

10 ° Corso SEU in  
“Diritto, Economia e Politiche dell’Unione europea”

**La sostenibilità del settore aeronautico in Europa:  
Aeroporti, ambiente e salute: una convivenza difficile?**

Ricerca finale  
Valeria Papponetti

## INDICE

### INTRODUZIONE

pag. 1

### SEZIONE PRIMA: CAPITOLI I –V

<b>CAPITOLO I: La normativa europea nel settore dei trasporti</b>	<b>3</b>
1.1 Il concetto di sviluppo sostenibile applicato al trasporto aereo	4
1.2 L'integrazione delle politiche economiche settoriali nelle politiche ambientali	5
1.3 La promozione di un "livello di protezione elevato"	6
1.4 Le indicazioni dei Consigli europei	6
1.5 La convenzione di Chicago	8
1.6 La normativa europea	8
<b>CAPITOLO II: I sistemi aeroportuali europei</b>	<b>9</b>
2.1 La crescita economica del trasporto aereo europeo	9
2.2 Gli hub in Europa	10
2.3 Il distacco tra i miglioramenti tecnologici e la tutela ambientale	11
2.3.1 Un esempio storico: l'era-jet	11
2.3.2 Le congestioni aeree	12
2.4 La gestione e l'organizzazione dei sistemi aeroportuali in Europa	13
<b>CAPITOLO III: L'ambiente</b>	<b>14</b>
3.1 L'estensione geografica dell'impatto ambientale	15
3.2 I consumi e gli scarichi idrici	16
3.3 Le emissioni in atmosfera	16
3.3.1 L'inquinamento atmosferico	17
3.3.2 Il fenomeno del "fuel dumping"	18
3.3.3 Lo standard promosso dalla convenzione di Chicago	19
3.3.4 La struttura metodologica "LTO cycle"	20
3.4 I consumi energetici	21
3.4.1 Dati comparativi tra le diverse modalità di trasporto	21
3.4.2 Il "LTO cycle"	22
3.5 I rifiuti	22
<b>CAPITOLO IV: Il rumore</b>	<b>23</b>
4.1 Le emissioni acustiche	23
4.2 Il monitoraggio delle emissioni acustiche aeroportuali	24
4.3 Lo standard promosso dalla convenzione di Chicago	25
4.4 La legislazione europea	26
4.5 Gli approcci volti alla riduzione dell'inquinamento acustico	26

<b>CAPITOLO V: La salute pubblica</b>	<b>28</b>
5.1 La difficile valutazione dell'impatto sulla salute umana	28
5.2 L'inquinamento atmosferico	29
5.2.1 Le concentrazioni di sostanze inquinanti dannose alla salute	30
5.2.2 I sintomi di malattie respiratorie	31
5.2.3 I sintomi di malattie mortali	32
5.3 L'inquinamento acustico	33
5.3.1 I disturbi del sonno	34
5.3.2 I disturbi psicosociali transitori	34
5.3.3 I ritardi nello sviluppo cognitivo infantile	35
5.3.4 I sintomi di infermità grave	35
5.3.5 Gli effetti cumulativi	36

## **SEZIONE SECONDA: CAPITOLO VI E ALLEGATO**

<b>CAPITOLO VI: La metodologia</b>	<b>36</b>
6.1 Gli indicatori: definizioni e funzioni	37
6.2 I criteri per la definizione dell' "indicatore ideale"	38
6.3 Gli indicatori di salute ambientale	39
6.4 Le strutture metodologiche per l'utilizzo degli indicatori	39
6.4.1 Il modello PSR	40
6.4.2 Il modello DPSIR	41
6.4.3 Il modello DPSEEA	43

<b>ALLEGATO: Caso studio sull'aeroporto di Malpensa 2000</b>	<b>44</b>
1. Introduzione	44
2. Le tappe storiche che hanno condotto a Malpensa 2000	44
3. Il profilo di Malpensa 2000	45
4. Il territorio	46
5. L'inquinamento atmosferico	47
6. La salute pubblica	47
7. Il rumore ed i voli notturni	48

<b>CONCLUSIONI</b>	<b>49</b>
--------------------	-----------

## **TABELLE E GRAFICI**

## **BIBLIOGRAFIA**

## **INTRODUZIONE**

L'aviazione civile in Europa rappresenta un settore economico, sociale e strategico di notevole rilevanza ed interesse, il cui valore è andato accrescendosi rapidamente nel corso degli ultimi anni.

Tale affermazione conduce ad un duplice ordine di considerazioni.

In primo luogo, il trasporto aereo è considerato un elemento determinante del turismo internazionale, poiché agevola gli spostamenti di massa, alimenta gli scambi culturali e con essi i benefici sociali che ne derivano in termini di qualità della vita.

In secondo luogo, l'industria aeronautica costituisce una fonte indiscussa di benefici a livello di economia globale, poiché comporta un aumento considerevole nel reddito sia della popolazione che dello Stato. Ciò è vero soprattutto in relazione a quelle aree geografiche che in questo settore riconoscono la fonte primaria del loro benessere. Esso contribuisce inoltre a creare nuovi posti di lavoro, stimola la crescita e lo sviluppo.

In questo contesto, le scelte politiche e strategiche che sono alla base della gestione del trasporto aereo si basano su criteri di crescita economica di breve periodo; in altri termini, la valutazione dei costi e dei benefici economici che derivano dall'implementazione di una determinata politica rappresentano generalmente la priorità cui i decisori politici tengono conto.

Per lungo tempo, considerazioni quali lo sviluppo sostenibile e la tutela del patrimonio ambientale sono state trascurate o poste in second'ordine, così come l'impatto che le aree aeroportuali hanno sulla salute pubblica. In realtà, è indubbio che i sistemi aeroportuali nel loro complesso condizionano negativamente sia l'ambiente sia la qualità della vita delle popolazioni che vivono nelle loro vicinanze.

Ne consegue che l'accresciuto valore del trasporto aeronautico in termini economici è concorrente rispetto alla tutela della salute pubblica e alla protezione tanto del paesaggio ambientale circostante quanto alla gestione delle risorse naturali. Le politiche economiche sono infatti collegate da una relazione circolare alle politiche ambientali e sociali. Da un lato, le strategie economiche e settoriali incidono sullo stato dell'ambiente compromettendone le capacità rigenerative, dall'altro quest'ultimo determina la qualità della vita umana e le condizioni che a loro volta permettono lo svolgimento di determinate attività economiche.

La gestione delle problematiche ora presentate presuppone un impegno politico nazionale ed europeo di alto profilo. Il tema è molto complesso, in quanto caratterizzato da una concatenazione di cause ed effetti che non scaturiscono unicamente dall'impianto

aeroportuale in sé o dai movimenti degli aeromobili, ma anche dalle strutture ad esso collegate e che nel corso del tempo vengono ad aumentare tanto il valore economico dell'area quanto i rischi per l'ambiente e la salute pubblica.

Il rumore provocato dagli aeroplani in movimento, il rischio di incidenti degli stessi, l'inquinamento da kerosene sono fattori chiaramente correlati all'aeroporto ed alle sue molteplici attività. Il cambiamento del paesaggio limitrofo, l'inquinamento atmosferico, l'aumento del traffico sono al contrario caratteristiche tipiche di ogni centro industrializzato ed urbanizzato delle società contemporanee, seppure nelle vicinanze degli aeroporti assumano una loro specificità. Le conseguenze che i fattori sopra descritti hanno per la salute pubblica sono drammatiche, e nonostante solo raramente abbiano una incidenza tale da aumentare il pericolo di morte, sono causa di preoccupazione generale. L'aggravamento di asma, i disordini cardiovascolari, i disturbi del sonno, l'ansia e lo stress sono solo alcuni esempi delle condizioni di salute in cui versa parte della popolazione abitualmente sottoposta all'ambiente aeroportuale.

L'obiettivo generale del presente lavoro consiste nel mettere in luce quali relazioni esistano tra le tre variabili sopra menzionate: il sistema aeroportuale europeo, l'ambiente e la salute pubblica. Come si vedrà, i complessi rapporti tra loro esistenti delineano una struttura di condizionamenti reciproci e circolari che rende necessario in primo luogo delineare le caratteristiche proprie di ciascun insieme per fornire una chiave di lettura chiara.

La prima sezione della relazione assume pertanto essenzialmente una valenza descrittiva (capitoli I - V). Il capitolo I offre una necessaria panoramica delle indicazioni politiche e delle basi giuridiche che a livello europeo e internazionale indirizzano gli interventi in materia. Il rimando ad un quadro giuridico di riferimento è ritenuto imprescindibile, dal momento che da esso dipendono molte delle considerazioni che verranno espresse nelle pagine seguenti, nonché le strategie che a livello nazionale migliorano l'efficienza dei sistemi aeroportuali. I capitoli dal II al IV analizzano separatamente ognuna delle tre variabili e le rispettive caratteristiche, indicandone la crescita nel tempo o le componenti principali, in modo tale da fornire materiale utile ad una comprensione delle problematiche.

La seconda sezione della ricerca propone una guida sintetica all'insieme degli strumenti metodologici che in materia ambientale consentono il monitoraggio delle condizioni reali del sistema. L'obiettivo consiste quindi nel fornire un approccio pragmatico al tema della sostenibilità dell'aviazione civile in Europa. Il capitolo VI sviluppa il tema degli

indicatori come parametri attraverso i quali si realizza il monitoraggio dell'integrazione della variabile ambientale nel settore economico che qui ci interessa approfondire. L'utilizzo di tali parametri si avvale del supporto fornito da strutture metodologiche elaborate dall'Agenzia europea per l'ambiente e da altre organizzazioni internazionali. Ai fini della presente trattazione, la metodologia presentata offre lo spunto per una valutazione pratica e sperimentale dell'impatto ambientale generato dal sistema aeroportuale europeo che lasci eventualmente spazio a possibili indicazioni concrete sulle strategie da adottare per la promozione della sostenibilità.

La ricerca si conclude presentando, in allegato, un caso studio: l'impatto ambientale generato dall'Aeroporto di Milano Malpensa, che in Italia rappresenta, con l'Aeroporto di Roma Fiumicino, il principale scalo internazionale.

E' mio interesse sottolineare come questo lavoro tragga spunto dal progetto europeo: "Developing environmental health indicators for large airport systems in Europe"(1) a cui la Fondazione Eni Enrico Mattei di Milano (Feem) (2) si è dedicata nei mesi in cui ho svolto il mio tirocinio. Il progetto è finanziato dalla direzione generale Salute dell'Unione Europea e si pone l'obiettivo di individuare un framework di indicatori di salute ambientale che consentano di monitorare l'impatto locale che gli aeroporti europei di larghe dimensioni hanno sull'ambiente e sulla salute pubblica. Il carattere internazionale e multidisciplinare del progetto consente di confrontare diverse realtà aeroportuali (Amsterdam Schiphol (NL), London Heathrow (UK), Munich (D) e Milano Malpensa (I)) e di usufruire del contributo di differenti discipline e competenze.

Ciò in una prospettiva di gestione futura delle problematiche aeroportuali, nella speranza di limitarne le conseguenze negative in un processo che porti alla definizione di un sistema europeo di aviazione civile finalmente sostenibile.

## **CAPITOLO I: LA NORMATIVA EUROPEA NEL SETTORE DEI TRASPORTI**

In questo capitolo, che vuole essere un cappello al resto della trattazione, sarà posta in esame la posizione dell'Unione Europea nei confronti della promozione dell'ambiente applicata al settore dei trasporti. Ciò in quanto è ritenuto essenziale fornire una panoramica d'insieme degli sforzi sia legislativi sia politici che indirizzano (direttamente o indirettamente) la gestione delle problematiche connesse agli impatti locali generati dai sistemi aeroportuali. Conoscere la base giuridica e le indicazioni di massima

europee è pertanto imprescindibile per una corretta valutazione delle azioni e delle procedure che vengono applicate al fine di monitorare il labile rapporto esistente tra le aree aeroportuali, l'ambiente circostante e la salute pubblica.

### **1.1 Il concetto di sviluppo sostenibile applicato al trasporto aereo**

L'integrazione delle variabile ambientale e della salute pubblica nel settore dei trasporti, limitatamente all'aviazione civile ed alle correlate strutture aeroportuali, presuppone un impegno politico a diversi livelli. A livello europeo, questo approccio deve essere caratterizzato da un forte interesse alla cooperazione intersettoriale e dalla valorizzazione costante del principio di sviluppo sostenibile (1). Nell'ambito del tema che qui interessa approfondire, questo termine esprime la necessità di preservare il flusso di risorse naturali a cui il trasporto aereo attinge per il suo sviluppo economico al fine di garantire anche alle generazioni future il godimento di quelle risorse.

Uno sviluppo sostenibile presuppone quindi l'integrazione di tre variabili e la uguale salvaguardia di ciascuna di esse (2).

1. il dato economico, inteso, per quanto ci concerne, come il valore commerciale in termini di costi e benefici attribuito al settore del trasporto aereo;
2. il dato ambientale, ovvero l'insieme delle risorse naturali circostanti all'area aeroportuale cui quest'ultima attinge per lo svolgimento delle sue attività;
3. il dato sociale, col quale termine si fa riferimento all'impatto che le strutture aeroportuali hanno sulla qualità della vita e sulla salute pubblica delle popolazioni che risiedono nelle zone limitrofe all'area aeroportuale.

E' logico supporre che una soluzione ottimale delle problematiche comporta a fortiori il raggiungimento di un compromesso tra le tre variabili considerate, in modo da non compromettere irrimediabilmente né il sostegno che il settore del trasporto aereo europeo rappresenta per l'economia, né la capacità dell'ambiente di riprodurre le sue risorse perché generazioni future possano beneficiarne, né infine la salute ed il benessere fisico o psicologico delle popolazioni coinvolte. Il termine "compromesso" indica implicitamente che la salvaguardia del patrimonio naturale e della salute pubblica in un contesto di promozione del trasporto aereo europeo dipende necessariamente da adeguate politiche di integrazione. Non a caso a livello europeo si tende (a fatica, per la verità) a promuovere il concetto di trasporto "environmentally friendly" (3).

## **1.2 L'integrazione delle politiche economiche e settoriali nelle politiche ambientali**

L'importanza dell'integrazione tra le politiche ambientali e le politiche economiche e settoriali è stata riconosciuta ufficialmente per la prima volta dall' art.6 del trattato di Amsterdam, ai termini del quale "le esigenze connesse con la tutela dell'ambiente devono essere integrate nella definizione e nell'attuazione delle politiche e azioni comunitarie (...), in particolare nella prospettiva di promuovere lo sviluppo sostenibile". Sebbene le autorità ambientali possano formulare politiche che influenzano i più importanti settori economici, è ritenuto quindi più efficace ed efficiente che i decisori politici del settore dei trasporti tengano conto dell'ambiente quando formulano le loro strategie politiche. Questo approccio è conosciuto come "integrazione delle politiche economiche e settoriali nelle politiche ambientali" ed è il presupposto di ogni indirizzo di sviluppo sostenibile.

Il concetto di salute pubblica può ritenersi implicitamente menzionato dall'articolo 6 prima citato, dal momento che l'articolo 174 del trattato riconosce la protezione della salute umana come una delle priorità della politica comunitaria in materia ambientale (4). L'esigenza che sottostà al principio sopra esposto ha trovato la sua espressione sintetica nelle iniziative intraprese sia a livello europeo che nazionale per sviluppare accanto all'analisi dei costi economici anche i costi ambientali di una determinata attività.

Le azioni chiave attraverso le quali si realizza l'integrazione la dimensione ambientale e con essa la salute pubblica nella politica dei trasporti possono essere indicate come segue:

1. migliorare gli standard tecnici ambientali relativi alle emissioni di gas e da rumore;
2. rafforzare gli incentivi economici e regolamentari di mercato;
3. assistere le strutture aeroportuali nei loro sforzi verso la tutela ambientale;
4. produrre miglioramenti tecnologici di lunga durata (5).

Per ragioni di completezza, è importante ricordare come il settore dei trasporti sia uno dei cinque assi tematici lungo realizzare gli obiettivi del V programma comunitario di politica ed azione "Per uno sviluppo durevole e sostenibile" che copre il periodo 1992-2000. Il principio che informa il programma può sintetizzarsi nell'integrazione della variabile ambientale nei settori economici di maggior impatto, a testimonianza ulteriore del fatto che la conservazione del patrimonio ambientale passa necessariamente attraverso la revisione delle politiche economiche (6).



### **1.3 La promozione di un “livello di protezione elevato”**

La tutela dell'ambiente e della salute rientrano negli obiettivi primari che l'Unione Europea si prefigge, poiché entrambe le variabili sono considerate indici primari del benessere e del grado di sviluppo di uno Stato.

Per questa ragione, il Trattato non si limita a garantirne la salvaguardia, ma incoraggia esplicitamente l'adozione di misure volte a promuovere sia “un elevato livello di protezione dell'ambiente (art.2) sia “un elevato livello di protezione della salute umana” (art. 152). Dunque, il “miglioramento del tenore e della qualità della vita” (art.2) dei cittadini europei si realizza attraverso politiche di alto profilo ed impegno (sia europeo che nazionale) in cui l'integrazione costituisce lo strumento principale di implementazione e lo sviluppo sostenibile il fine ultimo cui tendere.

### **1.4 Le indicazioni dei Consigli europei**

Negli ultimi anni, a seguito delle crescenti preoccupazioni nei confronti dell'ambiente e della sua protezione e conservazione, diversi Consigli europei hanno sottolineato la necessità imperante di dissociare la crescita economica e lo sfruttamento delle risorse naturali, sottolineando con particolare attenzione le implicazioni di tale principio per il settore dei trasporti.

In questo ordine di idee, nel giugno del 1998 il Consiglio europeo di Cardiff invitò tra gli altri il settore dei trasporti ad avviare una strategia per promuovere l'integrazione della tutela ambientale nella politica di riferimento (7), al fine di promuovere lo sviluppo sostenibile. In risposta a tale richiesta, il Consiglio europeo dei Trasporti approvò, nella seduta dell'ottobre 1999, un piano di integrazione (8) la cui base giuridica era rappresentata dall'articolo 6 del trattato. La strategia fu successivamente realizzata da un gruppo di esperti provenienti dai ministeri dei Trasporti e dell'Ambiente degli Stati membri sotto la supervisione congiunta dei direttori generali dei Trasporti e dell'Ambiente dell'Unione Europea. Nel dicembre 2000, il Consiglio europeo di Helsinki approvò le strategie europee volte ad integrare la variabile ambientale nelle politiche economiche dei trasporti, dando così inizio ad una svolta nell'impostazione europea al tema. Il Consiglio di Helsinki decise inoltre una revisione della strategia per l'integrazione sulla base di rapporti redatti dalla Commissione a scadenza regolare con l'ausilio di relazioni presentate da esperti del settore.

