondario in base ai processi che lo hanno prodotto: primario è il particolato immesso in atmosfera direttamente da accumuli o fonti naturali (vulcani, erosioni delle rocce, etc.) o attraverso processi di combustione ad alta temperatura per la maggior parte di origine antropica (tra questi il traffico veicolare ed aereo, le attività dei cementifici, delle centrali elettriche a gas, carbone e oli combustibili, le attività delle industrie, delle fonderie e degli inceneritori di rifiuti).

Il PM secondario, invece, si forma dalla reazione chimica dei gas emessi in atmosfera, coinvolgendo ossidi di azoto, ossidi di solfuro, ammoniaca (NH₃) e i composti organici volatili (Voc), tra questi il benzene, classificato come cancerogeno certo di gruppo 1 dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro-IARC, che appartiene al gruppo degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

Il particolato formato dalla combustione che avviene nei motori aerei è costituito generalmente da solfati, ammonio, ioni idrogeno, particelle di carbone, metalli pesanti, tra cui il piombo, mercurio, arsenico, ceramiche - utilizzate nei materiali frenanti - e componenti organici.

Il particolato (PM) derivato dalle emissioni dei motori gioca un ruolo sempre più importante nel dibattito sul danno da trasporto aereo all'ambiente, al clima, agli ecosistemi e alla salute delle persone, soprattutto di quelle che vivono in aree prossime agli aeroporti.

Tutto ciò perché il quantitativo maggiore di particolato viene prodotto proprio nelle fasi di decollo ed atterraggio, e anche dall'attrito delle ruote e dei freni degli aerei sempre nella fase di atterraggio.

3.1 Esposizione al particolato e malattie

La frazione di particolato più dannosa per la salute è il particolato fine ed ultrafine; infatti, in virtù delle sue dimensioni sub-microscopiche può attraversare la barriera ematocerebrale e placentare, gli alveoli, penetrare nelle arterie, nel cervello, nei nuclei delle cellule, modificare l'epigenoma determinando alterazioni tali da innescare processi patologici responsabili di malattie cronico-degenerative, infiammatorie e tumorali.

Nell'ottobre del 2013 l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro-IARC ha classificato il PM fine ed ultrafine tra le sostanze cancerogene certe per le quali non esiste alcuna soglia ammissibile di sicurezza per la salute umana.

Tale classificazione ha fatto seguito anche ai risultati dello studio ESCAPE-European Study of Cohortes for Air Pollution Effects del luglio 2013 che ha dimostrato come le polveri sottili aumentino il rischio di ammalarsi di tumore del polmone; in particolare l'aumento di rischio era del 18% per incrementi di 5 µg/m³ di PM 2,5 e del 22% per incrementi di 10 µg/m³ di PM 10 nell'aria.

Per l'esposizione cronica al PM attraverso l'aria è stato anche dimostrato un ruolo determinante nella patogenesi di malattie cerebrovascolari e cardiovascolari attraverso diversi meccanismi biologici tra cui l'attivazione di processi di infiammazione endoteliale, come evidenziato con sempre maggiore chiarezza da una vasta ed importante e documentazione scientifica (*Internazionale Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association*. [Circulation](#). 2010 Jun 1;121(21):2331-78).

Sempre più numerosi anche gli studi che evidenziano un incremento di malattie cardiovascolari tra i residenti in aeree poste in prossimità di aeroporti in relazione anche all'esposizione al particolato prodotto dalle emissioni degli aerei e dal connesso traffico veicolare (*Aviation Emissions Impact Ambient Ultrafine Particle Concentrations in the Greater Boston Area*, [Hudda N.](#) et al. [Environ Sci Technol](#). 2016 Aug 4).

Lo studio "*Long-Term Exposure to Ambient Air Pollution and Incidence of Cerebrovascular Events: Results from 11 European Cohorts within the ESCAPE Project* ([Environ Health Perspect](#). 2014 Sep;122(9):919-25)" in prosecuzione del progetto Escape conferma come gli attuali limiti di legge non siano atti a garantire la salute per esposizione al PM: "*In sintesi, abbiamo trovato prove suggestive di un'associazione tra l'esposizione a lungo termine alle polveri sottili e incidenza di ictus in 11 coorti europee, in particolare tra i partecipanti ≥ 60 anni di età e tra i non fumatori. L'associazione è stata osservata anche sotto di valori limite europei attuali, indicando effetti nocivi delle particelle fini anche a basse concentrazioni*".

Da segnalare che i più recenti studi epidemiologici (*Air Pollution and Neuropsychological Development: A Review of the Latest Evidence* [Endocrinology](#) 2015 Oct;156(10):3473-82) supportano l'ipotesi che l'esposizione pre e/o post-natale all'inquinamento ambientale, particolarmente al PM 2.5, agli idrocarburi policiclici aromatici

e agli ossidi di azoto - elementi inquinanti presenti anche nelle emissioni dell'aviazione - ha un impatto negativo sullo sviluppo neuropsicologico fetale e dei bambini.

A margine di questa segnalazione c'è da tenere presente che i bambini che vivono in prossimità di strutture aeroportuali subiscono oltre che gli effetti dell'inquinamento dell'aria anche quelli dell'inquinamento acustico.

Le malattie cardiovascolari sono la prima causa di disabilità nel mondo e morte.

Tali malattie sono state responsabili nel 2019 di 18,6 milioni di morti a livello globale.

La review *Pollution and the heart* pubblicata nel 2020 sul *The New England Journal of Medicine* dagli studiosi Rajagopalan e Landrigan, riconosce l'inquinamento come tra i più importanti fattori di rischio per le malattie cardiovascolari. Il lavoro stigmatizza il fatto che: “[...] *Finora, gli interventi per la riduzione dell'inquinamento ambientale hanno ricevuto scarsa attenzione nei programmi per controllo delle malattie cardiovascolari e sono in gran parte assenti dalle linee guida per quanto riguarda la prevenzione delle malattie cardiovascolari. Ci si è concentrati infatti quasi esclusivamente sui fattori di rischio comportamentali e sull'assetto metabolico individuale. Questo atteggiamento rappresenta una importante omissione, perché l'inserimento della riduzione dell'inquinamento ambientale come elemento di prevenzione per le malattie cardiovascolari potrebbe salvare milioni di vite [...]*”.

Sempre in questa recensione si sottolinea la necessità e l'urgenza di interventi dei governi per la riduzione dell'esposizione delle popolazioni a fonti di inquinamento ambientale che debbono avvenire su scala sociale e globale, e questo anche attraverso una rapida transizione verso le fonti pulite e rinnovabili di energia, con il doppio vantaggio di rallentare e contrastare il cambiamento climatico oltre che l'epidemia globale di malattie cardiovascolari.

3.2 Danni alla vegetazione e agli ecosistemi

Il PM rilasciato dalle emissioni aeree ha anche un'azione climalterante contribuendo al surriscaldamento climatico e provoca danno agli ecosistemi.

Il PM non è un singolo inquinante ma, come già riportato, una miscela di inquinanti eterogenei differenti per origine, misura e composizione chimica. Gli effetti della deposizione di PM sulla vegetazione e sui terreni dipendono appunto dalla sua composizione chimica e possono produrre effetti sia diretti che indiretti sull'ecosistema coinvolto.

La risposta dell'ecosistema agli inquinanti è in funzione diretta del livello della sua sensibilità e capacità di sfruttare al meglio il cambiamento provocato dalla presenza del PM.

Il più grande impatto sull'ambiente è quello del PM che contiene soprattutto nitrati e solfati poiché depositandosi sul suolo altera la disponibilità e quindi l'assunzione di nutrienti, e di fatto crea una condizione di squilibrio dell'ecosistema e quindi della biodiversità che si ripercuote anche sulla catena alimentare (processi di eutrofizzazione).

I danni sulla crescita delle piante sono prodotti dall'acidificazione di cui sono responsabili i biossidi di zolfo (SO₂), chiamati anche anidridi solforose, che reagendo con l'acqua si trasformano in acido solforico dando luogo al fenomeno delle piogge acide (arresto della crescita e defogliazione della vegetazione), come anche l'ossido di azoto (NO) che trasformandosi in acido nitrico è corresponsabile delle piogge acide,

Un fenomeno quello delle piogge acide denunciato per la prima volta già nel 1967 dallo scienziato svedese Svante Odén che lo aveva rilevato in Europa a partire dagli anni Cinquanta.

Altri danni sono dovuti alla deposizione diretta del PM su foglie, ramoscelli e tronchi delle piante e della vegetazione che formano un ostacolo al passaggio della luce, riducendo così la fotosintesi del sistema vegetale e aumentandone la suscettibilità ad agenti patogeni.

Secondo il report *Air Quality in Europe-2018* si stima che circa il 61% degli ecosistemi dell'intera Europa e il 72 % degli ecosistemi dell'Europa dei 28 paesi siano esposti a livelli di inquinamento tali da determinare il fenomeno dell'eutrofizzazione con valori superiori a quelli riscontrati nel 2015.

Il [report Air Quality in Europe 2020](#) conferma che nel 2018 una rilevante parte di aree agricole ed ecosistemi in Europa continua ad essere esposta a livelli dannosi di Ozono e al processo di eutrofizzazione.

3.3 Una condanna della Cassazione per danno alla vegetazione e alla fauna

Esemplificativa del danno prodotto dagli inquinanti presenti nelle emissioni degli aerei a vegetazione e fauna è [la vicenda che, nel 2014, ha visto la condanna dopo 15 anni e tre gradi di giudizio in Cassazione del Ministero delle Infrastrutture](#) che è stato condannato al pagamento di circa 8 milioni di euro per la devastazione ambientale provocata dal decollo degli aerei in un'area di circa 400 ettari denominata la Brughiera del Dosso, prossima al sedime aeroportuale di Malpensa sulla rotta di decollo degli aerei dalle due piste (35R e 35L).

“Quattro consulenze tecniche d'ufficio (ctu) da parte di docenti del Politecnico e dell'Università degli studi di Milano avevano evidenziato il danno ambientale, ecologico e acustico causato dal sorvolo a bassa quota degli aerei in decollo in un'area inserita e qualificata nella sua totalità dalla Regione Lombardia e dal ministero dell'Ambiente come Riserva naturale protetta del Parco del Ticino.

In particolare, il carburante incombusto avrebbe provocato "un livello di inquinamento al suolo pari a trenta volte quello che si riscontra al casello di entrata di Milano sud dell'autostrada A1" causando negli anni la morte di migliaia di alberi e la scomparsa di una molteplicità di uccelli migranti e stazionari”.

4. Aeroporti e inquinamento delle acque

Le strutture aeroportuali, i grandi scali come i piccoli e perfino le avio superfici in erba, rappresentano un potenziale, quanto concreto, rischio di inquinamento delle acque sia di superficie che profonde, soprattutto quando queste strutture sono ubicate in prossimità o all'interno di zone SIC (Sito di interesse comunitario) e zone ZPS (Zona di protezione speciale) come parchi, fiumi, laghi, risorgive etc.

All'interno dei sedimenti aeroportuali avvengono infatti una serie di operazioni ad alto rischio di inquinamento delle acque: procedure di scongelamento degli aeromobili (deicing e anti-icing) per tonnellate di glicole, più o meno miscelato, oltre alle sostanze utilizzate per la pulizia ordinaria dei piazzali e delle piste, in aggiunta agli sversamenti incidentali di carburante (*Potential toxic effects of aircraft de-icers and wastewater samples containing these compounds*. [Environ Sci Pollut Res Int](#). 2015 Sep;22(17):13094-101. doi: 10.1007/s11356-015-4358-1. Epub 2015 May 1).

Ogni aeroporto deve e dovrebbe avere un piano approvato dalle Istituzioni competenti per la tutela e la salvaguardia delle falde acquifere idrica e freatica poste in prossimità e/o sottostanti la struttura aeroportuale, e dovrebbe utilizzare acqua non potabile, ovvero acque reflue trattate e/o piovane per tutte le operazioni di pulizia degli aerei, delle piste e per i servizi igienici all'interno delle strutture aeroportuali.

Il piano deve prevedere e utilizzare specifici impianti di depurazione, procedure e sistemi di manutenzione per la raccolta e il trattamento dei liquidi utilizzati e poi dispersi sui piazzali, lungo le vie di rullaggio e in pista.

Lo stato delle acque reflue dopo trattamento dovrebbe essere monitorato periodicamente, parimenti al monitoraggio degli inquinanti nell'aria e all'inquinamento acustico.

Da segnalare inoltre che la maggiore disponibilità in ambiente di Ossidi di Azoto (NO_x), dovuta anche alle emissioni degli aerei, favorisce e contribuisce ai processi di eutrofizzazione dei sistemi idrici superficiali con sviluppo di cianobatteri e specie algali che possono rilasciare sostanze tossiche e cancerogene e compromettere gli interi ecosistemi, nonché la qualità delle acque spesso destinate a consumo umano e ad uso irriguo (*Ecology Letters*, [Volume 18, Issue 4](#), pages 375–384, April 2015).

5. Gli studi

La letteratura scientifica e gli studi sull'impatto ambientale e sanitario del trasporto aereo sono a disposizione da diversi decenni e sono sempre più numerosi, evidenziando la sinergia tra gli effetti generati dall'inquinamento dell'aria e quello acustico sulla salute umana.

5.1 L'inquinamento dell'aria

Secondo [l'OMS il 92% della popolazione respira aria inquinata](#).

L'inquinamento dell'aria è il più diffuso fattore di rischio per la salute a livello globale, causando in primis malattie cardiovascolari e respiratorie che nella maggior parte dei casi esitano in malattie mortali: circa 7 milioni le vittime ogni anno.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha pubblicato nuove Linee guida per la riduzione degli inquinanti atmosferici: [WHO Global air quality guidelines](#) che, rispetto alle precedenti del 2005, riducono notevolmente i limiti raccomandati per i cosiddetti “inquinanti classici” (particolato Pm 10 e PM 2.5, ozono, biossido di azoto,

biossido di zolfo, monossido di carbonio) al fine di proteggere la salute delle popolazioni, contribuendo al contempo alle azioni di mitigazione dei cambiamenti climatici.