In tale contesto si inserisce il rapporto presentato in data 26 settembre 2000 da un gruppo di esperti alla Commissione, che propone mezzi e strumenti per la definizione e l'implementazione di una strategia volta alla promozione dello sviluppo sostenibile nel settore dei trasporti (9).

Il team di esperti venne suddiviso in tre gruppi di lavoro ognuno dei quali produsse un proprio rapporto relativo alle seguenti tematiche:

1. la definizione del concetto di sviluppo sostenibile applicato al settore dei trasporti (10);
2. la definizione di misure rivolte al cambiamento climatico e ad altri aspetti di particolare rilievo per lo sviluppo sostenibile nella società contemporanea (11);
3. le esigenze proprie del settore dei trasporti e dei cambiamenti comportamentali (12).

Importanti conclusioni sono infine state raggiunte dal recente Consiglio europeo tenutosi a Göteborg nel giugno 2001. In tale sede, i capi di Stato e di governo degli Stati membri hanno concordato le linee guida della strategia per lo sviluppo sostenibile contenute nella comunicazione della Commissione, sottolineando, per quanto ci concerne, che il settore dei trasporti merita un'attenzione particolare quando si persegue l'obiettivo di rispettare l'ambiente. Particolare attenzione è stata rivolta inoltre allo sviluppo di una metodologia di indicatori ambientali. Il Consiglio europeo ha così infine invitato la Commissione a valutare l'attuazione della strategia per lo sviluppo sostenibile nella sua relazione di sintesi annuale, sulla base di una serie di indicatori principali che saranno concordati dal Consiglio in tempo utile per il Consiglio europeo che si terrà nella primavera del 2002.

Come si legge nelle conclusioni della presidenza del Consiglio europeo, "tali obiettivi dovranno essere perseguiti in un approccio globale che affronti le politiche economiche, sociali ed ambientali in modo sinergico, all'interno del quale ognuna delle tre dimensioni in oggetto sia tutelata in maniera soddisfacente per il contributo che arreca al benessere della collettività". Per questo motivo, il Consiglio europeo di Göteborg aggiunge alla strategia di Lisbona del marzo 2000 una terza dimensione, quella ambientale, e stabilisce un nuovo approccio alla definizione delle politiche (13).

## **1.5 La convenzione di Chicago**

Il settore del trasporto aereo è principalmente regolato da convenzioni adottate a livello internazionale. Il documento di riferimento che indirizza le scelte giuridiche e legislative dell'Unione europea nel progetto di gestione delle problematiche ambientali e di salute connesse al settore dei trasporti aerei è rappresentato dalla convenzione sull'aviazione civile internazionale dell'Organizzazione sull'aviazione civile internazionale (Icao) (14).

L'allegato 16 alla convenzione di Chicago infatti definisce i criteri atti a garantire la tutela ambientale nel settore del trasporto aereo. L'obiettivo generale di assicurare la massima compatibilità possibile tra lo sviluppo economico dell'aviazione civile ed una conservazione ottimale dell'ambiente umano si struttura attorno a due temi chiave:

1. il rumore, disciplinato dal volume I;
2. le emissioni atmosferiche, disciplinate dal volume II.

In riferimento ad entrambe le sezioni citate, la Convenzione di Chicago definisce gli standard internazionali cui conformarsi nel tempo per la realizzazione di risultati sostenibili.

## **1.6 La normativa europea**

Le regole elaborate dall'Icao rappresentano il quadro di riferimento dell'Unione europea per la emanazione della legislazione comunitaria. Di seguito sono forniti a titolo indicativo e non esaustivo gli estremi di alcuni atti legislativi di particolare rilievo adottati a livello comunitario, documenti che saranno richiamati nelle pagine seguenti come supporto giuridico ai temi di volta in volta trattati.

1. Direttiva 80/51/EEC del 20/12/1979 sulla limitazione delle emissioni acustiche provenienti dagli aerei subsonici (15).
2. Direttiva 89/629/EEC del 4 dicembre 1989 sulla limitazione delle emissioni acustiche provenienti dai aerei subsonici civili a reazione (16).
3. Direttiva 92/14/EEC del 2 marzo 1992 sui limiti di volo imposti agli aeromobili compresi nel volume I parte II, capitolo 2 dell'allegato 16 alla convenzione sull'aviazione civile internazionale, seconda edizione (1988) (17).
4. Proposta di direttiva del Consiglio, Com(97) 629 definitivo, sulle limitazioni delle emissioni di ossidi di azoto degli aerei subsonici civili a reazione (18).
5. Regolamento 925/99/EC del 29 aprile 1999 sulla immatricolazione e impiego nella Comunità di alcuni tipi di aerei subsonici civili a reazione che sono stati modificati o

ricertificati conformi alle norme del volume I, parte II, capitolo 3, dell'allegato 16 alla convenzione sull'aviazione civile internazionale, terza edizione (luglio 1993) (19).

6. Decisione 1296/99/EC del 29/04/99 del Consiglio e del Parlamento europeo che adotta un programma di azione comunitaria sulle malattie connesse con l'inquinamento nel contesto del quadro d'azione nel settore della sanità pubblica (1999-2000) (20).

7. Proposta di direttiva del Consiglio e del Parlamento europeo, Com(2000) 468 definitivo, relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale (21).

## **CAPITOLO II: I SISTEMI AEROPORTUALI EUROPEI**

Questa sezione vuole fornire un'analisi sintetica delle principali caratteristiche dell'aviazione civile in Europa.

Lo studio è rivolto al "sistema aeroportuale", con la cui espressione è inteso non solo l'aeroporto in se stesso, ma anche l'insieme delle diverse strutture ad esso connesse nonché le attività economiche che indirettamente concorrono alla sua operatività. Particolare attenzione è poi riservata ai cosiddetti hub, termine che descrive gli aeroporti di grandi dimensioni che raccolgono e smistano il traffico aereo di un vasto territorio e lo indirizzano verso destinazioni a medio e lungo raggio. La caratteristica principale degli hub consiste, quindi, nel fatto di rappresentare tanto per i passeggeri quanto per le merci il collegamento tra un aeroporto e la loro destinazione finale. Date le loro dimensioni nonché la loro importanza all'interno del contesto aeronautico europeo, essi rappresentano pertanto materiale privilegiato per la valutazione degli impatti sull'ambiente e la salute pubblica.

### **2.1 La crescita economica del trasporto aereo**

L'affermazione secondo cui il settore dell'aviazione civile in Europa riveste un ruolo determinante significa essenzialmente riconoscergli un ruolo di prim'ordine dell'economia degli Stati membri. Il trend di crescita che nelle ultime decine di anni ha elevato il trasporto aereo riconoscendogli un ruolo essenziale nel raggiungimento di un benessere collettivo di qualità elevata è giunto inaspettato ed ha costretto i decisori politici nazionali ed europei ad adeguare in maniera subitanea le loro politiche e strategie per far fronte ad esigenze in continua espansione (tabella A). La politica di liberalizzazione volta all'abbattimento delle

barriere tra gli Stati membri, necessaria alla realizzazione del mercato interno (1), ha coinvolto anche il settore del trasporto aereo, contribuendo indubbiamente al suo sviluppo economico. A ciò si possono aggiungere ragioni strutturali quali i nuovi modelli culturali imposti dalla società contemporanea, i flussi migratori che caratterizzano l'Europa in questo periodo storico, la crescita del reddito medio pro capite e l'elasticità della domanda, la diminuzione progressiva nel costo del trasporto aereo (2). Le pressioni a cui la maggior parte degli hub europei sono sottoposti giustifica pertanto la decisione di convogliare parte dei voli e delle attività su altri aeroporti nazionali che fungano da supporto. Se i Paesi Bassi sono l'unico Stato membro in cui l'attività del maggior aeroporto nazionale non ha subito un decremento operativo, le scelte strategiche degli altri Stati membri rispondono unicamente ad una logica di efficienza e ottimizzazione dei risultati. Resta pertanto indiscutibile il ruolo giocato dagli hub nel rispondere alla domanda europea di servizio.

Secondo i dati raccolti dall' Intergovernmental panel on climate change (Ippc), dal 1960 in poi il traffico passeggeri in Europa è cresciuto ad un tasso pari al 9% annuo (3), quasi 2,4 volte il tasso di crescita del prodotto nazionale lordo (Pnl), nonostante dal 1997 si sia rilevato un rallentamento che ha attestato il tasso di crescita intorno a valori pari al 5%. Si ritiene che ciò sia dovuto principalmente ad una stabilizzazione della domanda, anche se in proporzione rimane da sottolineare che l'espansione del settore aeronautico cresce comunque a tassi superiori al tasso di crescita del Pnl (4). Anche per quanto riguarda il traffico merci, che per l'80% è trasportato a mezzo di voli di linea, si registra lo stesso tasso di crescita esponenziale.

Sulla base di questi dati, si stima che il settore dell'aviazione civile, inteso come trasporto passeggeri, merci e aviazione militare, continui a crescere tra il 1990 ed il 2015 ad un tasso costante pari al 5% annuo, nonostante le variazioni regionali.

## **2.2 Gli hub in Europa**

A livello strutturale, in Europa un numero relativamente ristretto di compagnie aeree domina la scena servendo la complessa rete mondiale aeroportuale. Solamente quattro delle 20 maggiori compagnie aeree mondiali sono europee: Air France, British Airways, KLM e Lufthansa, come può notarsi dalle tabelle di seguito riportate (tabelle B e C). Uno studio condotto sulle dimensioni delle flotte aeree ha rivelato che la British Airways e la Lufthansa ricoprono rispettivamente la 8<sup>th</sup> e la 10<sup>th</sup> posizione in una classificazione su

scala mondiale, in cui la scena è dominata dalle compagnie aeree degli Stati Uniti (United Airlines e American Airlines) (Tabella D) (5).

Gli aeroporti di larghe dimensioni in Europa vantano diverse centinaia di migliaia di movimenti (atterraggi e decolli degli aerei) e qualche decina di milioni di passeggeri (arrivi, partenze e trasferimenti) ogni anno. Le tabelle (E-F-G) qui di seguito riportate mostrano la classificazione degli aeroporti europei in relazione al volo passeggeri, movimenti degli aerei e trasporto merci, in un contesto di comparazione internazionale fornito dall'Aviation Civil International (ACI). Questi dati vanno inoltre inseriti in una prospettiva di crescita nel medio e lungo periodo pari al 7% annuo (6). In ragione delle loro dimensioni, in Europa il primo posto è coperto dall'hub di London Heathrow (62,3 milioni di passeggeri), seguito rispettivamente da Frankfurt Rhein-Main (45,8 milioni), Paris Charles de Gaulle (43,6 milioni) e Amsterdam Schiphol (36,8 milioni).

### **2.3 Il distacco tra i miglioramenti tecnologici e la tutela ambientale**

Il concetto che qui preme sottolineare, e che sarà oggetto di un'analisi approfondita nelle pagine seguenti, consiste nel fatto che il settore dell'aviazione civile sta crescendo ad una velocità tale da rendere difficile apportare miglioramenti tecnologici adeguati in grado di limitare i danni ambientali alla fonte, secondo quel principio di prevenzione del danno ambientale che è tanto caro all'Unione Europea (7). Ciò significa che il distacco tra il tasso di crescita economica del settore ed il tasso di miglioramento delle tecnologie volte alla conservazione del patrimonio ambientale (e ciò che da esso consegue) è considerevole. Gli sforzi continui che negli anni passati hanno posto le basi per un'integrazione della variabile ambientale nelle politiche gestionali delle strutture aeroportuali rischiano pertanto di essere messi a repentaglio (8).

Si daranno di seguito due esempi atti a chiarire come la crescita subita dal settore del trasporto aereo in Europa sia causa potenziale di danni ambientali, almeno in assenza di adeguate risposte gestionali.

#### **2.3.1 Un esempio storico: l'era-jet**

Durante il decennio 1960-70 (la cosiddetta "era-jet"), l'efficienza annua nell'utilizzo dei carburanti indotta dall'introduzione di tecnologie avanzate nel settore aeronautico raggiunse un tasso di miglioramento pari al 6,5%. Tale tasso di crescita si attestò intorno

all'1,9% durante il ventennio 1980-2000, a seguito della non più sufficiente corrispondenza tra le tecnologie introdotte e la crescita repentina dell'aviazione civile.

In termini pratici quanto detto si traduce in un consumo attuale di carburante superiore al passato, una dispersione eccessiva e non necessaria di risorse naturali che non è controllabile dalle tecnologie ad oggi disponibili ed infine in un rischio maggiore per lo sviluppo sostenibile.

### **2.3.2 Le congestioni aeree**

La pressione crescente a cui l'aviazione civile è oggi sottoposta nel soddisfare la domanda globale di servizio aereo è sempre più spesso motivo di congestioni nei cieli e di ritardi negli orari di decollo e partenza degli aeromobili. Stante quanto dichiarato dai servizi del controllo traffico aereo per singoli aeroporti, le capacità orarie di movimento evidenziano una sopravvalutazione del sistema di gestione di pertinenza: il ritardo iniziale dalle periferie verso gli hub si somma così al ritardo accumulato in volo nelle aree terminali, ove il traffico viene deviato nelle ore di maggiore flusso per essere sequenziato in atterraggio.

E' stato calcolato che il totale di ore di volo che vengono sprecate ogni anno a causa di una inefficiente gestione del traffico aereo ammonta a 350.000 (9). Il 1999 è ricordato come l'anno che ha registrato il maggior numero di ritardi e congestioni aeree: il 30% delle voli interni all'area geografica europea hanno infatti subito un ritardo di almeno 15 minuti nel periodo tra marzo e luglio, e ancora nel mese di settembre. Il dato peggiore si è avuto nel giugno con un 37% di ritardi (10) (tabella H).

In termini ambientali, tale situazione si traduce in un maggior inquinamento dell'atmosfera a causa delle emissioni di inquinanti protratte nel tempo nonché in un ulteriore utilizzo di carburante durante le fasi di attesa al decollo o all'atterraggio. In caso di congestione, infatti, ad un aeromobile non è consentito seguire un percorso diretto verso la propria destinazione, poiché è obbligato a viaggiare all'interno di apposite aerovie, né può attendere disposizioni in economia per evitare dispersioni inquinanti.

Non è questa la sede opportuna per discutere dei possibili miglioramenti gestionali o degli incentivi economici cui le strutture aeroportuali dovrebbero ricorrere per adeguarsi agli standard europei e ottimizzare la loro resa ed efficienza. Si pensi, tuttavia, che un miglioramento minimale nella efficienza dei sistemi di gestione del traffico aereo (airport traffic management, Atm) potrebbe facilmente condurre ad un risparmio nel consumo di

carburante di portata sostanziale, tale da lasciare prevedere una riduzione nelle emissioni atmosferiche stimata tra il 6% e il 12% entro il 2020 (11).

Parimenti, la congestione ed i ritardi che la gran parte degli aeroporti europei sembrano non poter controllare è suscettibile di aumentare i rischi per la salute delle popolazioni che vivono nell'intorno dell'aeroporto, a seguito della esposizione prolungata al rumore degli aeromobili in movimento o in attesa del segnale di via libera dal servizio di controllo del traffico aereo.

Per queste ragioni, la natura insostenibile del settore dei trasporti aerei come si presenta oggi impone l'adozione di un programma di azione integrata che recuperi il distacco di cui sopra e si conformi ai dettami europei sanciti nel trattato e riveduti dalle periodiche riunioni dei capi di stato e di governo degli Stati membri. Il perseguimento di un simile obiettivo di integrazione comporta tuttavia il confronto con una realtà aeroportuale estremamente complessa, come di seguito analizzato.

## **2.4 La gestione e l'organizzazione dei sistemi aeroportuali in Europa**

L'offerta di trasporto aereo si compone di una complessa catena di servizi gestiti da una serie di soggetti indipendenti ed interdipendenti, parimenti responsabili della qualità globale del prodotto che viene fornito. Dal momento in cui un aeromobile esce dall'hangar di manutenzione fino al momento del suo decollo con il carico di passeggeri, bagagli e merci, nell'aeroporto si intrecciano molte attività che sono obbligate a rispettare una certa sincronia per poter poi convergere in tempi stabiliti al raggiungimento degli obiettivi di lavoro. Inoltre, esiste una pluralità di altri soggetti coinvolti nella gestione ed organizzazione dell'area aeroportuale, o che indirettamente concorrono a condizionarne l'efficienza.

In linea generale, è possibile individuare le seguenti categorie di soggetti coinvolti dall'attività di un sistema aeroportuale:

1. il controllore del traffico aereo e il personale di servizio a terra;
2. il gestore aeroportuale e le autorità/servizi aeroportuali;
3. le autorità nazionali, regionali e locali;
4. le compagnie aeree ed il personale di volo;
5. i passeggeri;
6. il personale tecnico responsabile della manutenzione degli aeromobili;



7. il personale impiegato in attività industriali connesse con l'attività dell'aeroporto (spedizioni, servizi di ristorazione e hotel, etc.);
8. la popolazione residente nelle vicinanze dell'aeroporto;
9. altri gruppi coinvolti.

Ognuna delle categorie menzionate svolge una attività specifica o copre un ruolo preciso nel sistema aeroportuale che è facilmente identificabile, nonostante non possano essere considerate delle realtà completamente autonome ed indipendenti le une dalle altre. Al contrario, la funzionalità dell'aeroporto e delle sue attività dipende in larga misura dall'interazione continua tra le stesse e dalla qualità delle relazioni che si instaurano di volta in volta su una base di scambi mutevoli e adeguati alle circostanze del caso. Garantire un efficace coordinamento impone a ciascun soggetto un elevato grado di performance ed, eventualmente, il rispetto di standard omogenei.

Se l'integrazione rappresenta la caratteristica primaria delle strutture aeroportuali, ne consegue che nella determinazione dell'impatto che le stesse hanno sull'ambiente e sulla salute pubblica concorrono in eguale misura un insieme eterogeneo di portatori di interesse ed attività economiche connesse. In particolare, si noti che la stessa popolazione la cui salute è così pesantemente condizionata dall'aeroporto figura tra i soggetti partecipanti alla sua funzionalità. E' logico supporre a questo punto come nel caso specifico si realizzi una sorta di struttura circolare in cui la popolazione che risiede nell'intorno aeroportuale copre due ruoli, l'uno attivo (in qualità di soggetto partecipante) e l'altro passivo (in qualità di soggetto su cui si riversano molti degli effetti nocivi dell'attività aeroportuale). Questo è sicuramente un aspetto da tenere in debita considerazione nell'impostazione della ricerca, e sarà oggetto di specifica attenzione nel capitolo pertinente.