Dal report *Air Quality in Europe 2020* già citato, evidenziamo i seguenti punti di sintesi:

- a) malgrado i miglioramenti, l'inquinamento dell'aria continua ad essere un motivo di grande preoccupazione per la salute della popolazione europea. Il luogo ove si vive segna il maggiore o minore rischio dovuto all'esposizione agli inquinanti atmosferici;
- b) le popolazioni che vivono nelle grandi città sono esposte a più alte concentrazioni di diossido di azoto- NO₂ a causa delle emissioni dovute al traffico;
- c) in Europa centrale ed Europa orientale, la combustione per il riscaldamento domestico e il loro utilizzo nell'industria si traduce in più alte concentrazioni di polvere sottili e di benzopirene (elemento cancerogeno);
- d) le popolazioni che abitano nelle aree dell'Europa meridionale sono esposte a più alte concentrazioni di Ozono-O₃.
- e) l'apparente miglioramento nella qualità dell'aria nel 2020 verosimilmente è stato dovuto ai modelli meteorologici utilizzati e all'impatto dei provvedimenti del lockdown dovuti alla pandemia SarsCov2-Covid-19. Gli effetti deleteri dell'inquinamento ambientale sono tanto maggiori quanto è più precoce l'esposizione, e quindi particolarmente vulnerabili sono il periodo gestazionale, neonatale, infantile e adolescenziale.

Gli inquinanti atmosferici possono avere effetti tanto sulle vie respiratorie che su altri apparati ed organi, inducendo o contribuendo all'insorgenza di numerose patologie: infiammazione delle alte e basse vie respiratorie, asma (soprattutto in età pediatrica), riduzione dello sviluppo e delle funzioni dell'apparato respiratorio, aterosclerosi e patologie cardiovascolari, malattie neurodegenerative, dismetaboliche e tumori.

Ad oggi numerosi studi mostrano che gli inquinanti atmosferici sono fattori implicati nella etiologia delle patologie legate all'apparato respiratorio e cardiaco.

Misure sempre più concrete ed urgenti sono necessarie per contrastare l'inquinamento atmosferico, e di conseguenza comporteranno anche vantaggi in termini di riduzione del rumore ambientale.

Air Quality in Europe 2021, documento pubblicato nel dicembre 2021, conferma che la stragrande maggioranza della popolazione urbana europea è esposta a livelli di inquinanti atmosferici che danneggiano la salute ben superiori alle nuove Linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità-OMS.

Dopo la Germania, l'Italia con quasi 50mila morti premature l'anno correlate all'esposizione di particolato fine è il Paese UE con l'impatto maggiore sulla salute.

Di seguito i principali risultati presentati del Report:

- nei 27 Stati membri dell'Unione europea (UE), il 97% della popolazione urbana è esposto a livelli di particolato fine (PM 2.5) superiori alle nuove linee guida dell'OMS;
- per quanto riguarda il biossido di azoto (NO₂), il 94% della popolazione urbana è esposto a livelli superiori alle linee guida dell'OMS;
- il 99% della popolazione urbana è esposta a livelli di Ozono (O₃) superiori alla linea guida dell'OMS, correlati alle emissioni di Ossidi di azoto (NO_x) e composti organici volatili (COV), compreso il metano (CH₄), e alle alte temperature associate ai cambiamenti climatici;
- nel 2019, l'inquinamento atmosferico ha continuato a causare un numero significativo di morti premature e di malattie in Europa, con ben 307.000 morti premature dovute all'esposizione al particolato fine (PM2.5). In Italia sono state quasi 50.000, solo la Germania ne ha registrate più della nostra nazione (53.000);
- il Piano d'azione *Inquinamento zero* fissa l'obiettivo di ridurre il numero di morti premature dovute all'esposizione al particolato fine-PM del 55% entro il 2030, rispetto al 2005. Nel 2019 le morti premature attribuite all'esposizione PM2.5 sono diminuite del 33% nell'UE-27, rispetto al 2005;
- se nel 2019 in Europa fossero stati rispettati i limiti previsti dalle nuove Linee guida dell'OMS sulla qualità dell'aria per il particolato fine ci sarebbe stata una riduzione del 72% delle morti premature in tutta l'UE, rispetto al 2005.

Il report evidenzia inoltre come l'inquinamento atmosferico abbia un impatto negativo anche sull'economia, riducendo l'aspettativa di vita, aumentando i costi per le cure sanitarie e riducendo la produttività a causa dei giorni lavorativi persi.

Per gli studi di associazione tra inquinamento dell'aria e salute condotti in Italia segnaliamo poi i risultati dello studio italiano EPIAIR2 (Inquinamento atmosferico e salute: sorveglianza epidemiologica e interventi di prevenzione), che ha coinvolto 25 città italiane, confermando l'associazione tra gli effetti dell'esposizione al particolato-PM e il rischio di mortalità e ricoveri per patologie correlate all'inquinamento atmosferico.

Interessanti per le loro implicazioni anche i dati del progetto MAPEC-LIFE (Monitoring Air Pollution Effects on Children for supporting Public Health Policy) che nel 2016 ha presentato i primi risultati sugli effetti biologici precoci subclinici degli inquinanti atmosferici sulle cellule buccali di bambini dai 6 agli 8 anni, residenti in cinque città italiane: Pisa, Brescia, Lecce, Perugia e Torino.

I risultati portano alla conclusione: "[L'inquinamento atmosferico è un fattore di rischio per la salute dei bambini, provoca effetti biologici precoci sul DNA](#)".

5.2 Le emissioni

Le emissioni di inquinanti da trasporto aereo sono in dipendenza del numero di movimenti aerei giornalieri, del tipo di motori, del peso, del carburante utilizzato, della vetustà degli aeromobili e del tragitto.

La dispersione dei prodotti delle emissioni è poi dipendente da una serie di variabili meteorologiche, a cominciare dalla presenza dei venti, dalla loro forza e direzione.

Le emissioni prodotte dai motori degli aerei, alimentati con il cherosene (una miscela composta da diversi tipi di idrocarburi), sono generalmente simili per composizione a quelle generate dalla combustione di altri carburanti fossili, ma contribuiscono fortemente all'effetto serra perché vengono rilasciate direttamente nell'atmosfera, nella parte più alta della troposfera e in quella più bassa della stratosfera, e per questo risultano più dannose anche per il clima.

In campo aeronautico, oltre al cherosene, si utilizza anche la benzina avio (Aviation gasoline), nota come Avgas, a cui si aggiunge come antidetonante il Piombo tetraetile, TEL, dall'inglese TetraEthyl Lead $Pb(C_2H_5)_4$.

L'Avgas contenente Piombo è ancora molto usato negli USA, dove sono presenti circa 167.000 velivoli su 235.000 a livello mondiale e 16.000 in Europa.

Nello studio "*Concerns over Use of Leaded Aviation Gasoline (AVGAS)*", pubblicato da "The Italian Association of Chemical Engineering" nel 2018, si stima che dal 1999 al 2008 siano stati rilasciati ogni anno in ambiente dalle 762 alle 550 tonnellate di Piombo nei cieli degli Stati Uniti.

È necessario quindi prestare attenzione alle emissioni di Piombo derivanti anche dal settore aereo, in quanto l'inquinamento da Piombo continua ad essere un grave problema di sanità pubblica per le conseguenze su salute e ambiente. Si tratta infatti di un elemento cancerogeno e neurotossico, capace di superare anche la barriera placentare e andare ad alterare il cosiddetto *fetal programming* con gravi ripercussioni sulla salute sia in età pediatrica che adulta.

A riguardo poi della combustione a bassa quota, in generale essa avviene con minore efficienza e le percentuali delle emissioni di CO e UHC (Idrocarburi incombusti - Unburned HydroCarbons) sono più elevate. Queste emissioni, costituite da gas e polveri (PM-Particulate Matter), alterano la concentrazione dei gas serra naturali, a cominciare dall'anidride carbonica (CO₂), l'ozono (O₃) e il metano (CH₄); innescano anche la formazione di scie di condensazione e aumentano gli addensamenti di nubi contribuendo fortemente, anche in questa maniera, al surriscaldamento climatico.

Gli effetti più studiati e rilevanti sulla salute dei principali inquinanti gassosi presenti anche nelle emissioni degli aerei e dispersi in atmosfera possono così essere riassunti:

- gli Ossidi di Azoto (NO, NO₂, NO_x) provocano: irritazione dell'apparato respiratorio, degli occhi, bronchiti e malattie cardiovascolari;
- i Biossidi di zolfo (SO_x) provocano: irritazione delle mucose nasali e malattie respiratorie,
- il Monossido di Carbonio (CO) riduce il legame tra emoglobina e l'ossigeno (O₂) provocando disturbi psicomotori, danno al sistema respiratorio, vascolare e nervoso.

5.3 Gli studi sulle emissioni

Uno studio particolarmente rilevante *Special Report on Aviation and the Global Atmosphere*, pubblicato già nel 1999, ha studiato l'impatto del trasporto aereo sul clima e l'Ozono.

Lo studio è stato svolto per la prima volta dall' Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), in collaborazione con lo Scientific Assessment Panel to the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, su incarico dell'International Civil Aviation Organization (ICAO).

Tra le raccomandazioni di questo studio si può leggere: “*adottare politiche di sostituzione con altri mezzi di trasporto*” e “*disincentivare l'uso disinvolto del trasporto aereo con tasse o prelievi ambientali e con il commercio dei diritti di emissione*”

Uno studio anch'esso di particolare importanza *Aircraft Particulate Matter Emission Estimation Trough all Phases of Flight* (2005), commissionato e finanziato dall'ente Eurocontrol, ha analizzato in dettaglio le emissioni di polveri (PM), particolato grossolano, sottile ed ultrasottile in tutte le fasi del volo, oltre ai tradizionali gas rilasciati nelle emissioni dei motori: l'anidride carbonica (CO₂), il monossido di carbonio (CO), gli ossidi di zolfo (SO_x), gli ossidi di azoto (NO_x), gli idrocarburi, il vapore acqueo (H₂O). Lo studio ha evidenziato come le fasi del decollo e dell'atterraggio siano quelle in cui vengono immessi nell'aria i quantitativi maggiori di polveri. Nella review pubblicata nel 2014 *Airports and air quality: a critical synthesis of the literature* (Epidemiol Prev 2014; 38(3-4):254-261), dopo una attenta analisi della letteratura al momento disponibile per la valutazione del contributo degli aeroporti all'inquinamento atmosferico si sottolinea quanto segue: “[...] *Il contesto specifico in cui l'aeroporto si colloca e i volumi di traffico sono elementi decisivi per stabilire l'impatto potenziale dell'infrastruttura e i risultati delle valutazioni sono difficilmente esportabili. Per stimare quantitativamente il contributo dell'aeroporto, appare fondamentale l'integrazione di misure puntali di inquinanti e parametri meteo, con il supporto di modelli deterministici ed empirici. Le sorgenti aeroportuali si caratterizzano per modalità non comuni di emissione del materiale particolato e ossidi di azoto (in particolare le emissioni in fase di decollo). Infatti, le misure ad alta risoluzione temporale mostrano caratteristiche uniche in relazione all'evoluzione spazio-temporale della concentrazione di NO_x, di UFP e della distribuzione dimensionale delle particelle che gli strumenti di monitoraggio routinario non possono rilevare adeguatamente. Per passare da una valutazione qualitativa (l'osservazione della presenza di associazione tra picchi di concentrazione e movimenti degli aeromobili) a una stima quantitativa del loro contributo ai livelli osservati, occorre sviluppare modelli statistico-matematici utilizzando covariate meteorologiche e rappresentative dell'uso del territorio e delle attività aeroportuali. Il buon esito delle stime è subordinato a una pianificazione attenta e alla reperibilità delle informazioni essenziali per alimentare sia un inventario sia i modelli di diffusione, non sempre disponibili e spesso molto incerte. Tali dati (modello di velivolo, tipologia di motore, orario del volo, piano di avvicinamento e allontanamento dalla pista, tracciato della pista, modello e tipologia dei mezzi a terra, tipologia delle sorgenti ausiliarie impiegate nell'aeroporto) sono la base, e sarebbe auspicabile che fossero resi pubblici, come accade già ora negli Stati Uniti*”.

Queste conclusioni evidenziano tutti i limiti e le difficoltà delle attuali misurazioni per quantificare l'inquinamento dell'aria determinato dalle attività aeroportuali e possono essere anche alla base di sottostime come segnalato anche in vari lavori scientifici.

Si vedano a questo proposito anche i lavori: *Emissions from an International Airport Increase Particle Number Concentrations 4-fold at 10 km Downwind* (Environ Sci Technol. 2014 Jun 17; 48(12): 6628–6635.); *Analysis of the effects of meteorology on aircraft exhaust dispersion and deposition using a Lagrangian particle model* ([Sci Total Environ.](#) 2016 Jan 15;541:839-56).

6. L'inquinamento acustico

Nel documento [Environmental noise in Europe-2020](#) dell'Agenzia europea per l'ambiente-EEA si fa presente che il crescente inquinamento acustico generato da più fonti — industrie, autostrade, porti, aeroporti, ferrovie, attività varie — rappresenta una minaccia sempre più rilevante per il benessere psico-fisico delle persone e in particolare per i bambini e dei più giovani.

Si prevede poi che l'inquinamento acustico aumenterà a causa della futura crescita urbana e dell'aumento della domanda di mobilità.

Si stima che circa 113 milioni di persone siano esposte a livelli di rumore da traffico a lungo termine diurno/notturno di almeno 55 decibel (limite fissato dalla normativa comunitaria).

Nella maggior parte dei paesi europei, oltre il 50% degli abitanti nelle aree urbane è esposto a livelli di rumore da traffico di 55 dB o più.

Questi livelli di esposizione, sulla base delle recenti indicazioni dell'Organizzazione Mondiale della Sanità-OMS sono responsabili di circa 12.000 morti premature e contribuiscono a 48.000 nuovi casi di cardiopatia ischemica ogni anno in Europa.

Sarebbero 22 milioni le persone che soffrono per il fastidio/annoyance cronico indotto dal rumore e 6,5 milioni quelle che lamentano importanti disturbi della qualità del sonno.

Il rumore generato dagli aerei compromette l'apprendimento scolastico di oltre 12.500 studenti europei, e c'è poi da richiamare l'attenzione sul fatto che l'impatto dell'inquinamento acustico sulla salute è sottostimato perché si hanno effetti anche al di sotto di quelle che sono le soglie indicate dall'END-Environmental Noise Directive ([Environmental noise guidelines for the European region, 2018](#)).

Le nuove evidenze scientifiche valutate dall'OMS dimostrano infatti effetti negativi sulla salute a livelli inferiori alle soglie di segnalazione END, inoltre le disposizioni previste dall'END non vengono applicate in modo uniforme su tutte le aree urbane, le strade, le ferrovie e gli aeroporti in Europa.

Da aggiungere poi che l'esposizione al rumore ambientale non colpisce tutti allo stesso modo.

I gruppi socialmente svantaggiati, così come i gruppi con maggiore suscettibilità e sensibilità al rumore, possono subire danni molto più rilevanti.

Dobbiamo ricordare e far riflettere anche sul fatto che l'inquinamento acustico rappresenta una minaccia anche per la fauna terrestre e marina. Il rumore antropogenico colpisce un'ampia varietà di specie selvatiche terrestri e marine provocando una serie di risposte fisiologiche e comportamentali patologiche. Si sono riscontrati problemi nella riproduzione, aumento della mortalità e dell'emigrazione, con conseguente riduzione della densità delle popolazioni. Almeno il 19 % delle [aree inserite nel progetto Natura 2000](#) si trova in zone in cui i livelli di rumore sono superiori alle soglie di segnalazione END a causa del traffico stradale, ferroviario ed aereo.

Per tornare alla specie umana, si stima 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.

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 come diretti, quelli di tipo uditivo, e indiretti, quelli 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.

Una lunga serie di studi osservazionali e sperimentali hanno dimostrato che l'esposizione al rumore aumenta l'incidenza di ipertensione e malattie cardiovascolari e compromette le prestazioni cognitive dei bambini e degli studenti (*Environmental Noise and the Cardiovascular System*, [J Am Coll Cardiol](#). 2018 Feb 13;71(6):688-697. doi: 10.1016/j.jacc.2017.12.015).

Nel 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, si legge che per quanto riguarda il rumore generato dal trasporto aereo, soprattutto durante la notte, anche se si stanno studiando e realizzando accorgimenti tecnici per rendere meno rumorosi gli aeromobili nelle loro fasi di atterraggio e decollo, è pur vero che queste soluzioni rimangono di piccola scala e lontane nel tempo dal concretizzarsi.

Soluzioni, che se anche realizzaste, di fatto sarebbero annullate dal previsto aumento a lungo termine del numero di voli (dopo che sarà terminata la pandemia da SarsCov2-Covid19).

Le zone prossime ad un aeroporto sono dunque sottoposte a livelli di inquinamento acustico generato dalle fasi di avvicinamento, atterraggio e decollo degli aerei e dal connesso traffico veicolare. Negli ultimi anni, con la realizzazione di alcuni progetti 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 scienziati in merito agli effetti del rumore sulla salute delle popolazioni esposte.

Già nel 2003, dall'Ufficio Regionale per l'Europa dell'OMS, è stato avviato un progetto per lo studio dell'impatto acustico sulle popolazioni.

Il rapporto finale di questo progetto, denominato "[Linee guida sul rumore notturno per l'Europa](#)", 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.

Ecco le conclusioni del progetto e le indicazioni:

- 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. Gli effetti sembrano 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 è l'effetto principale.

Le raccomandazioni finali di questo documento concludevano 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"*.

Iniziato nel 2005, un progetto internazionale di ricerca, finanziato dalla Comunità europea, ha permesso la realizzazione dello studio *Hypertension and Exposure to Noise near Airports (Hyena): study design and noise exposure assessment*, che ha mostrato la chiara correlazione tra inquinamento acustico prodotto dal traffico aereo e da quello automobilistico con l'insorgere dell'ipertensione arteriosa nei soggetti esposti.

Questo studio rappresenta, per le sue caratteristiche, uno degli studi di riferimento più importanti a livello internazionale ed ha 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 sono state 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 nei livelli di rumore pari a 10 dBA), mentre non subirebbe variazioni, con l'esposizione nelle differenti ore della giornata, il rischio associato al rumore automobilistico. L'ipertensione arteriosa aumenta conseguentemente il rischio di infarto del miocardio e ictus cerebri; pertanto, l'inquinamento acustico deve essere inserito tra i fattori che possono causare malattie cardiovascolari. Lo studio infine indica nella riduzione dell'impatto acustico da traffico automobilistico e da traffico aereo una misura necessaria per la prevenzione delle malattie cardiovascolari.

Nel 2013 una revisione dal titolo *Auditory and non-auditory effects of noise on health* di Basner et al., pubblicata sulla rivista Lancet, ha sintetizzato i risultati di tutte le ricerche condotte sugli effetti del rumore concludendo: *"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"*.

Nella ricerca *Residential exposure to aircraft noise and hospital admissions for cardiovascular diseases: multi-airport retrospective study*, pubblicata nel 2013 sul British Journal of Medicine, è stata valutata l'esposizione al rumore degli aerei e il rischio di ospedalizzazione per le malattie cardiovascolari in circa 6 milioni di persone anziane (dai 65 anni in su) residenti in prossimità di 89 aeroporti americani.

La ricerca ha dimostrato 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.

Sempre nel 2013, e sempre sul *British Journal of Medicine*, è stato pubblicato l'articolo "*Aircraft noise and cardiovascular disease near Heathrow airport in London: small area study*".

L'intento dello studio è stato quello di investigare l'associazione tra il rumore generato dai movimenti aerei e il rischio di ictus cerebri, malattia coronarica e malattie cardiovascolari nella popolazione generale nel periodo 2001-2005.

Lo studio ha riguardato 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.

Il lavoro ha evidenziato una correlazione sia per mortalità che ricoveri ospedalieri tra esposizione al rumore degli aerei ed ictus cerebri, malattia coronarica e malattie cardiovascolari.

Tra gli studi più recenti anche i risultati dello studio ecologico francese pubblicato nel 2015 "*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*" condotto in 161 Comuni vicini ai tre principali scali francesi: Parigi-Charles de Gaulle, Lione-Saint-Exupéry e Tolosa-Blagnac.

I risultati mostrano una associazione tra l'esposizione al rumore degli aerei e l'incremento della mortalità per malattie cardiovascolari, malattie coronariche e infarto del miocardio anche in presenza di fattori di confondimento legati in particolare all'inquinamento atmosferico.

Lo studio NORAH (Noise-Related Annoyance, Cognition, and Health) ha rappresentato la più ampia indagine sugli effetti dell'esposizione a trasporto aereo, stradale e rumore da traffico ferroviario che sia mai stata realizzata in Germania.

L'indagine è stata condotta da nove istituti scientifici tedeschi indipendenti. I risultati presentati nel corso della International Conference on Active Noise Abatement (12-13 November 2015, Frankfurt) confermano gli effetti dannosi del rumore aereo in ambiente scolastico ed hanno evidenziato come all'intensificarsi del rumore degli aerei corrisponda un rischio crescente anche di sviluppare depressione (per ogni aumento di 10 dBA di rumore prodotto dagli aerei il rischio di depressione aumenta di circa l'8,9 per cento).

Tutte le malattie, come noto, hanno anche una ricaduta in termini economici e sociali. Nel 2013 lo studio *Social and economic consequences of night-time aircraft noise in the vicinity of Frankfurt/Main airport* (Greicer E., [Glaeske G.](#)) 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. Nello studio si stima che i costi totali ammontino 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.

Nel 2018, sempre l'ufficio europeo per Organizzazione Mondiale della Sanità-OMS ha sintetizzato nel documento *Environmental noise guidelines for the European Region* le evidenze scientifiche sui livelli massimi di esposizione al rumore in ambienti chiusi per evitare effetti sulla salute.

Specificamente, per il rumore aeronautico le seguenti raccomandazioni: evitare esposizioni al di sopra di 45 dB Lden, perché associate ad effetti negativi sulla salute.

Per l'esposizione al rumore notturno, di ridurre i livelli di rumore durante la notte al di sotto di 40 dB Lnight.

Per mitigare gli effetti sulla salute, il documento chiede ai decisori politici di implementare tutte le misure atte alla riduzione dell'esposizione entro i limiti indicati. Sempre a conferma della necessità di rispettare queste raccomandazioni l'European Aviation Environmental (EAER) Report 2019, 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. Sempre attraverso le indagini condotte in prossimità di questi aeroporti è stato stimato che 1 milione di persone ogni giorno sono state esposte ad un inquinamento acustico maggiore di 70 dB.

Il numero delle persone che subiranno gli effetti di questo inquinamento è previsto purtroppo in aumento a causa delle stime di crescita del settore aeronautico.

Segnaliamo ancora la ricerca francese DEBATS (Discussion on the Health Effects of Aircraft Noise); lo studio ha 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.

Lo studio è uno dei pochi in Europa che ha valutato anche l'associazione tra il livello del rumore prodotto dagli aerei e la frequenza cardiaca durante le fasi del sonno ed ha riscontrato una associazione significativa tra il massimo livello di rumore notturno prodotto dal sorvolo di aeromobili e l'incremento delle pulsazioni cardiache.

La ricerca ha riconfermato anche i già noti disturbi della qualità del sonno e il senso di affaticamento mattutino nei residenti esposti all'inquinamento acustico aeronautico.

Lo studio danese *Long-Term Exposure to Transportation Noise and Risk for Type 2 Diabetes in a Nationwide Cohort Study from Denmark*, pubblicato nel 2021, ha rilevato, in una coorte di adulti, come la persistente esposizione al rumore prodotto dal traffico stradale, ferroviario ed aereo può aumentare il rischio di sviluppare il diabete di tipo II.

I risultati di questa ricerca danese forniscono ulteriore supporto al fatto 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.

Ancora a sottolineare l'impatto negativo dell'inquinamento acustico sulla salute umana segnaliamo la revisione pubblicata, nel 2020, per conto dell'OMS, *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*.

La revisione ha valutato la qualità dei lavori scientifici circa gli 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.

6.1 Inquinamento acustico e disturbi neurocognitivi

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. Sempre per le stesse ragioni sta assumendo sempre più rilevanza nell'etiopatogenesi delle malattie l'esposizione materno fetale e addirittura preconcezionale all'inquinamento ambientale anche di tipo acustico.

Una recente review correla l'esposizione al rumore durante la gravidanza al basso peso alla nascita (*Reproductive Outcomes Associated with Noise Exposure - A Systematic Review of the Literature*. [Int J Environ Res Public Health](#). 2014 Aug; 11(8): 7931–7952.).

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.

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.

Nello studio "*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*", pubblicato nel 2006 sull'*American Journal of Epidemiology*, 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 sottoposti ai bambini. Analizzando i dati, si è 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.

Gli autori dello studio concludono il loro lavoro affermando che le scuole situate nei pressi di aeroporti non sono ambienti salutarî né adatti all'educazione e alla crescita dei bambini.

Nel 2012 è stato pubblicato il lavoro *“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”*, realizzato su un sottocampione dello studio RANCH.

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 confermano i risultati della ricerca precedente circa i disturbi di tipo cognitivo e specificamente circa la capacità di comprensione nella lettura e danno una chiara indicazione di politica sanitaria ovvero quello di allontanare i bambini da scuole poste in prossimità di aeroporti perché inadatte alla crescita culturale (la capacità di lettura e comprensione di un testo è fondamentale nella formazione culturale, scolastica e spirituale)- e perché luoghi nei quali il diritto alla salute non è tutelato.

Nel 2015 la review *Health Effects of Noise Exposure in Children* (Stanfeld S. et al.) ha confermato gli effetti già riportati nei lavori precedenti e in linea con i risultati della letteratura internazionale ed ha anche segnalato ricerche che evidenziano una relazione tra l'esposizione al rumore e iperattività nei bambini e la correlazione, in altri, tra esposizione gestazionale al rumore e basso peso alla nascita e nascite pre-termine.

6.2 Gli studi italiani

Sul territorio italiano sono dislocati oltre 100 aeroporti tra civili e militari.

Oltre il 70 per cento di questi aeroporti si trovano all'interno di contesti urbani (assumendo la distanza massima di 10 km dal centro della città di riferimento - fonte One Work, Nomisma, Kpmg 2010 -).

Il report *Environmental noise in Europe- 2020* indica che i paesi con la maggior percentuale di persone esposte, all'interno di aree urbane, a valori superiori a 55 db Lden sono: il Belgio, l'Italia, il Lussemburgo, Malta e Portogallo con la media EEA al 2%.

Il numero eccessivo di aeroporti, la crescita diurna e notturna della movimentazione aerea sugli scali, il loro contesto, entro città in forte espansione per numero di residenti ed abitazioni, è la ragione del rilevante impatto ambientale e sanitario del trasporto aereo anche in Italia negli ultimi decenni.

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 progetto HYENA (HYper-tension and Exposure to Noise near Airports), è rilevante.

In questo paragrafo verranno segnalati alcuni lavori rimandando alla bibliografia in calce per gli altri e per una più approfondita consultazione sull'argomento.

Nel 2003 lo studio *Epidemiologic study Salus domestica: evaluation of health damage in a sample of women living near the Malpensa 2000 airport* (Epidemiol Prev. 2003 Jul-Aug; 27(4): 234-41) ha valutato i danni sulla salute in donne residenti in prossimità dello scalo Milano Malpensa.