### **CAPITOLO III: L'AMBIENTE**

L'insieme delle operazioni svolte all'interno di un sistema aeroportuale può variamente interagire con l'ambiente, dando luogo ad una serie eterogenea di impatti, come il grafico (grafico A) qui sotto riportato illustra in modo schematico. E' giunto ora il momento di focalizzare l'attenzione sulle interazioni tra il settore dei trasporti aerei e l'ecosistema circostante, al fine di valutare indirettamente la compatibilità del settore aeronautico con lo sviluppo sostenibile. Gli impatti saranno qui di seguito analizzati sia dal

punto di vista degli input di risorse naturali necessarie allo svolgimento dell'attività, sia dal punto di vista degli output emessi dalle medesime. L'approccio seguito nella raccolta e nell'analisi dei dati è impostato in modo tale da distinguere, per ogni componente del sistema ambientale, il contributo delle operazioni connesse ad attività di terra e quello fornito da operazioni connesse all'attività di volo. Infine, particolare attenzione sarà rivolta all'inquinamento atmosferico, relativamente al quale si sollevano la maggior parte delle questioni connesse con i danni ambientali aeroportuali.

### **3.1 L'estensione geografica dell'impatto ambientale**

I molteplici effetti negativi che le strutture aeroportuali hanno sul paesaggio ambientale circostante e sull'esaurimento progressivo delle risorse naturali crescono costantemente e irrimediabilmente. Sebbene il tema di questo lavoro sia circoscritto alla identificazione e valutazione dell'impatto che il settore del trasporto aereo ha a livello locale, è importante ricordare che i danni al patrimonio ambientale possono essere suddivisi in tre categorie geografiche, ognuna delle quali riveste un'importanza specifica e coinvolge un diverso insieme di sostanze inquinanti:

- 1.** A livello globale, il trasporto aereo contribuisce in modo sostanziale alla riduzione dello strato di ozono del pianeta e al propagarsi dell'effetto serra: le emissioni di inquinanti degli aeromobili ad elevate altitudini sono indubbiamente una causa primaria di questi fenomeni naturali. I problemi ora esposti hanno indubbiamente una valenza che trascende i confini geografici, poiché coinvolgono l'intero pianeta ovunque si trovi la sorgente inquinante ed impongono l'adozione di soluzioni internazionali (1).

- 2.** A livello regionale, il trasporto aereo contribuisce ad aumentare l'acidificazione, l'eutrofizzazione e la formazione di uno strato d'ozono troposferico, principalmente determinato dalle emissioni di inquinanti atmosferici a medie altezze.

- 3.** A livello locale, il settore aeronautico è in primo luogo fonte di danni per la salute della popolazione che risiede nelle vicinanze dell'area aeroportuale. L'inquinamento acustico e quello atmosferico generati dagli aeromobili in movimento e dal traffico stradale sono infatti una causa primaria del deperimento qualitativo della salute pubblica e dell'insorgere di danni sia fisici che psicologici.

Inoltre, le attività dell'aviazione civile si ripercuotono negativamente sull'ambiente circostante, sia per quanto attiene alla gestione insostenibile delle risorse naturali, sia per quanto riguarda la modificazione del paesaggio limitrofo. Si pensi, ad esempio,

all'erosione del suolo, alla perdita di biodiversità e alle drammatiche conseguenze per la sopravvivenze della flora e della fauna causate dall'espansione dei siti aeroportuali e delle strutture ad essi connesse (attività industriali, servizi turistici, reti stradali di collegamento con gli aeroporti).

Al fine di rendere molte delle tematiche in analisi più comprensibili, di seguito viene fornita una tabella (A) che enuncia quali siano gli "obiettivi di qualità ambientale" (2), ovvero i limiti massimi consentiti nell'utilizzo delle risorse naturali da parte del settore aereo perché sia possibile procedere lungo la definizione di un regime sostenibile sia dal punto di vista ambientale che sociale. Per ragioni espositive la tabella è inserita in questa sezione del lavoro, ma la sua portata si estende anche alla valutazione dell'impatto che il settore dell'aviazione civile (con particolare riferimento all'inquinamento acustico) ha per la salute pubblica.

### **3.2 I consumi e gli scarichi idrici**

L'acqua è l'elemento base fondamentale di ogni processi fisiologico e rappresenta l'alimento naturale indispensabile tanto per l'uomo quanto per gli animali e le piante. Come tale, questa importante risorsa naturale è sottoposta a molteplici usi all'interno del sistema aeroportuale, che ne limitano la capacità rigenerativa.

All'attività di volo sono associati i consumi idrici relativi all'uso dei servizi degli aeromobili.

Alle attività di terra sono associati i consumi di acqua per usi igienici e sanitari e per usi industriali; gli scarichi idrici provengono essenzialmente dal complesso delle attività svolte nell'area di attività.

Infine, l'ambiente idrico è sottoposto a altre forme di pressione, quali la canalizzazione delle acque superficiali, la impermeabilizzazione delle superfici, la produzione di quantitativi ingenti di acque reflue che devono essere raccolte e depurate prima di poter essere scaricate.

### **3.3 Le emissioni in atmosfera**

In prima analisi, le sostanze inquinanti che vengono emesse in atmosfera possono essere raggruppate in tre grandi categorie, a seconda della fonte dalla quale provengono:

1. emissioni da fonti mobili (attività di volo degli aeromobili, mezzi ausiliari di traino, sistemi di movimentazione dei bagagli) (3): il monossido di carbonio (CO); l'anidride carbonica o biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>); gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>); i composti organici volatili (Cov), cui fanno parte gli idrocarburi incombusti (HC) come il benzene, le polveri o i particolati (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>0,2</sub> a seconda delle dimensioni delle particelle che si disperdono nell'atmosfera); le particelle fuliginose e l'ozono (O<sub>3</sub>).
2. emissioni da fonti fissa (impianti industriali e centrali termiche, depositi di carburante) e attività di terra (compreso il traffico stradale e le reti autostradali associate alla struttura aeroportuale): oltre all'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>); gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>); gli idrocarburi (HC); le particelle fuliginose e i metalli pesanti; i clorofluorocarburi (CFC) ed il metano (CH<sub>4</sub>).
3. emissioni che hanno luogo dalla produzione di energia: oltre all'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) e le particelle fuliginose.

Più nel dettaglio, le emissioni di acido solforico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) derivano essenzialmente da operazioni di decapaggio, fosfatazione e sgrassamento svolte nelle officine centrali degli aeroporti. Le emissioni di monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>) provengono essenzialmente dal banco prova motori, come anche una parte considerevole di composti organici volatili (Cov). Una altra fonte rilevante di composti organici volatili (Cov) e di polveri totali è costituita da operazioni di sverniciatura e verniciatura nella manutenzione degli aeromobili. Emissioni di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) e vapore acqueo (H<sub>2</sub>O) originano dai combustibili fossili bruciati dai motori degli aeromobili in movimento.

### **3.3.1 L'inquinamento atmosferico**

Le emissioni da attività aeronautica che hanno un maggior impatto ambientale sono: il biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>), il vapore acqueo (H<sub>2</sub>O) e gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>). Negli ultimi anni, le emissioni di monossido di carbonio (CO), idrocarburi incombusti (HC) e smog (fumo e nebbie) sono diminuite considerevolmente, seppure non siano da sottovalutare ai fini dell'impatto sulla salute pubblica locale.

Esistono, infatti, precisi segnali nella direzione di un pericoloso procedere verso una situazione insostenibile dell'aviazione civile, come sottolinea il rapporto speciale Ippc sull'aviazione e l'atmosfera globale (4). Nell'ultimo decennio, le emissioni di CO<sub>2</sub> provenienti dal settore aereo sono passate da 82,4 milioni di tonnellate nel 1990 a 106,8

milioni nel 1997 (5), registrando un aumento percentuale lungo l'arco temporale considerato pari al 3,8% annuo. Si stima che esse cresceranno ulteriormente di un 3% annuo fino al 2015. Studi condotti dalla direzione generale dei Trasporti dell'Unione Europea hanno rilevato che nel 1995 il settore dell'aviazione civile era responsabile della maggior parte delle emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto ad altri mezzi di trasporto, come mostrato dalle tabelle B e C. Attualmente, il trasporto aereo è responsabile del 12% del CO<sub>2</sub> presente in atmosfera, cioè di quasi la metà delle emissioni imputabili al settore dei trasporti (complessivamente considerato) in Europa (26%).

Questi dati sono allarmanti, se si considera che nel periodo 1990-1996 le emissioni totali di NO<sub>x</sub> dovute ai trasporti sono diminuite del 12%, e le emissioni di Cov sono decresciute del 24%. Infine, gli aeromobili producono circa il 2-3% delle emissioni totali di NO<sub>2</sub> derivanti da attività umana e il 2,5% delle emissioni di CO totale prodotto dalla combustione di carburanti fossili.

Ciò porta a concludere che sull'aviazione civile pesa la maggiore responsabilità per quanto riguarda l'inquinamento atmosferico, e poco importa che nel complesso le emissioni di due dei principali inquinanti, CO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>, non abbiano registrato miglioramenti negli altri settori di trasporto su strada (6). Le nefaste conclusioni fornite dall'International panel on climate change sono pertanto confermate dai dati.

### **3.3.2 Il fenomeno del “fuel dumping”**

In materia di inquinamento atmosferico, riveste un particolare interesse il fenomeno del “fuel dumping”, ovvero il rilascio di carburante in volo a causa di situazioni di emergenza, necessario per alleggerire il peso degli aeromobili e consentire quindi un atterraggio in tutta sicurezza.

È logico supporre che le conseguenze per l'ambiente siano decisamente gravi data l'ingente quantità di carburante bruciato in eccesso. In realtà, le emissioni atmosferiche conseguenti a questa eccezionale circostanza dipendono largamente dalle condizioni meteorologiche presenti al momento dell'accadimento. Il verificarsi di questa situazione è considerata causa di inquinamento del suolo e delle acque; ciò nonostante, il rilascio di carburante avviene in genere a parecchie migliaia di metri di altitudine, ad altissime velocità ed in un arco temporale molto ristretto. Per queste ragioni la conseguenza più probabile è una dispersione dell'inquinamento su una area decisamente molto estesa non suscettibile pertanto di creare vere e proprie contaminazioni. Il tema, tuttavia, è curioso per

le incertezze che solleva in capo agli esperti e per la sua così diretta dipendenza da questioni atmosferiche.

### **3.3.3 Lo standard promosso dalla convenzione di Chicago**

Il volume II dell'allegato 16 alla convenzione di Chicago stabilisce uno standard per il controllo delle emissioni atmosferiche dannose all'ambiente e alla salute umana e, in aggiunta, definisce un sistema di certificazione dei motori degli aeromobili.

In particolare, sono stati stabiliti i limiti massimi per le emissioni di quattro categorie di sostanze inquinanti considerate particolarmente nocive:

1. gli ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ );
2. il monossido di carbonio (CO);
3. gli idrocarburi incombusti (HC) prodotti dai motori di nuova fabbricazione;
4. lo smog.

Come può desumersi dal grafico B, i nuovi standard internazionali (che sono operativi dal 1996) impongono limiti molto severi, soprattutto per quanto riguarda gli idrocarburi incombusti (HC).

La tabella D che segue elenca i target internazionali cui l'Unione Europea e ciascuno Stato membro devono conformarsi al fine di contribuire alla riduzione di emissioni inquinanti in atmosfera. Gli standard sono rivisitati periodicamente sulla base di analisi empiriche condotte sullo stato dell'ambiente; da ciò dipendono le differenze che possono riscontrarsi tra gli obiettivi di lungo termine stabiliti in una sede piuttosto che in un'altra. Inoltre, il richiamo a convenzioni internazionali adottate per far fronte ai problemi causati dall'inquinamento transfrontaliero è utile anche per quanto riguarda gli impatti locali: i criteri di riduzione delle emissioni stabiliti dalle Nazioni Unite di concerto con il Comitato economico per l'Europa, infatti, gettano luce anche sulle misure da adottare per tutelare la comunità e l'ambiente locali (7).

La realizzazione degli obiettivi di sostenibilità promossi a livello internazionale prevede due fasi distinte:

1. la prima fase, già conclusa, in base alla quale i moderni aeromobili sono molto più efficienti dei loro predecessori. Le emissioni di HC sono ridotte dell'80%, quelle di CO del 60% mentre le emissioni di  $\text{NO}_x$  mostrano solo una leggera tendenza alla diminuzione progressiva;

2. la seconda fase coinvolgerà, pertanto, soprattutto le emissioni di NO<sub>x</sub>, mantenendo costanti i livelli raggiunti per quanto riguarda le altre sostanze inquinanti esaminate.

### **3.3.4 La struttura metodologica “LTO cycle”**

Dal punto di vista metodologico, la struttura di riferimento per la valutazione degli standard di emissione degli aeromobili è rappresentata dal ciclo di decollo e atterraggio degli aeromobili (il “landing take-off cycle” o “LTO”, così definito dall'Icao) (8).

In base a questa struttura di riferimento, nella definizione di quali siano le sostanze inquinanti a maggior impatto ambientale si considerano le diverse fasi del movimento di un aeromobile: decollo, salita, crociera, avvicinamento e atterraggio. I fattori di emissione sono espressi come percentuale dell'emissione corrispondente a quella di massima spinta e la stima dell'emissione si ottiene dal prodotto tra il fattore di emissione ed il consumo di combustibile. In questo schema, ad ogni fase corrisponde una diversa tipologia di emissioni provenienti da diverse sostanze: ad esempio, circa il 75% delle emissioni inquinanti vengono emesse durante la fase di crociera nella troposfera e bassa stratosfera (10-12 Km). È in questa fase che si possono registrare alte concentrazioni di NO<sub>x</sub>, CO e HC. Durante le fasi di decollo e salita, al contrario, le concentrazioni di NO<sub>x</sub> e PM<sub>10</sub> sono molto alte, mentre decrescono le emissioni di CO e HC emesse: quest'ultime prevalgono invece durante la fase di attesa e rullaggio. Si tornerà a parlare del ciclo LTO nel paragrafo dedicato ai consumi energetici.

In ultimo, è logico che una delle variabili da considerare nella valutazione della sostenibilità di un aeromobile (sia per quanto attiene all'inquinamento atmosferico che acustico) è l'età del veicolo stesso: i modelli di recente immatricolazione rispondono in genere a requisiti tecnologici ed efficienza di gran lunga superiori. I dati raccolti da Alitalia e riassunti nella tabella E sembrano essere soddisfacenti: l'età media delle maggiori flotte europee è infatti di poco inferiore ai 10 anni. Ciò lascia presumere che la qualità degli aeromobili europei sia buona e che inoltre il loro livello tecnologico risponda ai criteri di sostenibilità.

Tuttavia, nonostante i considerevoli sforzi a livello sia internazionale che europeo, la qualità dell'ambiente nell'intorno aeroportuale rimane drammatica (tabella F). La preoccupazione maggiore deriva, infatti, non tanto da un aumento nei consumi, giustificabile in base all'accresciuto valore economico che interessa in settore del trasporto aereo in questi anni, quanto dalla mancata corrispondenza di adeguati sistemi di gestione

che consentano un utilizzo sostenibile delle risorse stesse. Qualche segnale di miglioramento è comunque indubbio: in termini di consumo di carburante, i moderni aerei subsonici sono il 70% più efficienti dei loro predecessori (9).

### **3.4 I consumi energetici**

All'attività di volo degli aeromobili è associato il consumo di carburante, il quale, oltre ad alimentare i motori, è utilizzato per assicurare a terra l'approvvigionamento di energia elettrica necessaria al funzionamento della strumentazione di bordo e dei servizi d'illuminazione e condizionamento delle cabine degli aeromobili.

Nelle attività di terra viene utilizzata energia elettrica per i più diversi servizi, metano e gasolio per l'alimentazione delle centrali termiche dell'area tecnica e carburante per i parchi automezzi. Infine, il kerosene è principalmente impiegato per la manutenzione degli aeromobili, ma può essere riciclato per il funzionamento delle centrali termiche delle aree tecniche.

#### **3.4.1 Dati comparativi tra le diverse modalità di trasporto**

La tabella G delinea il consumo energetico nel settore dei trasporti in un'ottica di comparazione tra le diverse modalità, al fine di sottolineare quale sia il ruolo giocato dall'aviazione civile. Si nota l'aviazione civile ha consumato nel 1997 ben 36 milioni di tonnellate di carburante (seconda solo al trasporto su strada). Inoltre, l'aeronautica civile in Europa consuma circa il 12% delle risorse energetiche utilizzate dall'intero settore dei trasporti. Tra il 1990 ed il 1997 l'aviazione civile ha aumentato il consumo di carburante di un 3,8% annuo, attestandosi, in un'ottica di crescita comparativa, al primo posto nell'utilizzo di questa materia prima rispetto agli altri settori di trasporto considerati.

Infine, al settore aereo è riconosciuto un consumo di combustibile del 2-3% rispetto a tutti gli altri tipi di impieghi. Di questi, circa l'80% deriva da impieghi civili con un prevedibile aumento di circa il 70% attuale, se si ipotizza un incremento del traffico aereo del 260% alla fine del 2050 (10).

Per quanto riguarda il consumo di carburante, l'aviazione civile dipende interamente dall'utilizzo di petrolio a basso contenuto di zolfo. L'intero settore attinge al 20-25% delle risorse totali disponibili, pari ad un 12%, rispetto al 75% consumato dal trasporto su strada. Nel corso degli ultimi trenta anni il settore aereo ha complessivamente raddoppiato



la sua efficienza: i miglioramenti ulteriori attesi lasciano prevedere una riduzione ulteriore delle emissioni pari al 3%, in rapporto ad una crescita nel traffico aereo futuro del 5% (11). Il grafico C fornisce una sintetica rappresentazione del consumo di carburante associato a diversi modelli di aeromobili durante la fase di crociera.

### **3.4.2 Il “LTO cycle”**

Il ciclo standard LTO, sopra menzionato, è utile anche nella definizione del consumo energetico degli aeromobili. Come già visto, esso prevede quattro fasi di durata prefissata (atterraggio, decollo, salita e movimento) a cui corrispondono potenze erogate dal motore predefinite e consumi di combustibile caratteristici per ogni motore. Ne consegue la possibilità di stimare l’impatto ambientale conseguente al movimento degli aeromobili e al consumo di carburante (tabella H). La fase di decollo è sicuramente quella durante la quale si registra una maggior dispersione di carburante, dato che la potenza erogata dal motore è del 100%. D’altra parte, si tratta anche di una fase che ha una durata temporale relativamente breve: circa 0,7 minuti. Una combinazione tra questi due elementi lascia prevedere un bilanciamento tra potenza e tempo tale da limitare i danni ambientali, anche se è indubbio che il rilascio di carburante (comunque ingente) sia una causa primaria dell’inquinamento atmosferico.