Lo studio epidemiologico 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, e ha avuto come campione 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 387 donne nell'area A, 253 donne nell'area B, 292 donne nell'area C. Il rumore è causa di fastidio continuo e disturba anche di notte; nel 98% delle donne residenti nell'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 odds ratio di poco inferiori a 3, nelle donne rispondenti più esposte al rumore degli aerei;*

inoltre, i MMG, negli ultimi due anni, hanno rilevato nelle casalinghe dell'area A una maggiore presenza di cefalea rispetto all'area C e una maggiore presenza di allergie e nevrosi ansiosa rispetto alle aree B e C ([Tabella](#)). Nell'ultimo anno, il numero di donne che ha richiesto una visita al proprio MMG o da uno specialista è stato significativamente maggiore nell'area A rispetto alle altre aree, così come è stata maggiore la prescrizione di farmaci ansiolitici (24%) e ipnotici (14%). I MMG indicano una maggior presenza di cefalea, di allergie e di nevrosi ansiosa nell'area A, ma non un eccesso di malattie respiratorie né di ipoacusia, in contrasto con le maggiori frequenze di disturbi delle vie respiratorie e di "parole mal percepite" riferiti dalle donne dell'area A".

6.3 Il progetto SERA (Studio sugli Effetti del Rumore Aeroportuale)

Il progetto SERA è stato il primo network italiano che ha valutato gli effetti del rumore e dell'inquinamento atmosferico tra i residenti nei pressi degli aeroporti di Torino-Caselle, Pisa-San Giusto, Venezia-Tessera, Milano-Linate, Milano-Malpensa e Roma-Ciampino.

In questo progetto sono state riunite le esperienze esistenti in Italia in temi 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. Nelle conclusioni del progetto di ricerca si può leggere: "Lo studio SERA ha evidenziato la presenza di una associazione tra esposizione al rumore di origine aeroportuale e livelli di pressione arteriosa sistolica nella popolazione residente nei pressi degli aeroporti di Torino-Caselle, Pisa-San Giusto, Venezia-Tessera, Milano-Linate e Milano-Malpensa e Roma-Ciampino.

Il rischio di avere valori di pressione sistolica aumentata tende ad essere maggiore nelle ore serali. Esiste, inoltre, una robusta associazione tra il rumore generato dal traffico aereo e l'annoyance.

Lo studio ha evidenziato anche una chiara relazione tra disturbi del sonno e rumore di origine aeroportuale".

E ancora si legge: "I risultati del progetto confermano che l'inquinamento acustico e atmosferico originato dagli aeroporti è un problema ambientale di assoluta rilevanza per la salute pubblica delle popolazioni interessate e giustifica l'esigenza di una valutazione epidemiologica periodica dello stato di salute dei residenti in prossimità dei grandi aeroporti italiani, nonché l'urgenza di programmi di intervento, in qualche caso già avviati, atti a ridurre l'esposizione della popolazione, quali la riduzione drastica del numero di voli. Eventuali 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 questi risultati".

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 a questo argomento alcuni contributi importanti di studio e approfondimento, 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.).

Segnaliamo anche il lavoro: "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, pubblicato sulla rivista Epidemiologia e Prevenzione nel 2014 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".

A conferma di molti dei risultati già rilevati negli studi precedenti, segnaliamo infine 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" ([Med Lav.](#) 2018 Aug 28;109(4):253-263. doi: 10.23749/mdl.v109i4.7271), condotto su 400 persone adulte residenti in prossimità dell'aeroporto di Bergamo-Orio al Serio che evidenzia una forte associazione tra i livelli di inquinamento acustico, disturbi della qualità del sonno e l'annoyance.

Lo studio, nelle conclusioni, raccomanda azioni di prevenzione a tutela della salute che includano la riduzione del rumore aereo.

6.4 Studi sui residenti nel comune di Ciampino ed aree limitrofe

La città di Ciampino è sita a pochi km dalla capitale, nel quadrante sud-est di Roma, a poca distanza dal Grande Raccordo Anulare, ed è nata nel 1910. L'attuale aeroporto è sorto nel 1916 come la più grande struttura aeronautica italiana del tempo, destinata esclusivamente a base per dirigibili.

Dopo la Seconda guerra mondiale e in seguito a lavori di ammodernamento, fatti in occasione del Giubileo del 1950, l'aeroporto è diventato lo scalo internazionale della capitale ed è rimasto tale fino al 1960, sostituito successivamente dall'aeroporto internazionale di Fiumicino.

Lo scalo di Ciampino è gestito dalla Società Aeroporti di Roma (AdR), insieme all'Aeroporto intercontinentale "Leonardo da Vinci" di Fiumicino, con il quale forma il sistema aeroportuale della capitale.

Nel corso degli anni, la città di Ciampino ha subito un intenso incremento del numero dei suoi residenti; oggi con circa 40 mila abitanti, presenta la più alta densità abitativa del Lazio. Parallelamente a questo incremento residenziale, la città ha subito un forte sviluppo edilizio che, nel suo perimetro cittadino, è avvenuto per lo più nel rispetto di norme modulate in considerazione del modesto traffico aereo gravante sull'aeroporto.

Il Comune di Ciampino è anche sede di un importante snodo ferroviario per i collegamenti diretti verso il Sud Italia ed è attraversato da importanti arterie stradali ad intenso traffico veicolare.

Dal 2000, lo scalo di Ciampino ha iniziato ad essere sottoposto ad un vertiginoso aumento di voli soprattutto delle compagnie aeree low-cost, che nel giro di qualche anno ha portato il numero di passeggeri annui, prima sempre al di sotto del milione, a punte di oltre 5 milioni e mezzo di passeggeri.

L'indiscriminato aumento dei voli ha determinato e determina uno stato di crescente preoccupazione nelle popolazioni per il proprio stato di salute. Diversi studi hanno evidenziato il reale fondamento di quanto lamentato e denunciato costantemente da cittadini, associazioni e comitati.

Lo studio "*Valutazione del rischio ambientale nel comune di Ciampino in relazione all'inquinamento atmosferico*" realizzato dalla professoressa Giovanna Jona Lasinio e dalla dr.ssa Sara Zuzzi dall'Università "La Sapienza" di Roma e dal dr. Mario Santoro dell'Università di "Tor Vergata" di Roma, ha valutato il rischio-pressione, inteso come rischio potenziale ambientale, per quanto riguarda le emissioni in atmosfera di alcuni elementi inquinanti.

Sono stati esaminati: il monossido di carbonio (CO), gli ossidi di azoto (NOx), gli idrocarburi volatili diversi dal metano (NMVOC), il metano (CH₄), le polveri del diametro di 10 micron (PM10), l'anidride carbonica (CO₂), le anidridi solforose (SOx), il piombo (Pb) e il benzene, prodotti dal traffico veicolare urbano, dallo scalo aeroportuale e da attività industriali (valutate con tecnica NAMEA-EuroStat-Istat).

Lo studio mostra, dal 2004 al 2005, una pressione crescente in termini di emissioni inquinanti nel Comune di Ciampino, in presenza di una densità abitativa doppia rispetto a quella di Roma, e questo in assenza di una adeguata rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

Un altro lavoro lo "*Studio della mortalità per cause nel Comune di Ciampino e Comuni limitrofi negli anni 1987-2002*", realizzato dagli stessi autori del precedente, e presentato nel maggio 2007, mostra come dato significativo l'aumento del rischio di mortalità per malattie respiratorie più alto del 60% nel comune di Ciampino in confronto dello stesso rischio in Italia, nella Regione Lazio e nella Provincia di Roma. Questo aumento rispetto a quello del precedente periodo osservato e compreso tra gli anni 1987 e 1995, sembra coincidere con l'incremento del numero dei movimenti aerei su Ciampino avvenuto proprio nel periodo che va dal 1996 al 2002.

Nelle considerazioni conclusive, a fronte di questo risultato, gli autori chiedono all'amministrazione del Comune di Ciampino di: "[...] realizzare un'analisi epidemiologica più approfondita nella quale sia possibile mettere in relazione cause di morte e ricoveri con risultati d'indagini ambientali sul territorio, ad esempio misure della qualità dell'aria e quant'altro necessario".

I risultati della ricerca denominata [CRISTAL \(Centro Regionale Infrastrutture Sistemi Trasporto Aereo del Lazio\)](#) realizzata dall'Arpa su mandato della Regione Lazio, presentati per la prima volta nel marzo 2009, hanno evidenziato come le persone residenti nei comuni di Ciampino, Marino e del X Municipio di Roma, siano sottoposte a livelli d'inquinamento acustico da traffico aereo estremamente preoccupanti.

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 rafforzato 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”*.

Nel 2014, a conferma sempre della grande preoccupazione circa lo stato sanitario dei residenti anche la ricerca *“Inquinamento atmosferico in un'area urbana limitrofa all'aeroporto di Roma-Ciampino - Air pollution in an urban area nearby the Rome-Ciampino city airport”*, pubblicata sulla rivista Epidemiologia e Prevenzione, concludeva: *“Lo studio ha messo in luce incrementi rapidi e intermittenti della concentrazione di particelle ultrafini, soot e materiale particolato nella frazione coarse associati ai movimenti degli aeromobili. Considerati i livelli e la frequenza degli episodi, appare opportuno approfondire il contributo di questi all'esposizione della popolazione”*.

7. L'inquinamento elettromagnetico

Questa particolare forma d'inquinamento generato da campi elettromagnetici è ancora un aspetto marginalmente studiato in relazione al trasporto aereo.

Nel 2013, l'Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro-IARC ha classificato i campi elettromagnetici a radiofrequenza-RF (da 30kHz a 300 GHz) come possibili cancerogeni di classe 2B per l'uomo.

I sistemi radar delle torri di controllo e quelli a bordo degli aerei, insieme alle antenne di radiotrasmissione ed ai sistemi elettromagnetici utilizzati per i controlli di sicurezza, producono inquinamento elettromagnetico.

I lavoratori degli scali aeroportuali e il personale di bordo sono sottoposti ai campi elettromagnetici prodotti da tutte queste apparecchiature mentre i residenti in aree prossime agli aeroporti possono essere esposti anche ad effetti di sommazione di campi elettromagnetici provenienti oltre che dalle strutture aeroportuali e dagli aerei, anche da altre fonti: antenne di telefonia, cavi elettrici ad alta tensione, linee elettriche delle ferrovie, stazioni di ripetizione dei segnali radio-tv e telefonici, aree wireless, i propri telefoni cellulari e altri dispositivi ad uso personale come tablet, computer etc.

A conferma dell'importanza della necessità di maggiori ricerche, relativamente a questo particolare aspetto dell'inquinamento da trasporto aereo, ci sono state in letteratura negli anni passati alcune segnalazioni di clusters, gruppi di pazienti affetti da una malattia molto rara, la Sclerodermia.

La malattia veniva rilevata in residenti vicino ai maggiori aeroporti londinesi, mentre un altro cluster, sempre di questa stessa malattia, è stato studiato nel 1992 in un piccolo paese alle porte di Roma dove l'unico fattore possibile d'inquinamento ambientale poteva essere rappresentato da un numero elevato di antenne per la trasmissione radiotelevisiva e antenne per la trasmissione di telefonia fissa, ubicate proprio nel centro del piccolissimo paese ([Valesini G. et al., Geographical clustering of scleroderma in a rural area in the province of Rome. Clin Exp Rheumatol. 1993 Jan-Feb;11\(1\):41-7.](#)

8. Conclusioni e proposte

Per ripulire l'aria, ovvero per ridurre il più possibile l'inquinamento prodotto dall'utilizzo di combustibili fossili dalle attività industriali, dall'incenerimento dei rifiuti, dall'agricoltura intensiva anche con gli allevamenti intensivi, e dai trasporti, è necessario intervenire riducendo drasticamente la produzione di emissioni nocive in questi settori.

Altrettanto necessario è il rispetto almeno degli attuali limiti di legge indicati dalle Direttive europee e indicati dall'OMS in tema di qualità dell'aria, fino ad arrivare ad emissioni prossime allo zero per scelte in favore dell'energia solare, agricoltura biologica e forme di trasporto collettivo a basso impatto ambientale, ripensando quindi modelli economici e stili di vita.

È fondamentale, perciò, una politica nazionale e sovranazionale che sappia fare scelte in favore di ambiente e salute della collettività, anche contrastando scelte ed interessi economici che portano la grave responsabilità di un inquinamento sempre più diffuso.

Si tratta quindi di contribuire ad un cambiamento culturale oltre che di un assetto politico, sociale ed economico delle nostre società che ne investa ogni aspetto a cominciare dalla formazione scolastica, civica e la rappresentanza istituzionale.

L'intero sistema dei trasporti deve quindi essere rivisto quanto prima se si vuole tentare di ridurre il surriscaldamento del pianeta, tutelare la salute, gli ecosistemi, l'ambiente e garantire così un futuro di vita dignitoso e sufficientemente adeguato alle esigenze umane alle attuali e alle prossime generazioni.

Il diritto alla salute, la tutela del territorio e quindi del patrimonio storico, artistico e paesaggistico, il rispetto delle leggi in materia ambientale e l'applicazione del principio di Precauzione devono fare da orientamento, vincolo e barriera ad ogni scelta di tipo economico-politico e infrastrutturale, ad ogni interesse di impresa che possa compromettere e contaminare beni comuni e fondamentali per la vita stessa come l'aria, l'acqua, il suolo, il cibo e la salute delle popolazioni.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità-OMS, la Comunità Europea, l'Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro-IARC, l'Agenzia Europea per l'Ambiente-EEA, le più importanti e prestigiose Istituzioni scientifiche e società mediche internazionali e nazionali, raccomandano costantemente la riduzione dell'esposizione a tutte le fonti di inquinamento come prima misura per la tutela della salute ovvero: [“Salute in ogni politica”](#).

E il valore fondamentale della salute per ogni comunità è ribadito anche nel documento [“Salute 2020 - Un modello di politica europea a sostegno di un'azione trasversale al governo e alla società a favore della salute e del benessere”](#).

Il trasporto aereo, gli aeroporti e tutte le strutture ed attività di supporto è ormai dimostrato in modo inoppugnabile che sono una fonte rilevante di inquinamento acustico, atmosferico ed elettromagnetico e un fattore di danno inconfutabile per la salute e l'ambiente.

Lascia quindi ben sperare la notizia di questi primi giorni dell'anno 2022 che in Danimarca, come già in Svezia, il governo abbia deciso che entro il 2030 il trasporto aereo nazionale non utilizzerà più combustibili fossili per i voli nazionali e che sarà introdotto un aumento delle tasse aeroportuali per i tipi di aerei più inquinanti ([Denmark to make domestic flights fossil fuel free by 2030 - BBC News](#)).

Il documento della Commissione europea *Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on ensuring a level playing field for sustainable air transport* del luglio 2021, sottolinea come le misure per una netta riduzione dell'utilizzo di combustibili fossili nel settore aereo debbano coinvolgere tutti i paesi europei per il carattere transfrontaliero di questo settore e per un reale contrasto ai cambiamenti climatici e all'inquinamento più in generale.

8.1 Per l'Italia

In Italia a causa dello sviluppo ridotto delle metropolitane urbane, il ritardo nell'ammodernamento dei sistemi ferroviari metropolitani, l'abbandono dei sistemi tranviari elettrici, la vetustà del parco veicolare e l'eterogeneità delle misure adottate per contrastare l'inquinamento atmosferico, tra le quali mai viene inserita la riduzione del trasporto aereo, scarsi se non del tutto inutili sono i risultati dei vari piani regionali per il miglioramento della qualità dell'aria e di conseguenza cresce il rischio sanitario correlato, soprattutto nelle grandi città.

In Italia, come nel mondo, è quindi necessario che il trasporto aereo sia ridotto e razionalizzato, che non si consenta la realizzazione di nuovi aeroporti e che si respingano i progetti di ampliamento di quelli già esistenti.

Altrettanto necessario è la definizione di un piano nazionale della mobilità che riduca il traffico su gomma che incentivi l'elettromobilità, il telelavoro, il trasporto su rotaia, sempre nel rispetto delle peculiarità dei territori e dei diritti delle popolazioni interessate, e il trasporto via mare delle merci attraverso le cosiddette autostrade del mare, con utilizzo per le navi di carburanti sempre meno inquinanti e a ridottissimo contenuto di zolfo, insieme a disincentivi per tutte le forme di turismo su meganavi da crociera.

Un piano nazionale della mobilità in definitiva che abbia la tutela dell'ambiente e della salute come elementi cardine.

Devono valere per il trasporto aereo gli stessi criteri che valgono per ogni umana attività.

Anche l'ambito del trasporto aereo è sussunto ai valori morali, ai civili principi e alle norme giuridiche della Dichiarazione universale dei diritti umani, e in Italia, della Costituzione della Repubblica italiana.

8.2 Per il futuro prossimo venturo

Una riflessione sempre a conclusione di questo contributo: occorre ampliare sempre più gli orizzonti di studio e ricerca.

La comunità scientifica dovrà occuparsi, di più e da subito, anche dell'inquinamento prodotto dal recente fenomeno del turismo spaziale e anche di quello dovuto ai detriti spaziali che orbitano intorno alla Terra.

Si tratterebbe di circa 8 mila tonnellate in peso costituito da 29 mila oggetti di oltre 10 centimetri e più di un milione di frammenti troppo piccoli per essere tracciati.

Le collisioni indesiderate possono provocare danneggiamenti alle navicelle spaziali e al contempo provocare la formazione di altri detriti sempre più piccoli con effetti imprevedibili.

Allora?

Sarebbe ora di lasciare il cielo alle stelle e agli uccelli!

* * *

Alcuni testi per approfondire

Autori vari, *Pulire l'aria. La vergogna di volare*, Libreria Editrice Fiorentina, Firenze 2020.

Fritjof Capra, Pier Luigi Lusi, *Vita e natura una visione sistemica*, Aboca, Sansepolcro (Ar) 2014.

Laura Conti, *Che cos'è l'ecologia. Capitale, lavoro e ambiente*, Mazzotta, Milano 1977.

Francesco Gesualdi, *Le catene del debito e come possiamo spezzarle*, Feltrinelli, Milano 2013.

Gisela Stief, *Pianeta azzurro o pianeta grigio? Sine sole silet*, Min. Agricoltura e Foreste, collana verde n.90/1992

Enzo Tiezzi, *Tempi storici, tempi biologici*, Garzanti, Milano 1984.

* * *

Bibliografia e sitografia di approfondimento aggiornate al mese di Gennaio 2022

Bibliography and Webliography updated January 2022 to deepen

Bibliografia di riferimento

Some articles and other books

- Afanas'ev R.V., Berezin G.I., Raznoschikov V.V., *Ecological/hygienic and toxicological evaluation of combustion products of aviation kerosene and liquefied natural gas*, *Aviakosm Ekolog Med.* 2006 Mar-Apr;40(2):50-2.

- Adamkiewicz G., Hsu H.H., Vallarino J., Melly S. J., Spengler J.D., Levy J.I., *Nitrogen dioxide concentrations in neighborhoods adjacent to a commercial airport: a land use regression modeling study*, *Environmental Health* 2010, 9:73.

- *Aircraft-Noise-and-Public-Health-the-evidence-is-loud-and-clear-final* (reportONLINE.pdf) available at www.aef.org.uk/

- Akan Z., Körpınar M.A., Tulgar M., *Effects of noise pollution over the blood serum immunoglobulins and auditory system on the VFM airport workers, Van, Turkey*, *Environ Monit Assess.* 2011 Jun;177(1-4):537-43.

- American Heart Association, *Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease an Update to the Scientific Statement*, *Circulation.* 2010; 121:2331-2378. Ancona C., Licitra G., Cattani G., Roberto Sozzi, Forastiere F., *L'impatto dell'inquinamento degli aeroporti sulla salute dei residenti*, in "Qualità dell'ambiente urbano", ISPRA-VIII Rapporto ed. 2012, *Focus su Porti, Aeroporti e Interporti*, pag. 127-134.

- Ancona C., Golini M.N., Mataloni F., Camerino D., Chiusolo M., Licitra G., Ottino M., Pisani S., Cestari L., Vigotti M.A., Davoli M., Forastiere F.; Gruppo di lavoro SERA., *Health impact assessment of airport noise on people living nearby six Italian airports*, *Epidemiol Prev.* 2014 May-Aug; 38(3-4):227-36.

- Ancona C., Forastiere F., *Rumore e inquinamento: l'effetto degli aeroporti sulla salute dei residenti. Noise and air pollution: the effect of airports on the health of residents*, *Epidemiol Prev* 2014; 38 (3-4): 164-166.

- Anderson K., Bows A., Upham P., *Growth scenarios for EU & UK aviation: contradictions with climate policy*, January 2006. Available at: http://www.tyndall.ac.uk/publications/working_papers/wp84.pdf
- Aydin Y., Kaltenbach M., *Noise perception, heart rate and blood pressure in relation to aircraft noise in the vicinity of the Frankfurt airport*, Clin Res Cardiol. 2007 Jun; 96(6): 347-58.
- APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici), *Ottomila decessi l'anno in 13 città italiane per gli effetti a lungo termine dell'inquinamento atmosferico da particolato*, Comunicato stampa 15 giugno 2006, Roma.
- Associazione A.P.P.L.E. (Associazione Per la Prevenzione e la Lotta all'Elettrosmog), *Campi elettromagnetici e principio di precauzione*, Prof. Angelo Gino Levis, www.applelettrosmog.it
- Atkinson R.W., Carey I.M., Kent A.J., Van Staa T.P., Anderson H.R., Cook D.G., *Long-term exposure to outdoor air pollution and incidence of cardiovascular diseases*, Epidemiology. 2013; 24:44–53.
- Awad E., Zhang X., Bhavsar S.P., Petro S., Crozier P.W., Reiner E.J., Fletcher R., Tittlemier S.A., Braekevelt E., *Long-term environmental fate of perfluorinated compounds after accidental release at Toronto airport*, Environ Sci Technol. 2011 Oct 1;45(19):8081-9.
- Babisch W., *Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise*, Noise Health. 2003 Jan-Mar;5(18):1-11.
- Babisch W., Kamp I., *Exposure-response relationship of the association between aircraft noise and the risk of Hypertension*, Noise Health. 2009 Jul-Sep;11(44):161-8.
- Babisch W., Houthuijs D., Pershagen G., Cadum E., Katsouyanni K., Velonakis M., Dudley M.L., Marohn H.D., Swart W., Breugelmans O., Bluhm G., Selander J., Vigna-Taglianti F., Pisani S., Haralabidis A., Dimakopoulou K., Zachos I., Järup L.; HYENA Consortium. *Annoyance due to aircraft noise has increased over the years results of the HYENA study*, Environ Int. 2009 Nov; 35 (8): 1169-76.
- Barrett S.R., Britter R.E., Waitz I.A., *Global mortality attributable to aircraft cruise emissions*, Environ Sci Technol. 2010 Oct 1;44(19):7736-42.
- Basner M., Charlotte Clark C, Anna Hansell A., Hileman J.I., Janssen S., Shepherd K., Sparrow V., *Aviation Noise Impacts: State of the Science Noise Health*, 2017 Mar-Apr; 19(87): 41–50. doi: 10.4103/nah.NAH_104_16.
- Basner M., Babisch W., Davis A. et al., *Auditory and non-auditory effects of noise on health*, Lancet 2013;383(9925):1325-32.
- Bellinger D.C., *Very low lead exposures and children's neurodevelopment*, Curr Opin Pediatr. 2008 Apr;20(2):172-7.
- Bennett M., Christie S.M., Graham A., Thomas B.S., Vishnyakov V., Morris K., Peters D.M., Jones R., Ansell C., *Composition of smoke generated by landing aircraft*, Environ Sci Technol. 2011 Apr 15;45(8):3533-8.
- Bernabei M., Reda R., Galiero R., Bocchinfuso G., *Determination of total and polycyclic aromatic hydrocarbons in aviation jet fuel*, J Chromatogr A. 2003 Jan 24;985(1-2):197-203.
- Morgan Bettex., *Study suggests pollution from airplanes flying at 'cruise' altitudes contributes to 8,000 deaths per year globally*, MIT News Office, September 28, 2010, <http://newsoffice.mit.edu/2010/airplane-emissions-0928>
- Bharathi, Ravid R., Rao K.S., *Role of metals in neuronal apoptosis: challenge associated with neurodegeneration*, Curr Alzheimer Res. 2006 Sep; 3(4): 311-26.
- Blasco M., Domeño C., Nerin C., *Lichens biomonitoring as feasible methodology to assess air pollution in natural ecosystems: combined study of quantitative PAHs analyses and lichen biodiversity in the Pyrenees Mountains*, Anal Bioanal Chem. 2008 Jun;391(3):759-71.
- Bowles D.C, Butler C.D., Morisetti N., *Climate change, conflict and health*, J R Soc Med. 2015 Oct;108(10):390-5.
- Brink M., Wirth K.E., Schierz C., Thomann G., Bauer G., *Annoyance responses to stable and changing aircraft noise Exposure*, J Acoust Soc Am. 2008 Nov;124(5):2930-41.
- Brook R.D., *Cardiovascular effects of air pollution*, Clin Sci (Lond.) 2008 sep;115(6) :175-87.
- Brook R.D. et al., *Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association*, Circulation. 2010 Jun 1;121(21):2331-78. doi: 10.1161/CIR.0b013e3181dbee1. Epub 2010 May 10.
- Bullinger M., Hygge S., Evans G.W., Meis M., Von Mackensen S., *The psychological cost of aircraft noise for Children*, Zentralbl Hyg Umweltmed. 1999 Aug;202(2-4):127-38.
- Calderón-Garcidueñas L., Franco-Lira M., Torres-Jardón R., Henriquez-Roldán C., Barragán-Mejía G., Valencia-Salazar G., González-Maciel A., Reynoso-Robles R., Villarreal-Calderón R., Reed W., *Pediatric respiratory and systemic effects of chronic air pollution exposure: nose, lung, heart, and brain pathology*, Toxicol Pathol. 2007 Jan;35(1):154-62.
- Calderón-Garcidueñas L., Torres-Jardón R., Kulesza R. J., Su-Bin Park, S. B. and D'Angiulli A., *Air pollution and detrimental effects on children's brain. The need for a multidisciplinary approach to the issue complexity and challenges*, Front Hum Neurosci. 2014; 8: 613. Published online 2014 Aug 12. doi: 10.3389/fnhum.2014.00613 PMID: PMC4129915.
- Carslaw D.C., Ropkins K., Laxen D., Moorcroft S., Marner B., Williams M.L., *Near-field commercial aircraft contribution to nitrogen oxides by engine, aircraft type, and airline by individual plume sampling*, Environ Sci Technol. 2008 Mar 15; 42(6):1815.