## **3.5 I rifiuti**

La produzione di rifiuti trae origine dall’insieme delle attività che operano all’interno di un sistema aeroportuale.

In riferimento alle attività di volo, si tratta per lo più di imballaggi e rifiuti organici dalle attività di catering, di packaging seguenti la vendita di prodotti a bordo nonché di rifiuti provenienti dai servizi e dalla pulizia delle cabine.

Le attività di terra sono causa della produzione di rifiuti speciali, siano essi pericolosi (oli ed emulsioni oleose provenienti dalle attività di manutenzione degli aeromobili) o non pericolosi (gli assimilabili ai rifiuti urbani); rifiuti sanitari e materiali edili, entrambi contenenti amianto.

## **CAPITOLO IV: IL RUMORE**

Prima di addentrarci nel tema in analisi, esiste una importante distinzione da farsi a livello terminologico. Con il termine suono, si fa riferimento all'effetto di vibrazioni originate da una sorgente specifica successivamente da questa propagate in un mezzo solido, liquido o gassoso che ne consente la trasmissione sotto forma di onde sonore. La velocità di propagazione delle onde sonore nell'atmosfera dipende da numerosi fattori, quali la densità e la temperatura dell'aria (1).

Il rumore è costituito dall'insieme dei suoni che risultano indesiderati perché di intensità eccessiva, fastidiosi o improvvisi.

Soprattutto nei paesi industrializzati, che hanno una forte intensità di traffico, il rumore è considerato un fattore nocivo che incide considerevolmente sulla qualità della vita. Benché il grado di disturbo acustico dipenda largamente da fattori psicologici, sociologici ed individuali, non si devono sottovalutare gli effetti sulla salute umana connessi con livelli di rumore costantemente elevati. Ciò è particolarmente vero in situazioni quale è il caso delle zone circostanti alle aree aeroportuali. Il rumore generato dagli aeromobili è caratterizzato da una successione di eventi distinti intervallati da attimi di quiete, vibrazioni a bassa frequenza e brevi ma di intensa durata. Un'altra sorgente di inquinamento acustico è rappresentata dal traffico stradale, che si presenta contraddistinto da livelli acustici costanti e che si protraggono per lungo tempo.

Dati questi presupposti, si noti che le emissioni acustiche si diffondono sensibilmente lungo una superficie relativamente vasta, diversamente dalle emissioni atmosferiche, che, come fattore di pressione ambientale, assumono importanza solo nel sito aeroportuale e nelle sue immediate vicinanze.

### **4.1 Le emissioni acustiche**

Le emissioni acustiche provengono sia dagli aeromobili in movimento (sia in volo che a terra), sia dalle operazioni di terra che hanno luogo nell'aeroporto e nelle aree industriali ad esso collegate. Le attività il cui impatto è maggiormente significativo sono sicuramente quelle legate alle prove dei motori degli aeromobili e ai loro movimenti. Tuttavia, su tali operazioni, nonché sulla modalità del loro svolgimento, incidono anche i comportamenti dei soggetti preposti allo svolgimento delle suddette attività aeroportuali. Le attività di atterraggio e decollo in particolare generano picchi di rumore che hanno una breve ma intensa durata.

Anche per quanto concerne questo tema, gli avanzamenti tecnologici hanno prodotto dei miglioramenti nel corso degli ultimi anni: gli aeromobili di nuova generazione sono infatti normalmente 20 decibel (dB) più silenziosi rispetto a quelli in uso trenta anni fa: ciò equivale ad una riduzione dell'inquinamento acustico aeronautico pari al 75%. In altri termini, solo l'1% delle emissioni sonore registrate provengono dai moderni veicoli, che comunque subiscono ancora la concorrenza di aeromobili meno efficienti dal punto di vista tecnologico ma ancora in uso nei cieli europei (2).

Nonostante inoltre i continui sforzi tecnologici volti a migliorare la qualità delle flotte aeree, si stima che l'inquinamento acustico come fattore di pressione ambientale sia suscettibile di aumentare ulteriormente nei prossimi anni, e sia tale da causare, come effetto a catena, ulteriori congestioni e dispersioni di combustibile nell'atmosfera. Seppur sembri possibile ridurre le emissioni sonore provenienti dagli aeromobili attraverso l'introduzione di valori limite e il loro graduale abbassamento, il contemporaneo aumento del traffico aereo e stradale ad esso connesso ha soltanto concesso una riduzione dell'impatto e non una sua definitiva scomparsa. Il crescente numero di reti stradali connesse all'operatività del sistema aeroportuale e l'incremento nella produzione di aeromobili di nuova immatricolazione fa prevedere un ulteriore aumento delle fonti inquinanti (3).

#### **4.2 Il monitoraggio delle emissioni acustiche aeroportuali**

A livello mondiale non c'è uniformità circa i sistemi di misurazione del rumore aeroportuale. Per quanto riguarda in particolare l'indice del rumore nel lungo periodo, la cui funzione consiste nell'esprimere con un singolo numero il disturbo totale arrecato dagli aeromobili in una zona determinata, il sistema più utilizzato a livello europeo sono i seguenti:

1.  $L_{EQ}$  : livello acustico equivalente (equivalent continuous sound level). Si riferisce ad uno livello di estensione acustica protratta nel tempo;
2.  $L_{DN}$  : livello acustico giornaliero medio (day-night average noise level) (4);
3.  $L_{VA}$  : livello di valutazione aeroportuale , ovvero l'indice che descrive la quantità di rumore aeronautico rilevato nel corso delle 24 ore giornaliere.

I livelli di inquinamento acustico sono misurati in Decibel (Db). Per delimitare le zone interessate da livelli di rumore prestabiliti ci si avvale dell'ausilio di una carta topografica sulla quale sono indicati il sistema aeroportuale e le aree residenziali

interessate. Si costruiscono così le curve isofoniche, ovvero le linee che congiungono i punti geografici in cui si registra lo stesso livello di rumore. La definizione delle linee isofoniche permette di delimitare le aree geografiche a seconda dell'inquinamento acustico misurato.

### **4.3 Lo standard promosso dalla convenzione di Chicago**

In ambito internazionale, la riduzione delle emissioni sonore provenienti dagli aeromobili viene perseguita tenendo conto di fattori ambientali, della realizzabilità tecnica e delle conseguenze economiche dei relativi provvedimenti.

L'allegato 16, volume I, parte II della convenzione di Chicago (terza edizione, luglio 1978) stabilisce uno standard di certificazione acustica cui devono essere conformi tanto gli aeromobili esistenti quanto quelli di nuova generazione; inoltre, propone delle linee guida per definire misure volte alla riduzione dell'inquinamento acustico prodotto all'interno dei sistemi aeroportuali (5). Ai fini della valutazione degli effetti acustici causati dai movimenti degli aeromobili, è comune, pertanto, considerare l'evoluzione delle flotte aeree negli anni, secondo la classificazione contenuta nella convenzione di Chicago.

In estrema sintesi, si possono distinguere tre gruppi di aeromobili.

Gli aerei classificati come "Capitolo I" (Caravelle, Boeing 707) non possono più operare nell'Unione Europea; gli aerei inclusi nel "Capitolo II" (per esempio il Boeing 727 degli anni Sessanta, i primi modelli del Boeing 737 degli anni Ottanta e il modello McDonnell Douglas DC-9) sono in phase out dall'aprile 1995 e saranno interdetti dai cieli europei a partire dall'aprile del 2002; da questa data in poi potranno circolare solo gli aerei compresi nel "Capitolo III" (Airbus 320-200) oltre agli aeromobili di nuova immatricolazione: i Supersonici ed i Concorde.

Ad ogni gruppo di aeromobili corrisponde un diverso livello di rumorosità; in particolare, per ogni categoria è stato previsto un miglioramento nella riduzione delle emissioni acustiche pari al 50% rispetto agli aeromobili compresi nella categoria precedente (6) (tabella A). Ad esempio, un aeromobile modello Boeing 727 produce, in fase di decollo, una impronta sonora di oltre 14 Km<sup>2</sup>; al contrario, un aeromobile del terzo gruppo, come un A320, produce una impronta sonora di soli 1,55 Km<sup>2</sup>. Si vedano le tabelle B e C per una valutazione dello stato di conformazione europea ai dettami degli standard di classificazione promossi dall'Icao e per comprendere quale sia la tipologia di aeromobili in uso nei cieli dell'Unione Europea.

#### **4.4 La legislazione europea**

La direttiva 80/51/EEC del Consiglio sulla limitazione delle emissioni sonore degli aeromobili subsonici si conforma allo standard internazionale sancito dall'Icao, richiedendo, per l'immatricolazione di un aeromobile, il possesso di requisiti comparabili a quelli stabiliti dall'allegato 16 della convenzione di Chicago.

In base alla direttiva 92/14/EEC, gli aeroporti degli Stati membri possono essere utilizzati soltanto da aerei subsonici civili a reazione che siano dotati di motore con coefficiente di diluizione inferiore a 2, oppure siano conformi a quanto sancito dal Capitolo 3 della Convenzione sopra citata, oppure ancora non siano in funzione da più di 25 anni. La stessa statuisce inoltre che gli aeroplani compresi nella lista indicata in allegato alla convenzione di Chicago saranno banditi dai cieli europei dopo l'aprile 2001. Alle compagnie aeree la cui attività risulterebbe seriamente compromessa da tali disposizioni è concessa una deroga non superiore ai tre anni per conformarsi definitivamente agli standard internazionali ed è inoltre prevista una deroga temporanea a scopo di conversione tecnica degli aeromobili o per la sostituzione di quelli di interesse storico. Comunque sia, nessuna compagnia aerea può essere obbligata a ridurre il suo parco aerei in misura annua superiore al 10%.

#### **4.5 Gli approcci volti alla riduzione dell'inquinamento acustico**

Gli sforzi sia internazionali che europei in questo settore sono principalmente rivolti a ridurre alla fonte i danni causati da elevate esposizioni sonore, attraverso, ad esempio, la progettazione di aeromobili meno rumorosi. Nonostante il linea teorica sia questa l'opzione preferita dall'Unione Europea nella gestione dell'inquinamento acustico, nel concreto si tende a seguire un approccio più moderato, caratterizzato da una combinazione dei seguenti aspetti:

1. riduzione del danno alla fonte, attraverso l'abbattimento delle emissioni sonore degli aeromobili e la definizione di metodi di standardizzazione dei metodi di rilevamento;
2. riduzione del disturbo causato dal rumore attraverso una netta separazione geografica tra aree residenziali e aree di attività industriale ed aeroportuale;
3. adozione di misure di protezione passiva, come ad esempio la costruzione di barriere fonoassorbenti o di impianti di sonorizzazione acustica nelle aree residenziali limitrofe agli aeroporti.

La normativa di riferimento indica inoltre le seguenti procedure tecniche per minimizzare gli effetti all'ambiente dalle emissioni acustiche associate alle operazioni di movimento degli aeromobili:

1. "procedura tecnica antirumore" (noise abatement technique procedure), la quale identifica un preciso profilo verticale e non modificabile di volo che deve assicurare un grado minimo di salita, al fine di evitare eventuali "ostacoli virtuali" (cosiddetti "di separazione") dalla pista di volo sino a 900 metri di altezza;
2. "procedura antirumore di percorso" (noise abatement routing), consistente nella proiezione a terra del profilo verticale di volo (sopra descritto) seguito dall'aeromobile in fase di decollo sino al superamento dei 900 metri di altitudine dal suolo. La sua estensione, che varia al variare della temperatura, della pressione e del vento, è normalmente parte integrante della funzione iniziale di una rotta di partenza (7).

Nel rispetto delle popolazioni che risiedono in zone limitrofe, tali procedure consentono di ridurre l'impatto causato dagli aeromobili, modificando le proiezioni dei profili al suolo. Ciò in quanto, superata la soglia minima di 900-120 metri di altitudine, che è raggiunta in percorso rettilineo durante il decollo, un veicolo può cambiare direzione per evitare il sorvolo di una determinata area, limitando pertanto gli effetti sulla detta area.

Nella maggioranza degli hub europei esistono delle particolari procedure di atterraggio e decollo (special flight routes: sfr's), volte ad evitare per quanto possibile il sorvolo dei centri abitati da parte degli aeromobili, oppure a consentirlo solo a determinate altezze. In altri casi, è previsto un sistema di monitoraggio (flight track monitoring: ftm's) per controllare il rispetto di dette rotte da parte dell'aeromobile (8). Indichiamo di seguito (tabella D) le varie procedure antirumore adottate a livello dei maggiori aeroporti europei per far fronte all'inquinamento acustico ed ai relativi danni alla salute pubblica che saranno trattati nel capitolo seguente. Come si può notare, le misure adottate dai vari Stati membri sono assolutamente disorganizzate tra loro e, ciò che importa, impongono limiti di poco rilievo per la regolamentazione dei voli notturni.

In effetti, Il coprifuoco assoluto al volo notturno è applicato in Europa solo nel Lussemburgo. Per quanto riguarda l'Italia e l'esperienza di Milano Malpensa, si rimanda alle informazioni contenute nell'allegato.

## **CAPITOLO V: LA SALUTE PUBBLICA**

Il benessere fisico di una popolazione è un importante parametro del grado di sviluppo raggiunto da una data società, in quanto concorre alla definizione del suo progresso sia economico sia sociale. Inoltre, esso è un prerequisito fondamentale per il raggiungimento di uno sviluppo sostenibile, se si considera che una crescita durevole e continuata poggia necessariamente anche sulla disponibilità di forza lavoro. Le implicazioni ambientali connesse con lo sviluppo e la gestione dei siti aeroportuali in Europa sono pertanto di estrema rilevanza per la collettività direttamente coinvolta dal traffico aeronautico e stradale a quest'ultimo collegato.

Ai fini della presente ricerca, le questioni ambientali che sono considerate per l'impatto che hanno sulla salute pubblica sono l'inquinamento atmosferico e l'inquinamento acustico.

### **5.1 La difficile valutazione dell'impatto sulla salute**

L'Organizzazione mondiale della sanità (Oms) ha stabilito alcuni criteri atti a valutare la relazione esistente tra le sostanze inquinanti immesse nell'atmosfera e la salute pubblica. In sintesi, ecco gli estremi:

1. "il livello del minimo effetto osservato", attraverso il quale si definisce la soglia al di sotto della quale non si osserva alcun effetto nocivo per la salute (1);
2. "il principio di precauzione", secondo cui non possono essere tollerati effetti dannosi sulla salute siano essi anche minimi. Viene così adottato un "fattore di precauzione" per la definizione del livello di concentrazione della sostanza inquinante da considerare pericoloso e che si raccomanda di non superare.

Nonostante la giusta preoccupazione sia internazionale che civile per questo tema, è opportuno sottolineare che l'inquinamento generato dal sistema aeroportuale raramente rappresenta una causa diretta di morte. Come si vedrà, tra le conseguenze più dirette dell'impatto ambientale generato dal sistema aeroportuale figurano i cambiamenti funzionali transitori ed i sintomi di malattia fisica o mentale temporanea sono. In conclusione, l'attività aeronautica costituisce per lo più un fattore aggravante di situazioni particolari e personali, che comunque non devono essere sottovalutate: in ambito specialistico, questo fenomeno è definito "harvesting effect" (2).

Di seguito saranno fornite alcuni dati relativi ai disturbi in cui può incorrere la popolazione residente nelle zone limitrofe alle aree aeroportuali. È necessario comunque tenere presente che si tratta di indicazioni e che la loro attendibilità è molto difficile da valutare, a causa di una serie eterogenea di variabili che entrano in gioco nella determinazione del tema in analisi.

L'impatto sulla salute è infatti il risultato del processo attraverso il quale l'organismo umano elabora una serie di dati esogeni che provengono dal sistema aeroportuale e dall'ambiente circostante. Questo processo è a sua volta influenzato dalle caratteristiche proprie di ogni individuo, siano esse fisiche, psicologiche o genetiche e da altri fattori sociali e relazionali (qualità della vita, modelli culturali ecc.). La varietà di fattori che entrano in gioco può così spiegare perché individui diversi rispondano in modo diverso ad uguali pressioni ambientali (3).

Nondimeno, le informazioni che seguono vanno considerate come importanti indici del possibile impatto sociale che il settore aeronautico può causare (4). Solo quando un dato disturbo fisico o psicologico è riscontrabile su un numero consistente di persone può essere misurato: ciò significa che per quanto di difficile interpretazione, un impatto ambientale sulla salute umana nelle vicinanze degli aeroporti esiste ed è di portata rilevante.

## **5.2 L'inquinamento atmosferico**

Delle sostanze inquinanti emesse in atmosfera che sono state considerate nel capitolo dedicato all'ambiente, soltanto alcune hanno implicazioni per la salute pubblica delle popolazioni che vivono nelle zone circostanti un sistema aeroportuale. Ciò è principalmente dovuto al fatto che la loro concentrazione, e di conseguenza i loro effetti, variano di metro in metro in funzione della sorgente inquinante.

A livello spaziale, si possono quindi classificare le seguenti categorie di inquinanti in ragione della loro rilevanza geografica:

1. "microlocale", per le sostanze il cui livello di rilevazione geografico appropriato e il conseguente impatto è limitato ad una circoscritta area territoriale: monossido di carbonio (CO); particolati (PM<sub>10</sub>; PM<sub>2,5</sub>; PM<sub>0,2</sub>); ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>);
2. "locale", per le sostanze la cui concentrazione si estende in modo omogeneo lungo un raggio territoriale più ampio: prevalentemente monossido di carbonio (CO) e ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>);



3. “regionale”, per le sostanze la cui scala di rilevazione si estende ad aree che coinvolgono diverse regioni: anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) e anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), il principale responsabile delle piogge acide;
4. “planetario”, per le sostanze i cui effetti si estendono a tutto il globo terrestre, e per le quali è logico parlare di effetti transfrontalieri: si tratta dei gas a effetto serra quali la anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) e l’ozono (O<sub>3</sub>).

La categoria che ci interessa approfondire in questa sezione è ovviamente la prima (in certi casi, la seconda) tra quelle indicate.

### **5.2.1 Le concentrazioni di sostanze inquinanti dannose alla salute**

Dal punto di vista della salute umana, ciò che conta è la concentrazione della sostanza nell’aria che viene respirata e non la semplice emissione della stessa nell’atmosfera.

L’aria è un composto di gas diversi che si trovano ai livelli inferiori dell’atmosfera. L’aria secca a livello del mare risulta composta da azoto (78,08%); ossigeno (20,95%); argon (0,93%) e biossido di carbonio (0,03%), oltre a percentuali infinitesimali di altri gas. In condizioni normali e di riposo, un adulto inala dai 10,000 ai 20,000 litri di aria ogni giorno (circa 17,4 litri al minuto): è quindi logico concludere che concentrazioni elevate nell’aria di sostanze inquinanti sono altamente rischiose per la salute (5).