- Cattani G., Di Menno di Bucchianico A., Gaeta A., Romano D., Fontana L., Iavicoli I., *Aeroporti e qualità dell'aria: una sintesi critica della letteratura scientifica (Airports and air quality: a critical synthesis of the literature)*, *Epidemiol Prev* 2014; 38 (3-4): 254-261.
- Chiffot H., Fautrel B., Sordet C., Chatelus E., Sibia J., *Incidence and prevalence of systemic sclerosis: a systematic literature review*, *Semin Arthritis Rheum.* 2008 Feb;37(4):223-35.
- Clark C., Martin R., Van Kempen E., Alfred T., Head J., Davies H.W., Haines M.M., Lopez Barrio I., Matheson M., Stansfeld S.A., *Exposure-effect relations between aircraft and road traffic noise exposure at school and reading comprehension: the RANCH project*, *Am J Epidemiol.* 2006 Jan 1;163(1):27-37. Epub 2005 Nov 23.
- Clark C., Crombie R., Head J., Van Kamp I., Van Kempen E., Stansfeld S.A., *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 Jul 25.
- Clark C., Crumpler C., Notley H., *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*, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020.
- Cohen B.S., Bronzaft A.L., Heikkinen M., Goodman J., Nádas A., *Airport-related air pollution and noise*, *J Occup Environ Hyg.* 2008 Feb; 5(2): 119-29.
- Correia A.W., Peters J.L., Levy J.I., Melly S., Francesca Dominici F., *Residential exposure to aircraft noise and hospital admissions for cardiovascular diseases: multi-airport retrospective study*, *BMJ.* 2013; 347: f5561.
- Cristea A., *Trade and the greenhouse gas emission from international freight transport*, Working Paper 17117 <http://www.nber.org/papers/w17117>
- Corporan E., Quick A., De Witt Mj., *Characterization of particulate matter and gaseous emission of a C-130H Aircraft*, *J air Waste Manag Assoc.* 2008 Apr; 58 (4): 474-83.
- Crombie R., Clark C., Stansfeld S.A., *Environmental noise exposure, early biological risk and mental health in nine- to ten-year-old children: a cross-sectional field study*, *Environ Health.* 2011 May 14; 10:39.
- Marinella Correggia. *La rivoluzione dei dettagli*, Feltrinelli, Milano 2007.
- Carpenter D.O., *Electromagnetic fields and cancer: the cost of doing nothing*, *Rev Environ Health.* 2010 Jan-Mar, 25(1):75-80.
- Carpenter D.O., *Human disease resulting from exposure to electromagnetic fields*, *Rev Environ Health.* 2013;28(4):159-72. doi: 10.1515/reveh-2013-0016.
- Carugno M., Imbrogno P., Zucchi A., Ciampichini R., Tereanu C., Sampietro G., Barbaglio G., Pesenti B., Barretta F., Bertazzi P.A., Pesatori A.C., Consonni D., *Effects of aircraft noise on annoyance, sleep disorders, and blood pressure among adult residents near the Orio al Serio International Airport (BGY), Italy*, *Med Lav.* 2018 Aug 28;109(4):253-263. doi: 10.23749/mdl.v109i4.7271.
- Clark C., Crumpler C., Notley H., *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*, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020.
- Costabile F., Angelini F., Barnaba F., Inglessis M., Tancredi F., Palumbo L., Fontana L., Bergamaschi A., Iavicoli I., *Air pollution in an urban area nearby the Rome-Ciampino city airport*, *Epidemiol Prev.* 2014 May-Aug;38(3-4):244-53.
- De Schryver A.M., Brakkee K.W., Goedkoop M.J., Huijbregts M.A., *Characterization factors for global warming in life cycle assessment based on damages to humans and ecosystems*, *Environ Sci Technol.* 2009 Mar 15;43(6):1689-95.
- De Solla S.R., De Silva A.O., Letcher R.J., *Highly elevated levels of perfluorooctane sulfonate and other perfluorinated acids found in biota and surface water downstream of an international airport, Hamilton, Ontario, Canada*, *Environ Int.* 2012 Feb;39(1):19-26.
- Diaz J.H., *The influence of global warming on natural disasters and their public health outcomes*, *Am J Disaster Med.* 2007 Jan-Feb;2(1):33-42.
- Diez D.M., Dominici F., Zarubiak D., Levy J.I., *Statistical approaches for identifying air pollutant mixtures associated with aircraft departures at Los Angeles international airport*, *Environ Sci Technol.* 2012 Aug 7;46(15):8229-35.
- Dimakopoulou K., Koutentakis K., Papageorgiou I., Kasdagli M.I., Haralabidis A.S., Sourtzi P., Samoli E., Houthuijs D., Swart W., Hansell A.L., Katsouyanni K., *Is aircraft noise exposure associated with cardiovascular disease and hypertension? Results from a cohort study in Athens, Greece.* *Occup Environ Med.* 2017 Nov;74(11):830-837. doi: 10.1136/oemed-2016-104180. Epub 2017 Jun 13.
- Di Menno di Bucchianico A., Cattani G., Gaeta A., Caricchia A.M., Troiano F., Sozzi R., Bolignano A., Sacco F., Damizia S., Barberini S., Caleprico R., Fabozzi T., Ancona C. Ancona L., Cesaroni G., Forastiere F., Gobbi G.P., Costabile F., Angelini F., Barnaba F., Inglessis M., Tancredi F., Palumbo L., Fontana L., Bergamaschi A., Iavicoli I., *Air pollution in an urban area nearby the Rome-Ciampino city airport*, *Epidemiol Prev.* 2014 May-Aug;38(3-4):244-53.
- Dodson R.E., Andres Houseman E., Morin B., Levy J.I., *An analysis of continuous black carbon concentrations in proximity to an airport and major roadways*, *Atmospheric Environment*, 2009.

- Elmenhorst E.M., Elmenhorst D., Wenzel J., Quehl J., Mueller U., Maass H., Vejvoda M., Basner M., *Effects of nocturnal aircraft noise on cognitive performance in the following morning: dose- response relationships in laboratory and field*, Int Arch Occup Environ Health. 2010 Oct;83(7):743-51.
- Ekici S., Şöhret Y., *A study on the environmental and economic aspects of aircraft emissions at the Antalya International Airport*, Environ Sci Pollut Res Int. 2021 Mar;28(9):10847-10859. doi: 10.1007/s11356-020-11306-w. Epub 2020 Oct 26.
- Erbe C., Williams R., Parsons M., Parsons S.K., Hendrawan I.G., Dewantama I.M.I., *Underwater noise from airplanes: An overlooked source of ocean noise*, Mar Pollut Bull. 2018 Dec; 137:656-661. doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.10.064. Epub 2018 Nov 14.
- Ergasti G., Pippia V., Murzilli G., De Luca D'Alessandro E., *Climate change and Kyoto protocol*, Ann Ig. 2009 May-Jun;21(3):271-81.
- Eriksson C., Rosenlund M., Pershagen G., Hilding A., Ostenson C.G., Bluhm G., *Aircraft noise and incidence of Hypertension*, Epidemiology 2007 Nov; 18(6): 716-21.
- Eriksson C., Hilding A., Pyko A. Bluhm G., Pershagen G., Östenson C.G., *Long-term aircraft noise exposure and body mass index, waist circumference, and type 2 diabetes: a prospective study*, Environ Health Perspect. 2014 Jul;122(7):687-94. doi: 10.1289/ehp.1307115. Epub 2014 May 5.
- European Aviation Environmental Report 2016
(<http://ec.europa.eu/transport/modes/air/aviation-strategy/documents/european-aviation-environmental-report-2016-72dpi.pdf>)
- Evans G.W., Lercher P., Meis M., Ising H., Kofler W.W., *Community noise exposure and stress in children*, J Acoust Soc Am. 2001 Mar;109(3):1023-7.
- Evrard A.S., Bouaoun L., Champelovier P., Lambert J., Laumon B., *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*, Noise Health. 2015 Sep-Oct;17(78):328-36. doi: 10.4103/1463-1741.165058.
- ESCAPE Study. *Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE)*, Lancet Oncol. 2013 Aug;14(9):813-22.
- European Civil Aviation Conference. *Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports*, 2nd ed., doc 29. Twenty First Plenary Session of ECAC, Strasbourg.
<http://www.ecac-ceac.org/index.php?content=docstype&idtype=38>.
- Fagnano M., Maggio A., *Ozone Damages to Italian Crops: Environmental Constraints*, Italian Journal of Agronomy, 3, 7-12. 2008.
- Fang G.C., Wu Y.S., Lee W.J., Chou T.Y., Lin I.C., *Study of ambient air particulates pollutants near Taichung airport sampling site in central Taiwan*, J Hazard Mater 2007 Jun 1; 144(1-2): 492-8.
- Floud S., Blangiardo M., Clark C., De Hoogh K., Babisch W., Houthuijs D., Swart W., Pershagen G., Katsouyanni K., Velonakis M., Vigna-Taglianti F., Cadum E., Hansell A.L., *Exposure to aircraft and road traffic noise and associations with heart disease and stroke in six European countries: a cross-sectional study*, Environ Health. 2013 Oct 16; 12:89. doi: 10.1186/1476-069X-12-89.
- Forns J., Dadvand P., Esnaola M., Alvarez-Pedrerol M., López-Vicente M., Garcia-Esteban R., Cirach M., Basagaña X., Guxens M., Sunyer J., *Longitudinal association between air pollution exposure at school and cognitive development in school children over a period of 3.5 years*, Environ Res. 2017 Nov; 159:416-421. doi: 10.1016/j.envres.2017.08.031. Epub 2017 Sep 1.
- Franssen E.A., Van Wiechen C.M., Nagelkerke N.J., Lebreit E., *Aircraft noise around a large international airport and its impact on general health and medication use*, Occup Environ Med. 2004 May;61(5):405-13.
- Frati L., Caprasecca E., Santoni S., Gaggi C., Guttova A., Gaudino S., Pati A., Rosamilia S., Pirintsos S.A., Loppi S., *Effects of NO2 and NH3 from road traffic on epiphytic lichens*, Environ Pollut. 2006 Jul; 142(1): 58-64.
- Fuhrer J., Skärby L., Ashmore M.R., *Critical levels for ozone effects on vegetation in Europe*, Environ Pollut. 1997;97(1-2):91-106.
- Gac Sanit., *Impact of particulate matter with diameter of less than 2.5 microns (PM2.5) on daily hospital admissions in 0-10-year-olds in Madrid, Spain, (2003-2005)* 2009 May-Jun;23(3):192-7.
- Gan W.Q., Koehoorn M., Davies H.W., Demers P.A., Tamburic L., Brauer M., *Long-term exposure to traffic-related air pollution and the risk of coronary heart disease hospitalization and mortality*, Environ Health Perspect. 2011 Apr;119(4):501-7.
- Grajewski B., Pinkerton L.E., *Exposure assessment at 30 000 feet: challenges and future directions*, Ann Occup Hyg. 2013 Jul;57(6):692-4. doi: 10.1093/annhyg/met039. Epub 2013 Jul 1.
- Greiser E., Greiser C., Janhsen K., *Night-time aircraft noise increases prevalence of prescriptions of antihypertensive and cardiovascular drugs irrespective of social class - the Cologne-Bonn Airport study*, Journal of Public Health, Vol.15, Number 5, October 2007, pp. 327-337(11).
- Greiser E., Glaeske G., *Social and economic consequences of night-time aircraft noise in the vicinity of Frankfurt/Main airport. Gesundheitswesen*, 2013 Mar;75(3):127-33. Doi: 10.1055/s-0033-1333785. Epub 2013 Mar 1.
- Guidetti D.- Politecnico di Torino (2020), *Rifiuti spaziali, se li conosci li eviti*.
<https://www.youtube.com/watch?v=fNOIEMwu9TQ&t=932s>

- Guoqing D., Xiaoyi L., Xiang S., Zhengguang L., Qili L., *Investigation of the relationship between aircraft noise and community annoyance in China*, Noise Health. 2012 Mar-Apr;14(57):52-7.
- Gupta A., Gupta A., Jain K., Gupta S., *Noise Pollution and Impact on Children Health*, Indian J Pediatr. 2018 Jan 9. doi: 10.1007/s12098-017-2579-7. [Epub ahead of print]
- Hansell A.L., Blangiardo M., Fortunato L., Floud S., De Hoogh K., Fecht D., Ghosh R.E., Laszlo H.E., Pearson C., Beale L., Beevers S., Gulliver J., Best N., Richardson S., Elliott P., *Aircraft noise and cardiovascular disease near Heathrow airport in London: small area study*, BMJ. 2013 Oct 8;347: f5432. Doi: 10.1136/bmj. f5432.
- Haralabidis A.S., Dimakopoulou K., Vigna-Taglianti F., Giampaolo M., Borgini A., Dudley M.L., Pershagen G., Bluhm G., Houthuijs D., Babisch W., Velonakis M., Katsouyanni K., Jarup L., HYENA Consortium, *Acute effects of night-time noise exposure on blood pressure in populations living near airports*, Eur Heart J. 2008 Mar;29(5):658-64.
- Helmis C.G., Assimakopoulos V.D., Flocas H.A., Stathopoulou O.I., Sgouros G., Hatzaki M., *Indoor air quality assessment in the air traffic control tower of the Athens Airport, Greece*, Environ Monit Assess. 2009 Jan;148(1-4):47-60.
- Héritier H., Vienneau D., Foraster M., Eze IC., Schaffner E., De Hoogh K., Thiesse L., Rudzik F., Habermacher M., Köpfli M., Pieren R., Brink M., Cajochen C., Wunderli J.M., Probst-Hensch N., Röösli M., *A systematic analysis of mutual effects of transportation noise and air pollution exposure on myocardial infarction mortality: a nationwide cohort study in Switzerland*, Eur Heart J. 2018 Oct 24. doi: 10.1093/eurheartj/ehy650. [Epub ahead of print]
- Herndon S.C., Shorter J.H., Zahniser M.S., Nelson D.D. Jr., Jayne J., Brown R.C., Miake-Lye R.C., Waitz I., Silva P., Lanni T., Demerjian K., Kolb C.E., *NO and NO2 emission ratios measured from in-use commercial aircraft during taxi and takeoff*, Environ Sci Technol. 2004 Nov 15;38(22):6078-84.
- Herndon S.C., Wood E.C., Northway M.J., Miake-Lye R., Thornhill L., Beyersdorf A., Anderson B.E., Dowlin R., Dodds W., Knighton W.B., *Aircraft hydrocarbon emissions at Oakland International Airport*, Environ Sci Technol. 2009 Mar 15;43(6):1730-6.
- Hertz-Picciotto I., Park H.Y., Dostal M., Kocan A., Trnovec T., Sram R., *Prenatal exposures to persistent and non-persistent organic compounds and effects on immune system development*, Basic Clin Pharmacol Toxicol. 2008 Feb. 102(2): 146-54.
- Hohmann C., Grabenhenrich L., De Kluzenaar Y. et al., *Health effects of chronic noise exposure in pregnancy and childhood: a systematic review initiated by ENRIECO*, Int J Hyg Environ Health. 2013; 216:217-29.
- Hudda N., Gould T., Hartin K., Larson T.V., Scott A., Fruin S.A., *Emissions from an International Airport Increase Particle Number Concentrations 4-fold at 10 km Downwind*, Environ Sci Technol. 2014 Jun 17; 48(12): 6628-6635.
- Hudda N., Simon M.C., Zamore W., Brugge D., Durant J.L., *Aviation Emissions Impact Ambient Ultrafine Particle Concentrations in the Greater Boston Area*, Environ Sci Technol. 2016 Aug 4.
- Hudda N., Durant L.W., Fruin S.A., Durant J.L., *Impacts of Aviation Emissions on Near-Airport Residential Air Quality*, Environ Sci Technol. 2020 Jul 21;54(14):8580-8588. doi: 10.1021/acs.est.0c01859. Epub 2020 Jul 8.
- Huss A., Spoerri A., Egger M., Röösli M. for the Swiss National Cohort Study Group. *Aircraft Noise, Air Pollution, and Mortality from Myocardial Infarction*, Epidemiology. 2010 Sep 27.
- Iavicoli I., Chiarotti M., Bergamaschi A., Marsili R., Carelli G., *Determination of airborne polycyclic aromatic hydrocarbons at an airport by gas chromatography-mass spectrometry and evaluation of occupational exposure*, J. Chromatogr A. 2007 May 25; 1150(1-2): 226-35.
- Illich Ivan, *Elogio della bicicletta*, Bollati Boringhieri, Torino, ristampa 2018.
- ISPRA, *Qualità dell'ambiente urbano*, VIII Rapporto, ed. 2012,- Focus su Porti, Aeroporti e Interporti.
- Jarup L., Dudley M.L., Babisch W., Houthuijs D., Swart W., Pershagen G., Bluhm G., Katsouyanni K., Velonakis M., Cadum E., Vigna-Taglianti F., Hyena Consortium. *Hypertension and Exposure to Noise near Airports: study design and noise exposure assessment*, Environ Health Perspect. 2005 Nov; 113(11): 1473-8.
- Jarup L., Babisch W., Houthuijs D., Pershagen G., Katsouyanni K., Cadum E., Dudley M.L., Savigny P., Seiffert I., Swart W., Breugelmans O., Bluhm G., Selander J., Haralabidis A., Dimakopoulou K., Sourtzi P., Velonakis M., Vigna-Taglianti F., HYENA study team. *Hypertension and Exposure to Noise near Airports: the HYENA study*, Environ Health Perspect. 2008 Mar; 116(3): 329-33.
- Jona Lasinio G., Zuzzi S., Santoro M., *Valutazione del rischio ambientale nel comune di Ciampino in relazione all'inquinamento atmosferico*, pubb. 2006.
- Jona Lasinio G., Zuzzi S., Santoro M., *Studio della mortalità per cause nel Comune di Ciampino e Comuni limitrofi negli anni 1987-2002*, pubb. 2007.
- Jung K.H., Artigas F., Shin J.Y., *Personal, indoor, and outdoor exposure to VOCs in the immediate vicinity of a local Airport*, Environ Monit Assess. 2011 Feb;173(1-4):555-67.
- Kaltenbach M., Maschke C., Klinker R., *Health consequences of aircraft noise*, Dtsch Arztebl Int. 2008 Aug;105(31-32):548-56.
- Kettunen J., Lanki T., Tiittanen P., Alto P.P., Koskentalo T., Kulmala M., Salomaa V., Pekkanen J., *Associations of fine and ultrafine particulate air pollution with stroke mortality in an area of low air pollution levels*, Stroke. 2007 Mar; Kröller-Schön S et al. *Crucial role for Nox2 and sleep deprivation in aircraft noise-induced vascular and cerebral oxidative stress, inflammation, and gene regulation*, Eur Heart J. 2018 Oct 7;39(38):3528-3539. doi:

- 10.1093/eurheartj/ehy333.
- Kugele K.A., Jelinek F., Gaffal R., *Aircraft Particulate Matter Emission Estimation through all Phases of Flight*, Eurocontrol Experimental Centre, 2005.
 - Landrigan P.J., Sonawane B., Butler R.N., Trasande L., Callan R. and Droller D., *Early Environmental Origins of Neurodegenerative Disease in Later Life*, Environ Health Perspect. 2005 September; 113(9): 1230–1233.
 - Lee D.S. et al., *Aviation and global climate change in the 21st century*, Atmospheric Environment, 2009.
 - Legambiente Piemonte - rapporto *Aeroporto di Malpensa e vivibilità*, Torino, 24 febbraio 2003.
 - Legambiente Lazio e Comitato aeroporto Ciampino, *Smog dai cieli: rilevazione livello polveri sottili*, Roma, luglio 2006.
 - Legambiente, rapporto *Mal'aria di città 2010. L'inquinamento atmosferico e acustico nelle città italiane*, Roma, 16 gennaio 2010.
 - Lee, D. S., Pitari, G. Grewe, V.; Gierens, K.; Penner, J. E.; Petzold, A.; Prather, M. J.; Schumann, U.; Bais, A.; Bernsten, T.; Iachetti, D.; Lim, L. L.; Sausen, R. *Transport impacts on atmosphere and climate*, Aviation. Atmos. Environ. 2010, doi: 10.1016/j.atmosenv.2009.06.005.
 - Lefèvre M., Carlier M.C., Champelovier P., Lambert J., Laumon B., Evrard A.S., *Effects of aircraft noise exposure on saliva cortisol near airports in France*, Occup Environ Med. 2017 Aug;74(8):612-618. doi: 10.1136/oemed-2016-104208. Epub 2017 Apr 25.
 - Levy J.L., Woody M., Baek B.H. Shankar U., Arunachalam S., *Current and future particulate-matter-related mortality risks in the United States from aviation emissions during landing and takeoff*, Risk Anal. 2012 Feb;32(2):237-49. Doi: 10.1111/j.1539-6924.2011.01660.x. Epub 2011 Jul 30.
 - Lewtas J., *Air pollution combustion emissions: characterization of causative agents and mechanisms associated with cancer, reproductive, and cardiovascular effects*, Mutat Res. 2007 Nov-Dec;636(1-3):95-133.
 - Lin S., Munsie J.P., Herdt-Losavio M., Hwang S.A., Civerolo K., McGarry K., Gentile T., *Residential proximity to large airports and potential health impacts in New York State*, Int Arch Occup Environ Health. 2008 Jul;81(7):797-804.
 - Linares C., Díaz J., Tobias A., De Miguel J.M., Otero A., *Impact of urban air pollutants and noise levels over daily hospital admissions in children in Madrid: a time series analysis*, Int Arch Occup Environ Health. 2006 Feb; 79(2): 143-52.
 - Litta A., *Trasporto aereo e clima*, "Il Cesalpino", rivista medico-scientifica dell'Ordine dei medici di Arezzo, anno16, n.43 /2017 pages 54-56. Disponibile al link at <http://www.omceoar.it/default.asp?p=cesalpino>
 - Litta A., *Il trasporto aereo come fattore d'inquinamento ambientale e danno alla salute*, Professione & Clinical Governance, anno XIX, n.1° febbraio 2011 pag. 42-47.
 - Litta A., *Il trasporto aereo come fattore d'inquinamento ambientale e danno alla salute: Il caso di studio della città di Ciampino e delle scuole di Santa Maria delle Mole*, "Il Cesalpino", rivista medico-scientifica dell'Ordine dei medici di Arezzo, anno 9 n.24/2010 pag. 44-48.
 - Liu C., Fuertes E., Tiesler C.M., et al., *The associations between traffic-related air pollution and noise with blood pressure in children: results from the GINIplus and LISIplus studies*, Int J Hyg Environ Health. 2014; 217:499–505.
 - Luna T.D., French J., Mitcha J.L., *A study of USAF air traffic controller shiftwork: sleep, fatigue, activity, and mood Analyses*, Aviat Space Environ Med. 1997 Jan;68(1):18-23.
 - Matsui T., Stansfeld S., Haines M., Head J., *Children's cognition and aircraft noise exposure at home--the West London Schools Study*, Noise Health. 2004 Oct-Dec;7(25):49-58. 38(3):918-22.
 - Mattie D.R., Sterner T.R., *Past, present and emerging toxicity issues for jet fuel*, Toxicol Appl Pharmacol. 2011 Jul 15;254(2):127-32.
 - McKay J.C., Prato F.S., Thomas A.W., *A literature review: the effects of magnetic field exposure on blood flow and blood vessels in the microvasculature*, Bioelectromagnetics. 2007 Feb;28(2):81- 98.
 - McMichael A.J., Woodruff R.E., Hales S., *Climate change and human health: present and future risks*, Lancet. 2006 Mar 11;367(9513):859-69.
 - Minichilli F., Gorini F., Ascari E., Bianchi F., Coi A., Fredianelli L., Licitra G., Manzoli F., Mezzasalma L., Cori L., *Annoyance Judgment and Measurements of Environmental Noise: A Focus on Italian Secondary Schools*, Int J Environ Res Public Health. 2018 Jan 26;15(2). pii: E208. doi: 10.3390/ijerph15020208.
 - [Miranda M.L.](#), [Anthopolos R.](#), [Douglas Hastings D.](#), *A geospatial analysis of the effects of aviation gasoline on childhood blood lead levels*, Environ Health Perspect. 2011 Oct;119(10):1513-6. doi: 10.1289/ehp.1003231. Epub 2011 Jul 13.
 - Mohankumar S.M., Campbell A., Block M., Veronesi B., *Particulate matter, oxidative stress and neurotoxicity*, Neurotoxicology. 2008 Jan 4.
 - Mohiley A., Franzaring J., Calvo O.C., Fangmeier A., *Potential toxic effects of aircraft de-icers and wastewater samples containing these compounds*, Environ Sci Pollut Res Int. 2015 Sep;22(17):13094-101. doi: 10.1007/s11356-015-4358-1. Epub 2015 May 1.
 - Mortazavi S.M., Taeb S., Dehghan N., *Alterations of visual reaction time and short-term memory in military radar Personnel*, Iran J Public Health. 2013 Apr 1;42(4):428-35. Print 2013.

- Münzel T., Schmidt F.P., Steven S., Herzog J. Daiber A. Sørensen M., *Environmental Noise and the Cardiovascular System*, J Am Coll Cardiol. 2018 Feb 13;71(6):688-697. doi: 10.1016/j.jacc.2017.12.015.
- Nassur A.M., Léger D., Lefèvre M., Elbaz M., Mietlicki F., Nguyen P., Ribeiro C., Sineau M., Laumon B, Evrard A.S., *The impact of aircraft noise exposure on objective parameters of sleep quality: results of the DEBATS study in France*, Sleep Med. 2019 Feb; 54:70-77. doi: 10.1016/j.sleep.2018.10.013. Epub 2018 Oct 28.
- Nassur A.M., Léger D., Lefèvre M., Elbaz M., Mietlicki F., Nguyen P., Ribeiro C., Sineau M., Laumon B, Evrard A.S., *Effects of Aircraft Noise Exposure on Heart Rate during Sleep in the Population Living Near Airports*, Int J Environ Res Public Health. 2019 Jan 18;16(2):269. doi: 10.3390/ijerph16020269.
- Nemmar A., Hoylaerts M.F., Nemery B., *Effects of particulate air pollution on hemostasis*, Clin Occup Environ Med. 2006; 5(4):865-81.
- NORAH (2015) Knowledge n.14: *NORAH noise impact study: overview of results. Noise-Related Annoyance, Cognition, and Health*, Airport and Region Forum.
- Nunes L.M., Zhu Y.G., Stigter T.Y., Monteiro J.P., Teixeira M.R., *Environmental impacts on soil and groundwater at airports: origin, contaminants of concern and environmental risks*, J Environ Monit. 2011 Nov;13(11):3026-39.
- Oberdörster G., Sharp Z., Atudorei V., Elder A., Gelein R., Kreyling W., Cox C., *Translocation of inhaled ultrafine particles to the brain*, Inhal Toxicol. 2004 Jun;16(6-7):437-45.
- Oberdörster G., Oberdörster E., Oberdörster J., *Nanotoxicology: an emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles*, Environ Health Perspect. 2005 Jul; 113(7): 823-39.
- Pal'tsev IuP., Rubtsova N.B., Pokhodzei L.V., Tikhonova G.I., *Hygienic regulation of electromagnetic fields for the preservation of workers' health*, Med Tr Prom Ekol. 2003; (5): 13-7.
- Pasini A., Triacca U., Attanasio A., *Evidence of recent causal decoupling between solar radiation and global Temperature*, Environ. Res. Lett. 7 (2012) 034020 (6pp) doi:10.1088/1748-9326/7/3/034020
- Passchier W., Knottnerus A., Albering H., Walda I., *Public health impact of large airports*. Rev Environ Health. 2000 J - Pecorari E., Mantovani A., Franceschini C., Bassano D., Palmeri L., Rampazzo G., *Analysis of the effects of meteorology on aircraft exhaust dispersion and deposition using a Lagrangian particle model*, Sci Total Environ. 2016 Jan 15; 541:839-56.
- Perugini M., Manera M., Grotta L., Abete M.C., Tarasco R., Amorena M., *Heavy metal (Hg, Cr, Cd, and Pb) contamination in urban areas and wildlife reserves: honeybees as bioindicators*, Biol Trace Elem Res. 2011 May;140(2):170-6.
- Pisani S., Bonarrigo D., Gambino M., Macchi L., Banfi F., Verri A.M., Degli Stefani C., Cislighi C., Bossi A., Cortinovis I., *Epidemiologic study Salus domestica: evaluation of health damage in a sample of women living near the Malpensa 2000 airport*, Epidemiol Prev. 2003 Jul-Aug; 27(4): 234-41.
- Pitari G., Jachetti D., Di Genova G. 1, De Luca N., Søvdø O.A., Hodnebrog Ø., Lee D.S., Lim L.L., *Impact of Coupled NOx/Aerosol Aircraft Emissions on Ozone Photochemistry and Radiative Forcing*, Atmosphere 2015, 6, 751-782; doi:10.3390/atmos6060751.
- Pokhodzei L.V., Kur'erov N.N., Rubtsova N.B., Pal'tsev IuP., Lazarenko N.V., Samusenko T.G., Subbotin V.V., *Hygienic evaluation of electromagnetic situation and vibroacoustic factors at workplaces for radio-technological staff of civil airports*, Med Tr Prom Ekol. 2004; (1): 31-5.
- Polichetti G., Cocco S., Spinalia A., Trimarco V., Nunziata A., *Effects of particulate matter (PM10, PM2.5 and PM1) on the cardiovascular system*, Toxicology Toxicology 261 (2009) 1–8.
- Porta D., Narduzzi S., Badaloni C., Bucci S., Cesaroni G., Colelli V., Davoli M., Sunyer J., Zirro E., Schwartz J., Forastiere F., *Air Pollution and Cognitive Development at Age 7 in a Prospective Italian Birth Cohort*, Epidemiology 2016 Mar;27(2):228-36. doi: 10.1097/EDE.0000000000000405.
- Pyko A., Eriksson C., Oftedal B., Hilding A., Ostenson C.G., Krog N.H., et al. *Exposure to traffic noise and markers of obesity*, Occup Environ Med. 2015; 72:594–601.
- Quaroni S., Saracchi M., *Danni da ozono troposferico sulle colture erbacee estensive*, Regione Lombardia "Quaderni della ricerca" 2003 n.176; 24.
- Ranalli G., *Aerei e impatto ambientale*, (<https://www.facebook.com/notes/giuseppina-ranalli/aerei-e-impatto-ambientale/1052837974776686/>).
- Renaut J., Bohler S., Hausman J.F., Hoffmann L., Sergeant K., Ahsan N., Jolivet Y., Dizengremel P., *The impact of atmospheric composition on plants: a case study of ozone and poplar*, Mass Spectrom Rev. 2009 May-Jun;28(3):495-516.
- Reynolds P., Cone J., Layefsky M., Goldberg D.E., Hurley S., *Cancer incidence in California flight attendants (United States)*, Cancer Causes Control. 2002 May;13(4):317-24.
- Ristovska G., H.E. Laszlo, Hansell A.L., *Reproductive Outcomes Associated with Noise Exposure - A Systematic Review of the Literature*, Int J Environ Res Public Health. 2014 Aug; 11(8): 7931–7952.
- Risom L., Møller P., Loft S., *Oxidative stress-induced DNA damage by particulate air pollution*, Mutat Res. 2005 Dec 30;592(1-2):119-37. Epub 2005 Aug 8. Comment in: Mutat Res. 2006 Feb 22;594(1-2):201-2; author reply 199-200.
- Ritchie G., Still K.R., Alexander W.K., Nordholm A.F., Wilson C.L., Rossi J 3rd, Mattie DR., *A review of the neurotoxicity risk of selected hydrocarbon fuels*, J Toxicol Environ Health B Crit Rev. 2001 Jul-Sep;4(3):223-312.