La tabella A indica le concentrazioni massime consentite di alcune sostanze inquinanti nell’atmosfera perché si possano evitare danni alla salute. È utile ricordare che i limiti riportati sono soggetti a variazioni costanti in base agli studi condotti su campioni di popolazioni sottoposti ad inquinamento ed in base agli sviluppi tecnologici che in politica aeronautica sono in continua evoluzione.

Alte concentrazioni di monossido di carbonio (CO) possono sicuramente essere mortali, per lo più se inalate per lunghi periodi di tempo, fenomeno che sembra potersi verificare solo in spazi chiusi; l’Organizzazione mondiale della sanità (Oms) raccomanda che non vengano superati i 30mg/m<sup>3</sup> in un’ora, concentrazione che in realtà è difficilmente registrabile in spazi aperti.

Le medesime conclusioni possono trarsi per i composti organici volatili (Cov): i problemi di salute imputabili a queste sostanze sono vari ma di natura temporanea, poiché limitate sono le possibilità che si formino alte concentrazioni degli stessi in un’area

geografica ridotta. Ciò è un bene se si pensa che il benzene è da lungo tempo classificato come una sostanza altamente cancerogena.

I particolati (ad esempio:  $PM_{10}$  o  $PM_{2,5}$ ), date le loro dimensioni infinitesimali, e le polveri si trovano da sempre nell'atmosfera e possono avere un'origine naturale (sabbia, pollini) o industriale (emissioni provenienti dalle centrali di riscaldamento o dai motori dei veicoli). Queste particelle possono essere molto dannose per la salute pubblica, proprio perché le loro dimensioni ridotte le rendono suscettibili di agire con maggior facilità sull'organismo umano. È vero comunque che dovrebbero rilevarsi concentrazioni di una certa portata per poter concludere che i danni sulla popolazione sono irreversibili e tali da condurre alla morte, cosa che solo raramente accade.

In sintesi, per quanto riguarda l'inquinamento atmosferico sembra potersi confermare quanto detto sopra: il sistema aeroportuale concorre all'aggravamento di condizioni fisiche e psicologiche già esistenti, piuttosto che al verificarsi di vere e proprie situazioni mortali.

Segue una breve analisi dei principali disturbi che sono stati riscontrati nelle aree limitrofe ai sistemi aeroportuali europei.

### **5.2.2 I sintomi di malattie respiratorie**

La costante sottoposizione ad ambienti con alte concentrazioni di inquinanti può concorrere in primo luogo all'insorgere di disturbi respiratori di varia natura: sintomi asmatici, disturbi polmonari temporanei, problemi cardiovascolari; in alcuni casi eccezionali può condurre alla morte o causare danni irreversibili all'apparato respiratorio.

I disturbi rilevati con maggior frequenza nelle zone limitrofe all'area aeroportuale sono fortunatamente limitati agli stati asmatici e alle allergie, per i quali, tuttavia, non può senza alcun dubbio determinarsi la connessione diretta tra il loro manifestarsi e le attività svolte nei sistemi aeroportuali. A maggior ragione, tale incertezza deriva dal fatto che si tratta di disturbi molto diffusi nelle società contemporanee ed urbanizzate, anche se la percentuale di casi registrati nelle aree residenziali limitrofe all'aeroporto giustificano una certa preoccupazione.

Seppur si mantiene la pericolosità che gli inquinanti rappresentano per l'uomo, si è visto in precedenza come sia poco probabile rilevare alte concentrazioni degli stessi in ambienti aperti, dove il fenomeno della dispersione è massimo.

Tuttavia, studi epidemiologici dimostrano che le particelle di dimensioni infinitesimali ( $PM_{0,2}$  o addirittura  $PM_{0,1}$ ) sono sicuramente più dannose di quelle più grandi ( $PM_{10}$ ), poiché sono più facilmente assimilabili dall'organismo e possono diffondersi con maggior velocità nell'aria mischiandosi con le polveri. In questo ordine di idee, è probabile che esse siano concausa di fenomeni asmatici, allergie o di difficoltà respiratorie temporanee; raramente generano disordini respiratori di natura patologica o addirittura mortali. L'associazione tra le particelle emesse dal sistema aeroportuale e la salute umana è stata riscontrata con maggior attendibilità in ambienti in cui esiste una alta concentrazione di altri inquinanti atmosferici, come i monossidi di azoto ( $NO_x$ ) o il biossido di azoto ( $NO_2$ ), in condizioni, cioè, in cui al facile effetto dispersivo che caratterizza i particolati e le polveri si associano emissioni di altri inquinanti (6).

### **5.2.3 I sintomi di malattie mortali**

Come rileva dalle pagine precedenti, sembra che l'inquinamento atmosferico contribuisca generalmente a scatenare disturbi fisici nell'uomo che raramente conducono alla morte. Al contrario, indagini condotte a livello internazionale lasciano supporre con un certo margine di attendibilità che la concentrazione combinata di inquinanti diversi in atmosfera sia cancerogena per la gli animali (7). In particolare, esiste una associazione diretta tra le emissioni dei motori e del traffico (sia aeronautico che stradale associato all'area aeroportuale) e la salute degli animali, per effetto delle emissioni di carburanti. Conseguentemente, anche se in percentuale diversa, è facile supporre che esista un rischio in tal senso anche per la specie umana.

Esiste poi il rischio di contrarre la leucemia in seguito a lunghe esposizioni all'inquinamento da traffico, rischio in cui incorrono soprattutto i bambini, il cui organismo è più fragile e più ricettivo al benzene, una sostanza classificata come cancerogena che origina da processi di combustione dei motori. Ancora una volta è comunque necessario sottolineare come simili malattie ad alto tasso di mortalità siano associabili alla qualità dell'ambiente aeroportuale in condizione del tutto eccezionali e in riferimento ad individui già fisicamente fragili o a categorie a rischio (bambini, anziani).

Un esempio esaustivo è fornito dalle concentrazioni di piombo, che origina dalla combustione del petrolio che alimenta i motori. Si pensi, infatti, che mentre la concentrazione massima di piombo a cui può essere sottoposto un adulto è di  $40\mu\text{g/dl}$ , per i bambini essa si attesta attorno ai  $10\mu\text{g/dl}$  massimi. Indagini condotte dall'Organizzazione

mondiale della sanità (Oms) rivelano che alte concentrazioni di piombo sono in grado di condizionare specifiche funzioni cerebrali: la capacità di coordinamento motorio, le funzioni visive e il linguaggio.

### **5.3 L'inquinamento acustico**

L'apparato umano generalmente percepisce vibrazioni comprese tra i 20Hz ed i 16.000Hz (1Hz è pari ad un ciclo al secondo). Circa il 10% della popolazione dell'Unione Europea afferma di essere costantemente sottoposta ad inquinamento acustico da attività aeroportuale (8).

Per lungo tempo a questo tema non è stato riservato il grado di priorità sociale conferito ad altri problemi ambientali, come ad esempio la riduzione dell'inquinamento atmosferico. Le conseguenze per la popolazione erano infatti meno evidenti e il deterioramento della qualità della vita era accettato come una logica conseguenza del progresso tecnologico e dell'avanzamento di modelli sociali urbani. Inoltre, gli impatti prodotti da esposizioni acustiche elevate sono difficili da quantificare sia in termini assoluti che relativi, perché nella analisi incidono grandemente questioni soggettive, psicologiche e personali legate alla tipologia di persone coinvolte.

Come si è già discusso in un precedente paragrafo, infatti, il livello di rumore prodotto dalle sorgenti sonore dell'area aeroportuale e relative infrastrutture può essere facilmente determinato e misurato: un esempio è fornito dalla tabella B (9), relativa al numero di persone sottoposte a livelli di rumore aeroportuale considerati inaccettabili. Altrettanto non può dirsi per quanto riguarda le connessioni tra i disturbi di natura fisica o psicosociale lamentati dalla popolazione locale e la relativa vicinanza delle loro residenze al sedime aeroportuale.

In primo luogo, la maggior parte dei disturbi connessi all'inquinamento acustico sono prodotti a livelli di rumore pari a 45-55 Laeq, relativamente ai quali le informazioni sono assai scarse.

In secondo luogo, la valutazione degli impatti locali che i sistemi aeroportuali hanno sulla salute pubblica è in funzione di una insieme di varianti quali le dimensioni proprie dell'aeroporto e la sua valenza economica (tale da definire il grado di operatività aeroportuale): il numero di persone disturbate da alti livelli di rumorosità è determinata infatti in base al numero di aeromobili in movimento, dalla loro tipologia e

dall'avanzamento tecnologico. Altri fattori che incidono nell'analisi sono la vicinanza di aree residenziali e la loro conformazione urbana, i piani di regolazione territoriale ecc.

Detto questo, i disagi sociali legati al fattore di pressione ambientale in analisi possono schematizzarsi come segue. Si veda la tabella C relativa all'indicazione della connessione esistente tra determinati livelli di inquinamento acustico e la salute pubblica: si tratta di dati che devono comunque essere valutati come indicativi, poiché, come detto, nella realtà fattori diversi concorrono a modellare le diverse forme di impatto (10).

### **5.3.1 I disturbi del sonno**

L'inquinamento acustico è, in primo luogo, causa di disturbi connessi al sonno: difficoltà ad addormentarsi, risvegli frequenti ed improvvisi durante la notte, sonni disturbati o agitati, sono i sintomi che accusa buona parte della popolazione che risiede nelle vicinanze delle strutture aeroportuali. Questi fenomeni sono principalmente connessi con l'attività notturna degli aeromobili, (ad esempio il sorvolo di zone residenziali durante la notte o nelle prime ore del mattino) seppure anche il traffico stradale rappresenti una concausa non priva di importanza. Come indicato dagli obiettivi di qualità ambientale, al fine di ridurre questi effetti dannosi per la salute, i livelli massimi di rumore dovrebbero attestarsi attorno ai 30 dB LA<sub>EQ</sub> o 45 dB LA<sub>MAX</sub> (11).

### **5.3.2 I disturbi psicosociali transitori**

Disturbi quali il provare un senso di fastidio a volte ingiustificato o sentirsi irrequieti e nervosi senza un motivo plausibile sono stati spesso associati ad elevati livelli di rumorosità, tali quali che si registrano nelle aree aeroportuali (50-55 dB LA<sub>EQ</sub>), seppure sia ovvio supporre che altri fattori di natura personale e psicologica concorrano a determinare l'insorgere di simili situazioni.

Ugualmente, livelli acustici pari a 80 dB LA<sub>EQ</sub> sono stati considerati un potenziale fattore scatenante l'aggressività o l'irascibilità temporanea in individui comunque già predisposti. (grafico D).

Molti dei disturbi psicosociali che sono stati ora indicati sono spesso generati dal timore per il rischio di incidenti associato all'area aeroportuale (aeromobili in atterraggio di emergenza o che precipitano). In realtà, tale fenomeno si è molto attenuato nel corso degli anni: solo nel 1997 è stato registrato un numero di incidenti aerei dello 0,4% rispetto al

numero totale dovuto al settore dei trasporti (12). In termini assoluti quindi il rischio di incidenti contribuisce solo in minima parte ad aumentare il pericolo di morte per le popolazioni che vivono in zone limitrofe all'area aeroportuale.

In conclusione, l'impatto ambientale sulla salute genera per lo più disturbi che possono essere ricondotti sotto la sfera psicosociale.

### **5.3.3 I ritardi nello sviluppo cognitivo infantile**

Secondo studi epidemiologici condotti dall'Organizzazione mondiale della sanità (Oms), un'alta percentuale dei bambini che vivono nelle zone limitrofe all'area aeroportuale soffre di ritardi anche minimi nell'apprendimento scolastico, nella concentrazione, nello sviluppo del linguaggio, infine nella rielaborazione delle informazioni didattiche. Si tratta indubbiamente di cambiamenti funzionali transitori e non di situazioni gravi ed irrecuperabili, che tuttavia destano allarme, soprattutto a causa della vulnerabilità delle vittime.

Parimenti, l'inquinamento acustico può nondimeno interferire con alcune funzioni cerebrali come la memoria, la capacità di attenzione, la capacità di risolvere problemi complessi o analitici. In questo contesto, i tentativi di proteggersi dagli elevati livelli di rumorosità a cui si è sottoposti può anche essere causa di un aumento nella pressione sanguigna o essere fonte di stress.

### **5.3.4 I sintomi di infermità grave**

L'ipertensione e gli attacchi di cuore sono stati di infermità che assumono una certa rilevanza rispetto ai disturbi sopra descritti, perché possono incidere pesantemente sulla salute umana e condurre alla morte. L'insorgere di tali situazioni gravi può essere scatenato da livelli acustici intorno ai 65-70 dB LA<sub>EQ</sub>. Ciò nonostante, il significato di questa affermazione va rivisto alla luce di condizioni fisiche e personali particolari, tali da escludere che il rumore sia una causa determinante e primaria.

In secondo luogo, livelli acustici pari a 70 dB LA<sub>EQ</sub> possono essere una concausa di seri problemi uditivi suscettibili di protrarsi per lunghi periodi di tempo. È necessario comunque precisare che la sottoposizione a simili livelli di inquinamento acustico dovrebbe protrarsi per 24 ore consecutive lungo un arco temporale di almeno 40 anni per poter affermare con certezza l'esistenza di una connessione diretta tra i disturbi

dell'apparato uditivo umano ed il sistema aeroportuale. Per la verità, è possibile che tale situazione si verifichi nelle zone residenziali che sono l'oggetto del nostro studio.

### **5.3.5 Gli effetti cumulativi**

In linea generale, sembra che i danni alla salute umana connessi all'esercizio dell'attività aeroportuale siano raramente tali causare danni irreversibili o la morte di un individuo. Tuttavia, ciò non autorizza a trascurare il significato sociale dell'esistenza di una comprovata relazione inversa tra il benessere fisico e l'attività aeronautica. Si sono, infatti, fornite sufficienti prove dell'insorgenza in dette aree di disturbi che la scuola anglosassone definisce "morbidity", ovvero stati di infermità fisica o psicologica temporanea.

In realtà, ciò che rende i sistemi aeroportuali e le strutture ad essi collegate così dannosi per la salute pubblica dipende dal fatto che i fattori ambientali che da esso scaturiscono agiscono con effetti cumulativi: inquinanti che di per sé potrebbero non rivestire interesse poiché concentrati in dose minima, possono nondimeno assumere una connotazione ben diversa se interagiscono con altri.

Inoltre, alcuni dei disturbi sopra considerati interagiscono tra loro e provocano un effetto a catena: l'ansietà giustificata dal rischio di incidenti aerei può generare fenomeni di insonnia e conseguentemente aumentare l'aggressività o ridurre la concentrazione ed il rendimento scolastico. Ancora, le vibrazioni che gli aeromobili in movimento emanano possono interferire con la capacità di svolgere in modo efficiente una determinata attività, poiché generano nell'individuo sottoposto ad esse un involontario senso di nervosismo.

## **CAPITOLO VI: LA METODOLOGIA**

Nel corso del loro sviluppo, tutte le realtà aeroportuali sono chiamate ad adeguarsi ai criteri che a livello internazionale ed europeo vengono stabiliti per promuovere lo sviluppo sostenibile, nei termini che sono stati esposti nei capitoli precedenti del presente lavoro. Fornire risposte appropriate alle problematiche ambientali che derivano dall'esercizio dell'attività aeronautica, prime tra tutte la qualità della vita e la salute pubblica delle popolazioni coinvolte, significa disporre di informazioni e strumenti che permettano di valutare la portata dell'impatto ambientale e le sue conseguenze.

Tuttavia, l'obiettivo di raccordare la dimensione ecologica e la salute pubblica con la dimensione economica si scontra con le seguenti difficoltà:

1. l'insufficienza delle informazioni disponibili o la loro disorganizzazione;
2. la difficile valutazione del patrimonio naturale;
3. la difficile ed arbitraria valutazione dei sistemi di valori che definiscono la qualità della vita e con essa la salute pubblica.

Per finalizzare la ricerca è pertanto necessario disporre di indicatori possibilmente quantitativi e sintetici, che siano correlati con le tre variabili in esame ed inseriti in strutture metodologiche internazionali di riferimento.

Lo scopo che questa sezione si propone di perseguire consiste pertanto nel fornire delle indicazioni di massima sugli aspetti metodologici che vengono utilizzati in questo campo, al fine di fornire una chiave di lettura comprensibile dei fenomeni.

## **6.1 Gli indicatori: definizioni e funzioni**

Un indicatore può essere definito come un parametro (o il valore che deriva dal detto parametro) che fornisce informazioni relative ad un determinato fenomeno che si trova in natura (1).

La funzione principale di un indicatore consiste nel fatto di rappresentare in forma semplificata e sintetica una realtà altrimenti complessa, in modo tale da conservare il contenuto informativo dell'analisi. L'analisi si concentra soltanto su quegli aspetti della realtà che si vuole studiare che rivestono particolare significato e relativamente ai quali sono disponibili dei dati. La rappresentazione di un fenomeno quale quella che scaturisce da un simile approccio metodologico è da considerarsi una sintesi dei processi che hanno luogo in realtà e come tale presenta il limite di fornire unicamente delle indicazioni di massima.

Il ricorso agli indicatori risponde pertanto alle seguenti necessità:

1. semplificare il processo comunicativo attraverso il quale un insieme di informazioni relative allo stato di un fenomeno vengono diffuse ai soggetti coinvolti o al pubblico (2);
2. quantificare la qualità o lo stato di una matrice o l'entità di una pressione riducendo il numero delle misurazioni e dei parametri generalmente richiesti per la raffigurazione del fenomeno stesso;
3. valutare gli effetti di una determinata politica o di un intervento nella realtà al fine di prevedere ulteriori misure di intervento.



## 6.2 I criteri per la definizione dell' "indicatore ideale"

Per essere efficace, un indicatore deve rispondere ad una serie di criteri generali, e mostrarsi:

1. rappresentativo della realtà;
2. sintetico e conciso nel fornire un quadro riassuntivo delle informazioni raccolte;
3. chiaro nella rappresentazione del fenomeno in oggetto e di facile interpretazione;
4. scientificamente preciso ed obiettivo;
5. fondato su dati sicuri, aggiornati e scientificamente provati;
6. sensibile ai cambiamenti che possono verificarsi nella realtà e che hanno un impatto rilevante per il fenomeno in analisi;
7. solido al punto da non farsi condizionare da cambiamenti temporanei di scarso significato che possono verificarsi nella realtà;
8. dinamico, nel senso di poter essere costantemente aggiornato in base alla disponibilità di dati e all'evoluzione nel sapere scientifico;
9. confrontabile con altri indicatori utilizzati in realtà geografiche diverse a livello internazionale;
10. economico, in termini di costi/benefici, al fine di facilitare la sua applicazione ed utilizzo (3).