- Ritchie G., Still K., Rossi J. 3rd, Bekkedal M., Bobb A., Arfsten D., *Biological and health effects of exposure to kerosene-based jet fuels and performance additives*, J Toxicol Environ Health B Crit Rev. 2003 Jul-Aug;6(4):357-451.
- Royal Commission on Environmental Pollution, *The Environmental Effects of Civil Aircraft in Flight*, Report (www.rcep.org.uk), 22 March, 2007. an-Jun; 15(1-2): 83-96.
- Sanlorenzo M., Wehner M.R., Linos E., Kornak J., Kainz W., Posch C., Vujic I., Johnston K., Gho D., Monico G., McGrath J.T., Osella-Abate S., Quagliano P., Cleaver J.E., Ortiz-Urda S., *The risk of melanoma in airline pilots and cabin crew: a meta-analysis*, JAMA Dermatol. 2015 Jan;151(1):51-8. doi: 10.1001/jamadermatol.2014.1077.
- Sayre Lawrence M., Perry G., Smith M.A., *Oxidative Stress and Neurotoxicity*, Chem. Res. Toxicol. 2008, 21, 172–188.
- Schifano P. Asta F., Dadvand P., Davoli M., Basagana X., Michelozzi P., *Heat and air pollution exposure as triggers of delivery: A survival analysis of population-based pregnancy cohorts in Rome and Barcelona*, Environ Int. 2016 Jan 4; 88:153-159. doi: 10.1016/j.envint.2015.12.013. [Epub ahead of print]
- Schlenker W., Reed Walker W., *Airports, air pollution, and contemporaneous health*, Working paper 17684 (<http://www.nber.org/papers/w17684>)
- Schmidt F.P., Basner M, Kroger G, Weck S, Schnorbus B, Muttray A, et al. *Effect of nighttime aircraft noise exposure on endothelial function and stress hormone release in healthy adults*, Eur Heart J. 2013; 34:3508–14.
- Schmidt F., Kolle K., Kreuder K., Schnorbus B., Wild P., Hechtner M., et al. *Nighttime aircraft noise impairs endothelial function and increases blood pressure in patients with or at high risk for coronary artery disease*, Clin Res Cardiol. 2015; 104:23–30.
- Schulz H., Harder V., Ibaldo-Mulli A., Khandoga A., Koenig W., Krombach F., Radykewicz R., Stampfl A., Thorand B., Peters A., *Cardiovascular effects of fine and ultrafine particles*, J Aerosol Med. 2005 Spring;18(1):1-22.
- Selander J., Bluhm G., Theorell T., Pershagen G., Babisch W., Seiffert I., Houthuijs D., Breugelmans O., Vigna-Taglianti F., Antonioti M.C., Velonakis E., Davou E., Dudley M.L., Järup L., HYENA Consortium. *Saliva cortisol and exposure to aircraft noise in six European countries*. Environ Health Perspect, 2009 Nov;117(11):1713-7.
- Sheffield P.E., Landrigan P.J., *Global climate change and children's health: threats and strategies for prevention*, Environ Health Perspect. 2011 Mar;119(3):291-8.
- Sigurdson A.J., Ron E., *Cosmic radiation exposure and cancer risk among flight crew*, Cancer Invest. 2004;22(5):743-61.
- Silman A.J., Howard Y., Hicklin A.J., Black C., *Geographical clustering of scleroderma in south and west London*, Br J Rheumatol. 1990 Apr; 29(2):93-6.
- Skolnick S.R., *Exposing airports' poison circles*, Earth Island Journal, Winter 2000-01. Vol.15, n.4 (<http://www.areco.org/ExpAir.pdf>).
- St Louis M.E., Hess J.J., *Climate change: impacts on and implications for global health*, Am J Prev Med. 2008 Nov;35(5):527-38.
- Stansfeld S., Berglund B., Clark C., Lopez-Barrio I., Fischer P., Ohrström E., Haines M.M., Head J., Hygge S., Van Kamp I., Berry B.F., *Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study*, Lancet. 2005 Jun 4-10; 365(9475): 1942-9.
- Stansfeld S., Hygge S., Clark C., Alfred T., *Nighttime aircraft noise exposure and children's cognitive performance*, Noise Health. 2010 Oct-Dec;12(49):255-62.
- Stansfeld S., *Airport noise and cardiovascular disease*, BMJ 2013;347: f5752.
- Stansfeld S., Clark C., *Health Effects of Noise Exposure in Children*, Curr Environ Health Rep. 2015 Jun;2(2):171-8.
- Stenzel J., Trutt J, *Flying Off Course: Environmental Impacts of America's Airports*, New York-Natural Resources Defense Council, October 1996 (www.nrdc.org).
- Stone V., Johnston H., Clift M.J., *Air pollution, ultrafine and nanoparticle toxicology: cellular and molecular interactions*, IEEE Trans Nanobioscience. 2007 Dec;6(4):331-40.
- Stuber N., Forster P., Rädcl G., Shine K., *The importance of the diurnal and annual cycle of air traffic for contrail radiative forcing*, Nature.2006 Jun 15; 441(7095): 864-7.
- Suades-Gonzalez E., Gascon M., Guxen M., Sunyer J., *Special Series: Developmental Exposures to Stressors and Prenatal Programming: PPTOX IV Air Pollution and Neuropsychological Development: A Review of the Latest Evidence*, Endocrinology. 2015 Oct; 156(10): 3473–3482.
- Sulej A.M., Polkowska Z., Namieśnik J., *Contamination of runoff water at Gdańsk Airport (Poland) by polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and polychlorinated biphenyls (PCBs)*, Sensors (Basel). 2011;11(12):11901-20.
- Sunyer J., Esnaola M., Alvarez-Pedrerol M., Forn J., Rivas I., López-Vicente M., Suades-González E., Foraster M., Garcia-Esteban R., Basagaña X., Viana M., Cirach M., Moreno T., Alastuey A., Núria Sebastian-Galles N., Nieuwenhuijsen M., Querol X., *Association between Traffic-Related Air Pollution in Schools and Cognitive Development in Primary School Children: A Prospective Cohort Study*, PLoS Med. 2015 Mar; 12(3): e1001792. Published online 2015 Mar 3. doi: 10.1371/journal.pmed.1001792.
- Szmigielski S., Sobiczewska E., *Risk of neoplastic diseases in conditions of exposure to power magnetic fields—epidemiologic investigations*, Med Pr. 2009;60(3):223-33.
- Tarantini L., Ronzini M., Apostoli P., Pegoraro V., Bollati V., Marinelli B., Cantone L., Rizzo G., Hou L., Schwartz J.,

- Bertazzi, P.A., Maccarelli A., *Effects of Particulate Matter on Genomic DNA Methylation Content and iNOS Promoter Methylation*, Environmental Health Perspectives vol.117, number 2, February 2009.
- Tesseraux I., Mach B., Koss G., *Aviation fuels and aircraft emissions. A risk characterization for airport neighbors using Hamburg Airport as an example*, Zentralbl Hyg Umweltmed. 1998 Jun; 201(2):135-51.
 - Tesseraux I., *Risk factors of jet fuel combustion products*, Toxicol Lett. 2004 Apr 1;149(1-3):295- 300.
 - [Thacher J.D.](#) et al., *Long-Term Exposure to Transportation Noise and Risk for Type 2 Diabetes in a Nationwide Cohort Study from Denmark*, [Environ Health Perspect.](#) 2021 Dec; 129(12): 127003.
 - The Royal Society and The Royal Academy of engineer, UK (2004). *Nanoscience and nanotechnologies. Recommendation 10 p. 95.* Available at www.royalsoc.ac.uk
 - Tikhonova G.I., *Epidemiological risk assessment of pathology development in occupational exposure to radiofrequency electromagnetic fields*, Radiats Biol Radioecol. 2003 Sep-Oct;43(5):559-64.
 - Touitou Y., *Evaluation of the effects of electric and magnetic fields in humans*, Ann Pharm Fr. 2004 Jul; 62(4): 219-32.
 - Tu R.H., Mitchell C.S., Kay G.G., Risby TH., *Human exposure to the jet fuel, JP-8*, Aviat Space Environ Med. 2004 Jan;75(1):49-59.
 - UCLA medical Center Santa Monica. *Airport Health Impact Assessment (HIA) A health-directed summary of the issues facing the community near the Santa Monica Airport.* Available at <http://www.aerohabitat.eu/uploads/media/SMOHIA.pdf>
 - Valerio F., Stella A., Daminelli E., *Identification of polycyclic aromatic hydrocarbons and benzene sources: the Genoa-Cornigliano experience*, Epidemiol Prev. 2005 Sep-Dec;29(5-6 Suppl):70-6.
 - Valesini G., Litta A., Bonavita M.S., Luan F.L., Purpura M., Mariani M., Balsano F., *Geographical clustering of scleroderma in a rural area in the province of Rome*, Clin Exp Rheumatol. 1993 Jan-Feb;11(1):41-7.
 - Van Cauter E., Spiegel K., Tasali E., Leproult R., *Metabolic consequences of sleep and sleep loss*, Sleep Med. 2008 Sep; 9 Suppl 1:S23-8.
 - Van Kempen E., Van Kamp I., Lebrecht E., Lammers J., Emmen H., Stansfeld S., *Neurobehavioral effects of transportation noise in primary schoolchildren: a cross-sectional study*, Environ Health. 2010 Jun 1; 9:25.
 - Vogiatzis K., *Airport environmental noise mapping and land use management as an environmental protection action policy tool. The case of the Larnaka International Airport (Cyprus)*, Sci Total Environ. 2012 May 1; 424:162-73.
 - Wayson R.L., Fleming G.G., Lovinelli R., *Methodology to estimate particulate matter emissions from certified commercial aircraft engines*, J Air Waste Manag Assoc. 2009 Jan;59(1): 91-100.
 - Westerdahl D., Fruin S.A., Fine P.L., Sioutas C., *The Los Angeles International Airport as a source of ultrafine particles and other pollutants to nearby communities*, Atmospheric Environment. Volume 42, Issue 13, April 2008, Pa - Zhou Y., Levy J.I., *Between-airport heterogeneity in air toxics emissions associated with individual cancer risk thresholds and population risks*, Environ Health. 2009 May 8; 8:22.
 - Zuurbier M., Lundqvist C., Salines G., Stansfeld S., Hanke W., Babisch W., Bistrup M.L., Van Den Hazel P., Moshhammer H., *The environmental health of children: priorities in Europe*, Int J Occup Med Environ Health. 2007; 20(3):291-307.

* * *

Sitografia di riferimento

Some sites

- www.aef.org.uk/uploads/Aircraft-Noise-and-Public-Health-the-evidence-is-loud-and-clear-final-reportONLINE.pdf
- www.aet.org.uk
- <http://www.applettrosmog.it/documenti/scientifici.html>
- www.airportwatch.org.uk
- www.areeurbane.ispraambiente.it
- <https://bioinitiative.org/>
- www.chooseclimate.org
- http://www.deplazio.net/it/rapporti/cat_view/36-rapporti-2012
- <http://www.deplazio.net/attivita/137-sera-italia-ccm-2010-studio-sugli-effetti-del-rumore-aeroportuale>
- <https://www.easa.europa.eu/eaer/>
- https://ec.europa.eu/environment/noise/directive_en.htm
- <https://ec.europa.eu/transport/sites/default/files/2019-aviation-environmental-report.pdf>
- <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe>
- <http://www.epi-air.it/>
- <http://www.escapeproject.eu/>
- <http://www.ehjournal.net/>

[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)
www.eurocontrol.int
<https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/publications/2018/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-2018>
https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentReport-2010/ICAO_EnvReport10-Ch1_en.pdf
<https://www.icao.int/Pages/default.aspx>
www.isde.it
www.ipcc.ch
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
<http://newsoffice.mit.edu/2010/airplane-emissions-0928>
<http://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/es101325r>
<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es401356v>
www.royalsoc.ac.uk
<https://stay-grounded.org/>
www.tyndall.ac.uk/
<https://www.tyndall.ac.uk/ideas-and-insights/edit>
www.transportenvironment.org/Pages/aviation/
www.wbs.ac.uk/news/finnair-found-to-be-cleanest-airline-in-new-study1/ges-3143-315