I criteri ora esposti, per quanto essenziali, rivelano nondimeno delle incompatibilità di fondo. Ad esempio, l'esigenza secondo cui un indicatore dovrebbe essere economico per stimolare il suo utilizzo, comporta di necessità che si faccia uso solo di dati già disponibili, dal momento che raccogliere dati nuovi su un fenomeno reale comporta una dispersione di costi aggiuntivi e tempo. Una tale conclusione lede alla attendibilità dei risultati, poiché non sempre le informazioni disponibili sono sufficienti o aggiornate (4).

Un "indicatore ideale", nei termini sopra esposti, è rappresentativo di un fenomeno limitato. Non esistono set di indicatori universali che siano applicabili in ogni contesto: ad ogni realtà corrisponde infatti un insieme di elementi distintivi che conseguentemente comporta l'utilizzo di indicatori con caratteristiche leggermente diverse (5). Per tale ragione, sviluppare degli indicatori multifunzionali, seppur auspicabile, è estremamente difficile: la loro applicabilità è giocoforza limitata nel tempo e nello spazio. D'altra parte, emerge da quanto detto sopra che non rientra tra le priorità degli indicatori quella di essere esaustivi o completi: se così fossero verrebbe meno quella che è la loro caratteristica unica ed essenziale: sintetizzare fenomeni reali complessi ed incomprensibili ai più in schemi chiari e sintetici.

### **6.3 Gli indicatori di salute ambientale**

In materia ambientale, esiste un'ampia varietà di indicatori che vengono costantemente impiegati per monitorare lo stato dell'ambiente e del patrimonio naturale, nonché per valutare i progressi fatti verso la realizzazione degli obiettivi sanciti a livello politico ed istituzionale per la promozione dello sviluppo sostenibile. Esiste inoltre un'ampia letteratura europea ed internazionale che ha sviluppato questo tema, aggiornandolo regolarmente alle esigenze che emergono dalla società e dall'ambiente.

In sintesi, esistono quattro ragioni che giustificano il ricorso agli indicatori ambientali:

1. reporting sullo stato dell'ambiente;
2. valutazione dei miglioramenti nella performance ambientale;
3. integrazione della variabile ambientale nelle politiche economiche;
4. integrazione della variabile ambientale nel processo decisionale.

Per quanto riguarda il tema che è stato analizzato in questa ricerca, l'individuazione di un set di indicatori di salute ambientale consente di valutare lo stato di salute umana in funzione dell'ambiente circostante, indirizzando in modo costruttivo le scelte politiche sia nazionali che europee. In tal modo, è possibile prevenire eventuali effetti dannosi alla salute attraverso un sistema di monitoraggio efficace e diretto che contemporaneamente illustri la qualità dell'ecosistema e lo sfruttamento delle risorse naturali.

### **6.4 Le strutture metodologiche per l'utilizzo degli indicatori**

Al fine di rendere gli indicatori uno strumento veramente utile, è necessario inserirli in una struttura metodologica di riferimento. In ambito ambientale, esistono numerose metodologie per rappresentare la realtà e le relazioni che si instaurano tra le sue diverse componenti. All'interno di ogni metodologia è poi possibile integrare gli indicatori, che permettono di quantificare i fenomeni ambientali e sociali in un processo di relazioni circolari.

Ognuno dei modelli disponibili nel panorama internazionale considerano la realtà come composta essenzialmente dalle tre variabili dello sviluppo sostenibile (6): l'economia, l'ambiente e la società o comunità che da quell'ambiente è circondata e da quella economia trae la fonte del suo sostentamento.

Per essere funzionale, tali strutture di riferimento generale devono necessariamente fornire una raffigurazione della realtà estremamente semplificata, e che raramente

corrisponde al vero. Ciò nonostante, e salvo le considerazioni che sono state tratte per quanto riguarda gli indicatori, esse sono molto utili nel delineare il tipo di relazioni che si instaurano tra le tre variabili e il grado di influenza che l'una esercita sull'altra.

Pur partendo dal medesimo presupposto, ogni struttura giunge a conclusioni differenti, ragion per cui si rende necessario un rimando ad ognuna di loro.

#### **6.4.1 Il modello PSR**

Il modello base per la classificazione degli indicatori è il Pressure – State - Response Framework, (PSR Framework) elaborato dal gruppo di lavoro dell'ambiente facente capo all'Organizzazione economica di cooperazione e sviluppo (Oecd). Si tratta di una struttura estremamente semplice e trasparente, secondo la quale ad ognuna delle tre variabili sopra ricordate corrisponde un determinato ruolo nella realtà, come segue (grafico E):

1. l'economia, che comprende i vari settori (ad esempio: industria, agricoltura, servizi e, per quanto ci compete, i trasporti) e le diverse attività ed i comportamenti umani, esercita una pressione (pressure) sull'ambiente e sulla disponibilità di risorse naturali;
2. a seguito di queste pressioni generate dalle diverse attività umane, lo stato (state) dell'ambiente subisce delle modifiche in termini di capacità rigenerative o qualità delle risorse, o ancora in termini di modificazioni del paesaggio naturale;
3. l'impatto che le attività economiche hanno sull'ambiente si traducono a loro volta in un ulteriore impatto sulla comunità, termine che va inteso in senso molto ampio: salute umana, perdita della biodiversità ecc. L'insieme delle informazioni che le tre variabili si scambiano si struttura in un moto circolatorio, in base al quale la reazione sociale alle mutate condizioni della realtà influenzano i decisori politici e, a loro volta, i settori economici che danno inizio al processo.

All'interno di questo schema, si inseriscono gli indicatori. Per ognuna delle variabili che sono state considerate, è possibile procedere all'identificazione di un set di indicatori che si riassume nel modo seguente:

1. indicatori di pressione ambientale (ad esempio: il consumo di energia da parte degli impianti aeronautici; le emissioni di CO o NO<sub>x</sub> da parte di aeromobili in movimento e di centrali termiche);
2. indicatori sullo stato dell'ambiente (ad esempio: quantità di risorse naturali a disposizione, la qualità delle stesse, la biodiversità e l'uso del territorio);

3. indicatori di impatto sociale (ad esempio: il numero di persone affette da disturbi respiratori causati dalle emissioni provenienti dagli aeromobili ecc.).

Infine, ognuna delle classi di indicatori così definite servirà uno scopo ben preciso:

1. gli indicatori di pressione ambientale verranno utilizzati per l'integrazione della variabile ambientale nelle politiche economiche;
2. gli indicatori sullo stato dell'ambiente permetteranno di valutare la performance ambientale e gli sforzi tesi alla promozione dello sviluppo sostenibile;
3. gli indicatori di impatto sociale, infine, andranno a fornire suggerimenti sulle politiche per attenuare gli effetti dannosi sulla salute umana, ancora in un'ottica di integrazione tra politiche settoriali.

#### **6.4.2 Il modello DPSIR**

Il modello Driving Forces – Pressure – State – Impact - Response (DPSIR Framework) è stato elaborato dall'Agenzia europea dell'ambiente (Eea) ed è ormai acquisito a livello europeo come il riferimento primo per l'organizzazione delle informazioni relative alle interazioni tra il sistema economico e quello ambientale (grafico F). Esso si basa su una struttura più complessa rispetto a quella sopra descritta, anche se i principi di base sono i medesimi.

Partendo da tale presupposto, si descriverà il modello DPSIR applicandolo al settore che ci interessa: il trasporto aeronautico.

Le relazioni causali tra le tre variabili sono così suddivise:

1. il settore economico del trasporto aereo svolge una funzione di determinante del sistema (driving forces, D) la cui sopravvivenza deriva dalla effettiva disponibilità di risorse naturali fornite dall'ecosistema;
2. attingendo alle risorse naturali, il trasporto aeronautico genera delle pressioni (pressure, P) sull'ambiente, misurabile in termini di emissioni atmosferiche, uso del territorio, produzione di rifiuti ecc.;
3. ne consegue che lo stato (state, S) dell'ambiente risulta modificato. Ciò è dimostrato dall'analisi di qualità fisiche, naturalistiche, chimiche e biologiche dei comparti ambientali (ad esempio le concentrazioni di CO e NO<sub>x</sub> che si registrano nell'area limitrofa all'infrastruttura aeroportuale);
4. l'impatto principale (impact, I) si traduce in alterazioni delle funzioni e dei servizi dell'ecosistema relativi alla salute, alla performance economica e alla qualità della vita;

5. le risposte (responses, R) si organizzano in termini di programmi di finanziamento, politiche ambientali e di integrazione, interventi sotto forma di accordi volontari, o indicatori da adottare per attenuare gli impatti ambientali.

Il processo è circolare in quanto le risposte sociali e politiche retroagiscono mandando segnali ed informazioni a ciascuna delle componenti del sistema, secondo questo ordine:

1. interventi strutturali rivolti alle determinanti del sistema (D);
2. interventi prescrittivi/tecnologici o di adattamento indirizzati alle pressioni del sistema (P);
3. interventi sotto forma di controlli sullo stato dell'ambiente (S);
4. interventi di mitigazione per la attenuazione degli impatti (I).

Il modello DPSIR è utile in quanto permette di descrivere le relazioni di causa ed effetto che si instaurano tra il sistema aeroportuale e l'impatto ambientale in un ottica più vicina alla realtà di quanto faccia il modello PSR. Per esempio, la relazione che si instaura tra l'economia (D) e l'ambiente (P) è in funzione dell'eco efficienza tecnologica raggiunta da D: i danni ambientali, in termini di pressioni, sono minori quanto maggiore è l'avanzamento tecnologico di un settore economico. Si è visto infatti nel capitolo terzo che i miglioramenti tecnologici aeroportuali in termini di gestione del traffico (Atm) e riduzione delle congestioni aeree possono condurre ad un risparmio nel consumo di carburante e quindi ridurre le emissioni di sostanze inquinanti di una percentuale compresa tra il 6% ed il 12% nel 2020.

Ancora, la relazione tra lo stato dell'ambiente (S) e l'impatto sociale che ne deriva (I) dipende da come le informazioni sono percepite e elaborate dalla comunità. Da ciò dipenderà anche la qualità delle risposte che verranno fornite (R). Nel capitolo dedicato alla salute pubblica, si è sottolineato come l'impatto che l'inquinamento acustico ha sulla popolazione che vive nelle vicinanze di un aeroporto dipende in larga misura dalla percezione che si ha di queste vibrazioni sonore, e dipende ancora dalle condizioni fisiche o psicologiche personali.

Il modello DPSIR classifica infine gli indicatori in quattro tipologie:

1. indicatori descrittivi sullo stato dell'ambiente e sui cambiamenti che possono verificarsi sia a livello ecologico che sociale;
2. indicatori di performance ambientale;
3. indicatori di efficienza, che monitorano i progressi fatti nella gestione delle problematiche ambientali;

4. indicatori del benessere, volti a valutare nel complesso la qualità della vita umana e dell'ambiente che ci circonda.

Per ogni categoria, gli indicatori vengono ulteriormente suddivisi secondo le diverse componenti del modello (D – P – S – I - R), fornendo così informazioni molto dettagliate su ognuna delle variabili considerate.

### **6.4.3 Il modello DPSEEA**

Per ultimo, accenniamo qui ad un terzo modello ancora più strutturato rispetto ai due già considerati, che è stato elaborato dall'Organizzazione mondiale della sanità (Oms): il modello Driving Forces – Pressure – State – Exposure – Effect - Action (DPSEEA Framework) (grafico G).

Il vantaggio di questo approccio rispetto ai precedenti consiste nella sua impostazione: la variabile sociale sembra infatti assumere una predominanza rispetto alle altre, al punto che i possibili effetti che l'ambiente modificato dalle attività umane può avere sulla salute pubblica risulta scisso in due fasi distinte: esposizione (exposure) ed effetti (effects).

Le relazioni tra le variabili che compongono in sistema vengono considerate come segue:

1. il sistema economico nella sua complessità rappresenta una forza trainante (driving forces) che esercita pressioni (pressure) sull'ambiente attraverso un processo di sfruttamento continuo delle risorse naturali;
2. in conseguenza di ciò, lo stato dell'ambiente (state) subisce dei cambiamenti, espressi in termini di disastri naturali, spreco delle risorse naturali, inquinamento;
3. questo genere di rischi ambientali espone la comunità ad una serie di rischi per la salute (exposure) ad esempio attraverso l'inalazione di sostanze nocive emesse in atmosfera;
4. quest'ultime possono conseguentemente condurre all'insorgere di disturbi fisici o psicosociali di varia natura ed entità: difficoltà respiratorie, asma, insonnia, aggressività ecc. Un simile genere di effetti (effects) può variare in intensità e tipologia a seconda del grado di esposizione e del numero di persone coinvolte;
5. il risultato finale è l'adozione di un programma di azioni (action) che interagisce a sua volta con le altre variabili del sistema e che possono interessare la politica sociale, ambientale o i settori economici.

Una caratteristica di notevole interesse del modello DPSEEA riguarda la sua capacità di descrivere in modo soddisfacente i rischi psicosociali associati all'impatto ambientale: stress, ansia, o stati aggressivi. Ciò equivale ad affermare che il modello DPSEEA può rappresentare uno strumento metodologico eccellente per l'integrazione della variabile ambientale nella politica sociale e per monitorare la qualità della vita delle società contemporanee.

## **ALLEGATO: CASO STUDIO SULL'AEROPORTO DI MALPENSA 2000**

### **1. Introduzione**

In Italia, l'andamento del traffico aereo ha registrato un incremento del 7,1% per quanto concerne i servizi nazionali ed un incremento del 10,3% per quelli i voli internazionali. Gli aeroporti che nel 1999 hanno confermato un trend di crescita conforme ai dati registrati negli ultimi anni in tutta Europa sono Milano Malpensa e Bergamo Orio al Serio. In particolare, il sistema aeroportuale milanese ha registrato nel 1999 il più alto tasso di crescita in Europa (circa il triplo della media europea) sia in termini di movimenti aerei, sia in termini di numero passeggeri e trasporto merci.

Il 1998 è stato l'anno che ha sancito l'apertura di "Malpensa 2000": l'aeroporto si è trasformato in un moderno ed efficiente scalo hub di dimensione europea ed al suo sviluppo rilevante ha corrisposto un ulteriore decremento delle attività di Milano Linate. A partire dal 1998, infatti, si è proceduto al trasferimento della maggior parte dei voli da Linate a Malpensa **(1)**.

### **2. Le tappe storiche che hanno condotto a Malpensa 2000**

Il Piano regolatore aeroportuale di "Malpensa 2000" del 1985 (poi approvato nel 1986 dal Ministero dei trasporti in seguito al parere favorevole del consiglio della Regione Lombardia) stabilì che l'aeroporto di Malpensa dovesse diventare il maggior aeroporto del nord Italia ed il secondo scalo intercontinentale italiano entro l'anno 2000.

La legge n.449 (22/08/1985) "Interventi di ampliamento ed ammodernamento da effettuare nei sistemi aeroportuali di Roma e Milano" confermò il ruolo attribuito allo scalo di Milano Malpensa.

Nel giugno del 1994, il Consiglio europeo di Essen riconobbe un ruolo strategico per l'aeroporto di Malpensa, inserendolouno nella rosa dei 14 progetti prioritari del Transport European Network. Tale decisione comportò il passaggio di Malpensa da principale scalo internazionale italiano a primo hub intercontinentale del sud Europa.

I "Decreto "Burlando" (DM 46-T del 5/07/1996 e DM 101-T del 9/10/1998) sancirono il trasferimento del traffico aereo da Linate a Malpensa, in linea con le indicazioni provenienti dall'Unione Europea.

Recentemente, la Regione Lombardia ha adottato il Piano Territoriale d'Area Malpensa (LR 12/04/1999, n.10) che costituisce lo strumento programmatico dell'area interessata dal progetto "Malpensa 2000".

### **3. Il profilo di Malpensa 2000**

Alla progressiva definizione di un ruolo strategico per Malpensa come principale hub del sud Europa ha corrisposto un'attività complessa di riorganizzazione sia qualitativa che quantitativa del traffico aereo e delle attività di terra. L'infrastruttura aeroportuale ha così subito una modifica sostanziale rispetto alla sua configurazione originaria.

L'aeroporto intercontinentale di Malpensa presenta attualmente un volume annuale di circa 21 milioni di passeggeri e circa 300.000 tonnellate di merci trasportate. Garantisce collegamenti diretti con le più importanti città europee od internazionali e con tutti gli scali italiani.

A livello strutturale è costituito da due terminal:

1. terminal 1 destinato al traffico passeggeri con funzione di scalo hub ed inaugurato nel 1998;
2. terminal 2 destinato principalmente al trasporto merci e al traffico turistico ed inaugurato nel 1948.

La superficie totale occupata dal sedime aeroportuale è di circa 12.420,000 m<sup>2</sup>, di cui circa 4.786,500 m<sup>2</sup> (il 38,5%) sono asfaltati e 7.633,500 m<sup>2</sup> (61,5%) sono destinati ad aree verdi (2). (Inserisci tabella A e B + grafico C).

I principali modelli aeronautici utilizzati nell'aeroporto sembrano corrispondere alle indicazioni fornite dalla convenzione di Chicago. Il Grafico B delinea una situazione pertanto rassicurante sotto il profilo ambientale e acustico.



#### **4. Il territorio**

L'aeroporto di Malpensa è situato nella zona sud orientale della provincia di Varese, a circa 40 Km da Milano ed interessa i territori comunali di:

1. Somma Lombardo (16.300 abitanti, comprendente la frazione di Case Nuove);
2. Casorate Sempione (4.490 abitanti);
3. Cardano al Campo (11.290 abitanti);
4. Samarate (15.100 abitanti);
5. Ferno (6.120 abitanti);
6. Lonate Pozzolo (10.850 abitanti);
7. Vizzola Ticino (420 abitanti).

Inoltre, l'area geografica corrispondente ad un intorno di 3 Km dal perimetro aeroportuale confina ad ovest con le sponde del Ticino, che sono aree protette dal piano territoriale di coordinamento dell'ente territoriale Consorzio Parco Ticino della Valle del Ticino. Essa risulta infine circondata da una zona boschiva che interessa in parte anche i Comuni limitrofi sopra menzionati (Grafico A).

Le aree residenziali sono collocate nelle estreme vicinanze dell'area aeroportuale, sia a nord, est e sud. La presenza di diversi centri abitativi di antica formazione e l'espansione di una rete urbanizzata negli ultimi anni rendono il territorio complessivamente molto sensibile all'impatto ambientale.

Come qualsiasi grande scalo europeo, Malpensa costituisce sicuramente un elemento essenziale di crescita economica sia nazionale che Europea. Parimenti, il suo funzionamento genera allarme in relazione alla gestione del patrimonio naturale (sia inteso come biodiversità che consumo delle risorse) e alla salute delle comunità che vivono nelle zone residenziali limitrofe al sistema aeroportuale.

Senza volere ripercorrere tematiche che sono state ampiamente discusse e analizzate nelle pagine che precedono questa sezione, si procederà ora ad illustrare schematicamente l'impatto ambientale generato da Malpensa 2000. I dati raccolti forniranno un'indicazione dello stato di protezione dell'ambiente, sulla gestione dello sviluppo sostenibile e sull'impatto che la realizzazione dell'aeroporto ha sulla salute pubblica della comunità che risiede nelle sue immediate vicinanze.

## **5. L'inquinamento atmosferico (3)**

La Tabella C presenta la situazione relativa alle emissioni di inquinanti in un arco temporale compreso tra il 1997 ed il 2008.

Gli andamenti temporali delle emissioni di SOx rispecchiano il previsto aumento nel traffico aereo conseguente allo sviluppo di Malpensa 2000; per quanto concerne le emissioni di CO, HC, e NOx l'aumento che si registra è dovuto anche al rinnovo delle flotte aeree con modelli tecnologicamente avanzati. Ciò comporterà infatti l'introduzione di nuove motorizzazioni caratterizzate da combustioni maggiori, il cui impatto ambientale si tradurrà in un incremento nelle emissioni delle sostanze considerate a partire dall'anno 2005.

Un ulteriore indicatore dell'impatto che le attività aeroportuali hanno sull'ambiente è fornito dalla tabella D, relativa alla relazione esistente tra i diversi servizi aeronautici e le emissioni di inquinanti in atmosfera. Lo studio, condotto nella zona di Betelle su un campione di 850 movimenti aerei giornalieri, conferma la maggior percentuale di emissioni inquinanti provengono dagli aeromobili in movimento.

## **6. La salute pubblica (4)**

Sulla base delle emissioni inquinanti, la tabella E fornisce indicazioni relative alle concentrazioni di inquinanti rilevate nel Comune di Lonate Pozzolo. I risultati raccolti assumono un significato maggiore se confrontati con la tabella F, che presenta la media annua di concentrazioni registrate nel medesimo Comune dell'area di Malpensa 2000.

L'analisi comparata delle due tabelle ora riportate dimostra che l'impatto più significativo è causato dagli ossidi di azoto (NOx) rispetto agli altri inquinanti considerati: tra il 2000 ed il 2008 si prevede una crescita delle concentrazioni di NOx compresa tra il 20% ed il 35%.

Nel Capitolo quarto, si è spiegato che ciò che è importante per valutare l'impatto sulla salute pubblica causato dall'area aeroportuale è la concentrazione dell'inquinante nell'aria respirata da un individuo. Le emissioni, al contrario, permettono di valutare lo stato dell'ambiente e la qualità delle risorse naturali circostanti il sedime aeroportuale. Pertanto, nell'esempio che è stato fornito, l'incremento previsto nelle concentrazioni di tutte le sostanze prese in considerazione (seppure in percentuale diversa) suscettibile di aumentare il rischio per la popolazione residente nel Comune di Lonate Pozzolo determinati dalle alte concentrazioni di inquinanti nell'aria. In particolare, si registrerà un aumento nei disturbi respiratori come ad esempio gli stati asmatici.

## **7. Il rumore ed i voli notturni**

Il rumore prodotto da un aeromobile è per lo più associato con l'esercizio dell'attività aeroportuale nelle ore notturne. Come si è visto nei capitoli precedenti, il disturbo del sonno è considerato un potenziale danno per la salute umana. La gestione dell'inquinamento acustico quindi va combinata con le disposizioni antirumore adottate a livello legislativo per regolamentare l'esercizio aeronautico durante queste fasce orarie. La questione è complicata dal fatto che un aereo con lo stesso livello di rumorosità genera durante la notte un disturbo maggiore rispetto a quello che si percepisce durante il giorno.

In Italia, a seguito dell'emanazione del decreto del Presidente della Repubblica n.496 dell'11/12/1997 "Regolamento recante le norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili", si è scelto di introdurre un coprifuoco generalizzato tra le 23:00 e le 06:00. Inoltre, il decreto ha previsto delle deroghe in base alle quali alcuni aeroporti italiani hanno il consenso di operare anche durante le ore notturne senza alcuna limitazione relativa al tipo di volo (nazionale, internazionale o intercontinentale), alla destinazione aerea o al rumore prodotto dall'aeromobile. Milano Malpensa figura tra gli aeroporti che possono beneficiare di questo regime. Come si può notare da una lettura del grafico D, nella maggior parte dei Comuni interessati all'espansione dell'aeroporto sono stati registrati livelli acustici superiori a 55  $L_{VA}$  (livello di valutazione acustica giornaliero): tali dati sono allarmanti se si considera che è dimostrata la connessione tra disturbi fisici e psicologici e livelli acustici compresi tra 50 e 65  $L_{VA}$ .

Un esempio pratico può aiutare a comprendere la natura del problema. La tabella G illustra l'attività aeroportuale lungo l'arco della giornata, indicando il numero di atterraggi e decolli che hanno luogo anche nel corso della notte.

Studi epidemiologici condotti nei Comuni limitrofi alla area aeroportuale di Malpensa 2000 registrano un preoccupante incremento nel numero di persone che sono soggette a disturbi del sonno e ad una maggiore difficoltà comunicativa nel periodo compreso tra il 01/05/2000 ed il 30/11/2000. Il campione di intervistati era formato prevalentemente da donne in età adulta residenti nei Comuni confinanti con la zona di nostro interesse. In estrema sintesi, su un totale di 178 intervistate ben 170 hanno lamentato disturbi connessi all'inquinamento acustico, che per il 98,2% hanno imputato al rumore prodotto dagli aeromobili in volo soprattutto nelle ore notturne. Una parallela indagine condotta su un campione di persone che risiedono in zone distaccate dall'area aeroportuale non accusano al contrario i medesimi sintomi: solo 46 intervistate su un totale di 161 soffrono di disturbi del sonno, che per lo più considerano dovuto al traffico stradale (71,7%)

piuttosto che al movimento degli aeromobili (21,7%). Tale dato è comunque preoccupante se si considera che lo sviluppo del settore aeronautico comporta necessariamente un incremento del traffico su reti stradali di collegamento all'aeroporto, ragion per cui la sorgente dell'inquinamento acustico in entrambi i casi è sempre il sistema aeroportuale (Tabelle H e I).

## **CONCLUSIONI**

Si è visto che l'industria del trasporto aeronautico in Europa è caratterizzata da un ritmo di crescita superiore a quello dell'introduzione di innovazioni tecnologiche ed operative che consentono di ridurre l'impatto ambientale alla fonte. Nonostante gli indubbi benefici economici e sociali che sottostanno all'espansione dell'aviazione civile, è necessario pertanto che il trend di crescita si conformi ai parametri promossi negli ultimi anni dall'Unione europea per la salvaguardia del patrimonio naturale.

Ponendo quindi come obiettivo di lungo periodo la promozione dello sviluppo sostenibile, la strategia deve basarsi sulle seguenti azioni chiave.

**Integrazione.** L'operatività sul mercato del settore dei trasporto aereo europeo deve essere inserita in una politica di minimizzazione degli impatti ambientali e di salute umana, ottimizzazione dell'uso delle risorse naturali e miglioramento continuo della performance complessiva.

L'integrazione delle politiche che tenacemente e costantemente viene promossa dai Consiglio europei deve diventare un dogma per la realizzazione di sostanziali progressi nelle prestazioni ambientali degli aeromobili e dei loro motori e per il controllo delle loro emissioni in atmosfera.

In questa prospettiva, il settore aeronautico rappresenta il luogo per eccellenza in cui confluiscono le tre variabili dello sviluppo sostenibile: economia, ambiente e comunità sociale, ed in cui emerge con forza l'esigenza di predisporre misure di integrazione intersettoriale pertinenti.

**Coordinamento.** La responsabilizzazione dei diversi attori coinvolti nella corretta gestione del sistema aeroportuale deve condurre al coordinamento delle attività al fine di ottimizzare gli output e le prestazioni. L'adozione di misure concertate che coinvolgano ugualmente le autorità locali e quelle aeroportuali consentirebbe, ad esempio, di indirizzare positivamente le politiche di pianificazione territoriale nell'intorno dell'aeroporto,

tutelando così le aree residenziali limitrofe e indirettamente salvaguardando la salute della comunità locale. In sintesi, la comunicazione è alla base di ogni politica sostenibile.

È assolutamente necessario promuovere anche a livello comunitario soluzioni coerenti e coordinate tra gli Stati membri per evitare distorsioni alla concorrenza e garantire trasparenza nella gestione delle problematiche ambientali. Un chiaro esempio degli effetti deleteri che politiche nazionali disorganizzate possono avere sull'ambiente è rappresentato dalle misure antirumore adottate per disciplinare l'attività notturna degli aeromobili. Il divieto di sorvolo notturno applicato da un numero ridotto di aeroporti europei, seppur sia conforme agli obiettivi ambientali, di fatto blocca l'operatività aeronautica in determinate fasce orarie e limita la competitività dell'aeroporto stesso nei riguardi di altri sistemi che tali disposizioni non abbiano previsto. La frammentazione delle strategie e la differenziazione delle scelte politiche tra gli Stati membri delinea quindi una mancanza di omogeneità che non è più accettabile in Europa. Target di alto profilo politico e sociale come quelli che qui si propongono possono essere implementati soltanto sulla base di principi collaborativi e cooperativi. Il settore aeronautico rappresenta un mercato aperto ed fortemente globalizzato le cui regole devono essere ugualmente valide per tutti gli operatori degli Stati membri.

**Supporto comunitario.** La Comunità deve fornire nuove opportunità agli Stati membri per usufruire di incentivi economici e regolamentari che consolidino il vantaggio commerciale del trasporto aereo nel rispetto dell'ambiente e della salute pubblica.

Le possibili conseguenze negative in termini economici cui l'aviazione civile può incorrere a seguito dell'introduzione di limitazioni ai voli notturni necessari per la riduzione dell'inquinamento acustico possono essere attutiti attraverso l'introduzione di sostegni e stimoli adeguati. La marginalizzazione economica e la perdita occupazionale non devono rappresentare il contraltare di una politica mirata al perseguimento degli obiettivi propri dello sviluppo sostenibile. In questo ordine di idee, emas costituisce un ottimo esempio di come sia possibile ottenere miglioramenti di performance ambientale nel rispetto del valore commerciale di un settore economico. Non è un caso che già prima dell'approvazione del nuovo regolamento emas, alcuni aeroporti europei avessero deciso di aderire a tale schema volontario di gestione ambientale, applicando l'art.14 in fase di sperimentazione (Dublino, Monaco, Malpensa).

**Monitoraggio.** I sistemi di monitoraggio e le strutture metodologiche costituiscono un valido supporto empirico per la gestione dell'impatto ambientale aeroportuale che deve essere costantemente aggiornato e rivisitato. Nel 1998, circa il 35% dei principali aeroporti

europei era dotato di un sistema di monitoraggio, ed un altro 23% ne prevedeva l'installazione entro il 2000. È necessario quindi promuovere la predisposizione di sistemi di monitoraggio ambientali nella totalità degli aeroporti europei, perché le strategie applicate trovino corrispondenza nella realtà e soddisfino le esigenze ambientali e sociali.

Metodologia. È necessario perseverare negli sforzi atti alla definizione di strutture che consentano di valutare empiricamente ciò che a livello giuridico è inserito nel Trattato dell'Unione europea e negli accordi internazionali. Gli indicatori costituiscono lo strumento primario di valutazione empirica dei fenomeni ambientali e sociali, poiché permettono di prevenire danni ambientali e sociali anticipando le opportune strategie di intervento. Ciò si rende di particolare importanza per quanto concerne l'impatto che i sistemi aeroportuali hanno sulla salute pubblica: garantire un elevato livello di protezione può infatti significare adottare misure preventive e tempestive all'insorgere del danno.

In conclusione, solo la valorizzazione dei principi ora esposti in un'ottica di coordinamento intersettoriale può consentire di ridurre alla fonte i danni connessi all'attività aeroportuale. In questo modo sembra infatti possibile preservare le risorse naturali per le generazioni future, prevenire i danni alla salute della comunità locale ed economizzare sugli interventi posteriori atti alla risoluzione dei danni causati da una gestione insostenibile del servizio aeronautico.

Il principio di precauzione sancito nel trattato diventa lo strumento primario cui ricorrere per la definizione di un settore aeronautico europeo sostenibile.

## **INTRODUZIONE**

- (1) La Fondazione Eni Enrico Mattei è un istituto di ricerca no profit nel settore della politica ambientale. Si consulti per maggiori informazioni il sito: <http://www.feem.it>.
- (2) Il riferimento Internet per informazioni relative al progetto europeo citato è il seguente: [http://www.europa.eu.int/comm/health/ph/programmes/pollution/ph\\_poll\\_fp00\\_en.html](http://www.europa.eu.int/comm/health/ph/programmes/pollution/ph_poll_fp00_en.html).

## **CAPITOLO I: LA NORMATIVA EUROPEA NEL SETTORE DEI TRASPORTI**

- (1) Secondo la definizione data dalla World commission on environment and development (meglio nota come "Brundtland Commission"), lo sviluppo sostenibile è "the development which meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs": "Our Common Future", World commission on environment and development, 1987.
- (2) In questi termini: "Consultation Paper for the Preparation of a European Union Strategy for Sustainable development", Working Document of the Commission Services.
- (3) Una considerazione da non trascurare quando si considerano gli ancora limitati progressi verso l'integrazione e la sostenibilità, è rappresentato dal fatto che i settori dei trasporti più "environmentally friendly" sono quelli che registrano un tasso di crescita annuo ridotto: bicicletta (0,5%); treni (1%); autobus (1,3). Il trasporto aereo, come si vedrà, registra invece un tasso di crescita annuo del 7,7%, e il trasporto su strada si attesta intorno al 3%: non a caso sono questi i settori che sollevano il maggior numero di problemi di impatto ambientale: "Are we moving in the right direction? Indicators on Transport and Environment. Integration in the European Union", TERM 2000, Environmental issues series n.12, European Environmental Agency, Copenhagen, 02/2000, p. 143.
- (4) Il titolo XIII del trattato si occupa direttamente della sanità pubblica (art.152).
- (5) "Air Transport and the Environment. Towards meeting the Challenges of Sustainable Development", Com(1999) 640 final, 1/12/1999.
- (6) "Towards sustainability: the European Community Programme of Policy and Action in Relation to the Environment and Sustainable Development", GUCE C 138, 17/05/1993. Si ricorda che il concetto di sviluppo sostenibile applicato ai trasporti è ampiamente trattato anche dal VI Programma comunitario di politica ed azione (2001-2010) "Ambiente 2010: il nostro futuro, la nostra scelta". Si veda: Com(2001) 31 definitivo, 24/01/2001.
- (7) Il consiglio europeo di Cardiff invitò anche i consigli dell'Agricoltura e dell'Energia a stabilire delle strategie per l'integrazione della variabile ambientale nelle politiche economiche. Successivamente, il consiglio europeo di Vienna del dicembre 1998 incluse nel cosiddetto "processo di Cardiff" i consigli dell'Industria, del Mercato Interno e dello Sviluppo. Il consiglio europeo di Cologne tenutosi nel giugno del 1999 invitò infine i consigli della Pesca, Ecofin e degli Affari Generali a sviluppare a loro volta adeguate strategie per l'integrazione. Si vedano

in proposito le conclusioni del consiglio europeo di Cardiff, documento n. 00150/98, nonché del consiglio di Vienna dell'11/12/98, documento n.00300/1/98 e del consiglio di Cologne tenutosi lo 04/06/99, documento n.150/99.

- (8)** “Integrating the Environmental Dimension. A Strategy for the Transport Sector. A status Report”, European Council of Transport, document n.11282/99, 6/10/1999.
- (9)** “Recommendations for Actions towards Sustainable Transport. A strategy Review”, joint expert group on Transport and Environment, DG Transport and Environment, 26/12/2000.
- (10)** Defining an Environmental Sustainable Transport System, working group I, DG Environment, 6/09/2000.
- (11)** “Measures that simultaneously address Climate Change and other Environmental or other Aspects of Sustainability”, working group II, DG Environment, 09/2000.
- (12)** “Transport Demand and Behavioural Change”, working group III, DG Environment, 18/09/2000.
- (13)** “La strategia dell’Unione per lo sviluppo sostenibile è basata sul principio secondo cui gli effetti economici, sociali ed ambientali di tutte le politiche dovrebbero essere esaminati in modo coordinato e presi in considerazione nel processo decisionale. Per realizzare un miglior coordinamento (...), il Consiglio dell’Unione impartirà (...) orientamenti volti a promuovere lo sviluppo sostenibile; invita le istituzioni a migliorare il coordinamento delle politiche interne tra i diversi settori (...); prende atto che la Commissione inserirà nel suo piano d’azione (...) meccanismi intesi a garantire che tutte le principali politiche proposte comprendano una valutazione d’impatto sotto il profilo della sostenibilità riguardo alle possibili ripercussioni economiche, sociali e ambientali”: in questi termini le conclusioni del consiglio europeo di Göteborg, 15 giugno 2001, documento n.200/01.
- (14)** La convenzione sull’aviazione civile internazionale, di seguito convenzione di Chicago, fu firmata il 7/12/1944 da 52 Stati, sotto l’egida del Provisional international aviation organisation (Picao), e poi dell’Organizzazione sull’aviazione civile internazionale (Icao), nata il 4/04/1947 come un’organizzazione specializzata delle Nazioni Unite e posta sotto la diretta supervisione del Comitato economico e sociale (Ecosoc). Le politiche in materia di ambiente sono decise dall’Icao attraverso il Comitato sulla protezione ambientale dell’aviazione (Caep). Si ricorda che la convenzione di Chicago è periodicamente sottoposta a revisione in base agli orientamenti ed alle evoluzioni in materia di trasporti ed ambiente. Attualmente si è giunti alla sua ottava edizione (2000), per il settembre 2001 si attende la 33° assemblea Icao.
- (15)** GUCE L 018 del 24/01/1980, pag.26-28, poi emendata dalla direttiva 83/206/EEC, GUCE L 117 del 4/05/1983, che estende l’applicabilità della precedente direttiva agli aeromobili degli Stati non membri che sorvolano i cieli europei.
- (16)** GUCE L 363, del 13/12/1989, pag. 27-28.
- (17)** GUCE L 059, 08/03/1996, pag. 62.



- (18) GUCE C 108, 07/04/1998, pag. 26.
- (19) GUCE L 262 del 08/10/1999, pag.23.
- (20) GUCE L 155/7 del 22/06/99, pag. 7-12.
- (21) Non pubblicata sulla GUCE.

## **CAPITOLO II: I SISTEMI AEROPORTUALI EUROPEI**

- (1) La data che viene considerata come il riferimento per la completa realizzazione del mercato interno (uno spazio comune senza frontiere interne) è il 1/01/1993. Relativamente dei cambiamenti strutturali e gestionali affrontati dai sistemi aeroportuali per conformarsi al nuovo regime, si ricordino i rapporti presentati dalla Commissione per una efficace implementazione delle misure di liberalizzazione: Com(96) definitivo del 22/10/1996 e quello relativo agli sviluppi dell'aviazione civile seguenti la realizzazione del mercato interno: Com(99)182 definitivo del 20/05/1999.
- (2) Ad oggi, sembra che non rientrino nei costi dei biglietti aerei le spese necessarie per la salvaguardia dell'ambiente e della salute compromesse dalle strutture aeroportuali, forse perché non è ancora totalmente compreso il valore dello sviluppo sostenibile. Sembra possibile quindi parlare in questo caso di "esternalità", con il cui termine si intendono "gli effetti negativi di un'attività quando i loro costi non vengono pagati da chi li esercita ma ricadono direttamente sull'ambiente e sulla collettività". Nel 1997, per esempio, si è calcolato che le esternalità imputabili al settore aereo erano così ripartite: gas serra (1.097 miliardi di lire); inquinamento atmosferico (964 miliardi di lire); rumore (1.868 miliardi di lire): Filippini, R., "I costi ambientali e sociali dei trasporti", documento presentato durante la conferenza "Competition and the Development of European Railways", Roma, 14-16/02/2001.
- (3) Questi dati vengono espressi in ricchezza passeggeri su chilometro (revenue passenger-kilometer: Rpk's). Rpk's è una unità di misura del traffico spesso utilizzata nel settore dei trasporti: essa si ottiene moltiplicando il numero di passeggeri paganti il biglietto aereo per le distanze di volo espresse in chilometri. Un'altra unità cui spesso si ricorre è disponibilità di posti su chilometro (available seat per kilometer: Ask's), misurata come il numero di posti a sedere disponibili per passeggero moltiplicato per le distanze di volo espresse in chilometro. Si veda in proposito: "Aviation and the Global Atmosphere. A Summary for Policy Makers", International panel on climate change special report, Cambridge university press, 1999, p.3.
- (4) Un aumento nel prodotto nazionale lordo genera di solito un aumento più che proporzionale nella domanda di trasporto. Quest'ultima risulta essere molto sensibile a periodi di recessione, ragion per cui la possibilità di fare previsioni davvero certe sulla crescita futura del settore in analisi è dubbia. Tuttavia, se si considera che il consiglio europeo di Lisbona del marzo 2000 ha previsto un tasso di crescita futuro del Pnl del 3% anno, è automatico supporre che un certo margine di attendibilità che la domanda di servizio aereo subirà un ulteriore incremento,

al di là di processi di stabilizzazione. In particolare, si calcola che nei Paesi industrializzati circa il 10-15% del reddito sia destinato ai viaggi, contro un 5% massimo nei Paesi in via di sviluppo: "Recommendations for Actions towards Sustainable Transport", Ibid., p.26.

- (5) "Updating and Development of Economic and Fares Data regarding the European Air Transport Industry", 2000 annual report, DG Energy and Transport, 07/2001, p. III.
- (6) "Overview of Instruments Relevant to Transport, Environment and Health. Recommendation for Further Steps. A Synthesis Report", document n.ECE/AC21/2001/1, Who, Regional office for Europe, 2001.
- (7) Secondo il principio di precauzione, al fine di evitare conseguenze irrimediabili per l'ambiente a causa dell'attività umana, è necessario agire in anticipo affinché il danno non si produca. Gli altri principi guida che informano la politica ambientale comunitaria sono: il principio dell'azione preventiva; il principio della correzione dei danni causati all'ambiente (soprattutto alla fonte); il principio "chi inquina paga".
- (8) In sintesi: tecnologie più pulite volte all'ottimizzazione nell'utilizzo delle risorse; accordi volontari; introduzione dei sistemi di gestione ambientale conformi ai requisiti Emas o alla norma Iso 14001; sistemi di gestione ottimale del traffico (Atm). A proposito dell'applicazione di Emas nelle aree aeroportuali, si veda: Matteo Bartolomeo e Stefania Borghini: "Implementing Environmental Management Systems at Airport Sites", marzo 1998, elaborato sulla base di un progetto che la Feem ha condotto insieme a Sea Aeroporti di Milano (Malpensa), Sagat (Torino Caselle), Aer Rianta (Dublin Airport) e Munich Airport. Si veda inoltre il regolamento del Consiglio 93/1836/ECC del 29/06/1993, GUCE L 168 del 10/07/1993.
- (9) "Transport, Environment and Health", Who Regional office for Europe, European series, n.89, 2000, p.20.
- (10) Solo nel giugno 1989 si è registrato un picco più elevato, pari al 30,8%. Si veda in proposito: "Updating and Development of Economic and Fares Data regarding the European Air Transport Industry", Ibid., p. III e 6-14.
- (11) "Aviation and the Global Atmosphere. A Summary for Policy Makers", Ibid., p.11.

### **CAPITOLO III: L'AMBIENTE**

- (1) Alcune delle sostanze inquinanti emesse dagli aeromobili in movimento sono chiamate "gas ad effetto serra" ("greenhouse gases"), poiché considerate direttamente responsabili dell'effetto serra: il biossido di carbonio o anidride carbonica (CO<sub>2</sub>); il metano (CH<sub>4</sub>); gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>); i clorofluorocarburi (CFC). Per approfondimenti sul tema, si consulti: "Aviation and the Global Atmosphere. A Summary for Policy Makers", Ibid., prefazione.
- (2) Nella terminologia anglosassone, "environmentally quality objectives". A tale proposito: "Defining an Environmentally Sustainable Transport System", Ibid., p.7ss.

- (3) Si consideri che le ore di funzionamento dei motori includono, oltre alle fasi di volo vero e proprio, anche le cosiddette fasi di minimo, comprendenti sia i movimenti a terra e porte chiuse degli aeromobili, sia il percorso suppletivo indotto dalla congestione aeroportuale (taxing). La fase di crociera non rileva ai fini di una valutazione degli impatti ambientali nelle zone limitrofe al sistema aeroportuale.
- (4) "Aviation and the Global Atmosphere", Ibid., p.3-4.
- (5) I dati sono stati tratti da Eurostat, [www.europa.eu.int/comm/eurostat](http://www.europa.eu.int/comm/eurostat).
- (6) Si veda: "Defining an Environmentally Sustainable Transport System", Ibid., p. 34.
- (7) Per un esame dettagliato dei target internazionali applicati al settore dei trasporti, si veda: "Are we moving in the right direction? Indicators on transport and Environment. Integration in the European Union", Ibid., p. 20ss.
- (8) "Are we moving in the right direction? Indicators on Transport and Environment. Integration in the European Union", Ibid., p. 32ss.
- (9) Si consulti il sito internet: <http://www.icao.org> per ragguagli sulla metodologia di riferimento.
- (10) "Transport Demand and Behavioural Change", Ibid., p.13.
- (11) Si veda: Palin, L. - Panella, M., " Il controllo della qualità atmosferica nei siti aeroportuali", Università degli studi del Piemonte Orientale "Avogadro" - Facoltà di Medicina e Chirurgia, 2000, [www.parcoticino.it/abstract.html](http://www.parcoticino.it/abstract.html).
- (12) Si veda: "Aviation and the Environment", Air transport aviation group (Atag), 2001, <http://www.atag.org/avenv/index.htm>.

#### **CAPITOLO IV: IL RUMORE**

- (1) Ad esempio, si considera che un aumento di temperatura di 1°C comporta un aumento nella velocità di propagazione del suono pari a 0,5 metri al secondo.
- (2) Si veda "Aviation and the Environment", Ibid.
- (3) Si veda il paragrafo 2.3.2. che tratta il tema delle congestioni aeree.
- (4) "Aeroporti tra sviluppo ed ambiente: i sistemi di gestione ambientale", aeroporto di Malpensa, Fondazione eni Enrico Mattei e Sea Società esercizi aeroportuali Milano, 2-3/04/1998, p.13.
- (5) In sintesi, queste le misure indicate dalla convenzione di Chicago: tassazione sul rumore; limitazione ai voli notturni; monitoraggio del rumore; procedure antirumore; pianificazione del territorio; programmi di insonorizzazione. Tali misure sono state poi riproposte dal libro verde della Commissione sulla gestione del rumore: Com(96)540 definitivo, del 4/11/1996, non pubblicato sulla GUCE.
- (6) Oltre alle menzionate categorie, ne esiste una quarta esclusa dalla procedura di classificazione perché comprende gli aeromobili operanti nel periodo 1958-1965, che essendo

eccessivamente rumorosi e tecnologicamente superati, vennero considerati da subito interdetti dai cieli europei Nella nomenclatura Icao, erano i cosiddetti “non noise certified” (Nnc).

(7) Si veda: “Primo Rapporto Ambientale Alitalia”, Linee Aeree Italiane S.p.A., Roma, 1999, p.42.

(8) Gorgoglione, S.,”Per regolare i voli notturni occhio alla concorrenza”, in “Eco city: Aeroporti e Ambiente”, supplemento di Ambiente e Sviluppo al n°5, settembre/ottobre 2000, grafica Gilcar s.r.l., Milano, p.15-16.

## **CAPITOLO V: LA SALUTE PUBBLICA**

(1) “Lowest observed effect level”, in Geroundeau, C., “Trasporti in Europa”, M&T mobilità e traffico urbano, Milano, 1996, p.141.

(2) “Overview of the Environment and Health in Europe in the 1990s: Third Ministerial Conference on Environment and Health”, London, 16-18/06/1999, WHO Regional office for Europe, document n. EUR/ICP/EHCO 02 02 05/6, 1999.

(3) “Health Council of the Netherlands. Public health effects of large airports”, 14E, the Hague, 1999.

(4) “Health 21. the Health for all Policy Framework for the WHO European Region”, European health for all series n.6, Who Regional office for Europe, 1999.

(5) “Air and Health”, European environmental agency, Copenhagen, 2001, <http://reports.eea.eu/int/2599XXX/en/page003.html>, introduzione.

(6) “Health and Environment in Sustainable Development. Five Years after the Earth Summit”, Who, Geneva, 1997, p. 170ss.

(7) “Diesel exhaust: a critical analysis of emissions, exposure and health effects. A special Report of the Institute ‘s Diesel Working Group”, Health effects Institute, Cambridge, 1995, p.20.

(8) Si stima che circa il 20% della popolazione dell’Europa occidentale (ovvero circa 80 milioni di cittadini) subiscano livelli di inquinamento acustico considerati inaccettabili dagli esperti; circa 170 milioni di persone sono poi esposte a livelli di rumore che causano disturbo Si veda: “Defining an Environmentally Sustainable Transport System”, Ibid., p. 35, e Gorgoglione, S., “Per regolare i voli notturni occhio alla concorrenza”, in “Eco city: Aeroporti e Ambiente”, supplemento di Ambiente e Sviluppo al n°5, settembre/ottobre 2000, Grafica Gilcar s.r.l., Milano, p.15.

(9) Le differenze nei dati che sono stati raccolti nei diverse realtà aeroportuali dipendono anche dal fatto che ogni hub presenta delle caratteristiche proprie che incidono nella propagazione del rumore: dimensioni, numero di movimenti giornalieri, regolamentazione dei voli durante le fasce notturne ecc. si veda a tal proposito: “Are we moving in the right direction? Indicators on Transport and Environment. Integration in the European Union”, Ibid., p. 38.

(10) “Transport, Environment and Health”, Ibid., p. 66.

(11) Ibid., p. 78.

(12) Le morti dovute ad incidenti aerei hanno raggiunto il numero di 143 nel 1992, e poi ancora 73 nel 1995. Da allora si registrano dati molto più rassicuranti: “Are we moving in the right direction? Indicators on Transport and Environment. Integration in the European Union”, Ibid., p.65.

## **CAPITOLO VI: LA METODOLOGIA**

- (1) Ad esempio, la temperatura corporea è un valido indicatore delle condizioni di salute umana: “OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews. A Synthesis Report by the Group on the State of the Environment”, Environment monographs n.83, document n. OECD/GD(93)179, Paris, 1993, p.5.
- (2) “Environmental Indicators: Typology and Overview”, technical report n.25, European environmental agency (Eea), Copenhagen, 1999, p.5ss.
- (3) “Environmental Health Indicators: Framework and Methodologies”, Who, document n. WHO/SDE/OEH/99.10, Geneva, 1999, pag.3 e “OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews. A Synthesis Report by the Group on the State of the Environment”, Ibid., p.7.
- (4) Le incompatibilità di fondo tra i criteri cui gli indicatori devono rispondere sembrano essere uno stimolo al miglioramento continuo, piuttosto che la fonte di problematiche ulteriori: Ibid., p.3.
- (5) Ad esempio, un indicatore pensato per stimolare l’interesse dell’opinione pubblica su di un tema di politica ambientale, deve necessariamente essere chiaro, semplificato e comprensibile: alcune sue specificità come la validità o la precisione scientifica dovrebbero essere perciò sacrificate. Lo stesso indicatore pertanto non potrebbe essere utilizzato per monitorare lo stato della politica ambientale al fine di condurre studi scientifici o tecnici di alto profilo. Ibid., p.4.
- (6) Si veda il capitolo primo sulla promozione europea dello sviluppo sostenibile.

## **ALLEGATO: CASO STUDIO SULL’AEROPORTO DI MALPENSA 2000**

- (1) Questa la classificazione tra gli aeroporti di Milano: Malpensa 2000 come hub intercontinentale; Milano Linate come city airport; Orio al Serio come scalo europeo e Brescia Montichiari a servizio dell’area aeroportuale orientale lombarda:
- (2) Si consulti il sito internet della Sea, la Società che gestisce gli aeroporti di Milano, per maggiori informazioni: <http://www.sea-aeroportimilano.it>.
- (3) Si veda: Lonati, G., “Inquinamento atmosferico causato da un hub: il caso dell’aeroporto di Milano Malpensa”, Politecnico di Milano, dipartimento di ingegneria idraulica, ambientale e del rilevamento, sezione ambientale: <http://www.parcoticino.it/abstract.html>.
- (4) Si veda: Pisani, S – Bonarrigo, D. – Gambino, M. – Degli Stefani, C. – Verri, A.M. (a cura di): “Studio epidemiologico Salus domestica per la valutazione dei danni di salute derivanti dall’inquinamento dell’aeroporto Malpensa 2000”, Osservatorio epidemiologico della ASL Provincia di Varese, <http://www.parcoticino.abstract.html>.

## CAPITOLO II: I SISTEMI AEROPORTUALI

Tabella A: crescita per settore di trasporto negli anni Novanta in Europa.

ANNO	1000 milioni pkm					
	TRAFFICO SU STRADA	AUTOBUS	TRAM/METRO	TRENI	AEREI	TOTALE
1970	1.583	270	38	217	43	2.151
1980	2.333	347	40	253	96	3.069
1990	3.302	369	48	274	204	4.197
1994	3.584	374	41	270	254	4.523
1995	3.656	384	41	270	274	4.624
1996	3.710	386	41	279	290	4.707
1997	3.787	393	41	282	322	4.826
1990-1997	+15%	+6%	-13%	+3%	+58%	+15%

Fonte: Ecmt, Uic, Uitp, statistiche nazionali e stime Eurostat

Tabella B: le prime dieci compagnie aeree europee stimate in base all'indice di misura rpk's.

RANGO	COMPAGNIA AEREA	STATO	RPK'S 1992 (milioni)	RPK'S 1999 (milioni)	% DI VARIAZIONE
1	British Airways	UK	80.473	118.016	46,7%
2	Lufthansa	D	61.274	86.153	40,6%
3	Air France	F	55.504	83.823	51,0%
4	KLM	NL	33.064	58.112	75,8%
5	Alitalia	I	27.397	36.687	33,9%
6	Iberia	E	23.871	34.599	44,9%
7	Swissair	CH	16.221	31.767	95,8%
8	Virgin Atlantic Airways	UK	9.001	25.027	178,0%
9	SAS	DK/N/S	15.725	21.243	35,1%
10	Sabena	B	6.203	17.693	185,2%

Fonte: Eurostat

Tabella C: classificazione delle principali compagnie aeree europee in base alla ricchezza prodotta nel 1999.

RANGO	COMPAGNIA AEREA	STATO	RICCHEZZA (euro)	% 1998-1999
1	British Airways	UK	12.775	0,50%
2	Lufthansa	D	12.099	9,00%
3	Air France	F	8.90	13,50%
4	Swissair	CH	7.711	15,10%
5	KLM	NL	5.762	4,10%
6	Alitalia	I	4.545	4,00%
7	SAS	DK/N/S	4.458	1,40%
8	Iberia	E	3.673	-2,90%
9	Sabena	B	2.107	3,50%
10	LTU Int. Airways	D	1.934	7,70%
11	Virgin Atlantic Airways	UK	1.566	13,20%
12	Austrian Airlines	A	1.468	4,40%
13	Finnair	F	1.411	7,70%
14	Aer Lingus	IRL	1.154	1,30%
15	TAP Air Portugal	P	1.020	-6,70%

Fonte: Ati

Tabella D: le principali compagnie aeree europee classificate in base alle dimensioni delle loro flotte nel 1999.

RANGO	COMPAGNIA AEREA	STATO	DIMENSIONI DELLA FLOTTA	PASSEGGERI (milioni)
1	British Airways	UK	268	117.463
2	Lufthansa	D	233	81.401
3	Air France	F	227	85.543
4	Iberia	E	179	34.606
5	SAS	DK/N/S	154	21.243
6	Alitalia	I	146	36.762
7	KLM	NL	97	58.903
8	Swissair	CH	74	32.740
9	Finnair	F	58	12.962
10	Sabena	B	53	17.714

Fonte: Airlines Business

Tabella E: aeroporti europei classificati su scala internazionale in base a stime sul trasporto passeggeri nel 2000.

RANGO	AEROPORTO	STATO	PASSEGGERI
4	London Heathrow	UK	64.607,185
7	Frankfurt Rhein-Main	D	49.360,620
8	Paris Charles de Galle	F	48.240,137
10	Amsterdam Schiphol	NL	39.604,589
21	Madrid Barajas	E	32.765,820
43	Bruxelles Zaventem	B	21.604,478
45	Milano Malpensa	I	20.716,815
55	Stockholm Arlanda	S	18.446,309
56	Kopenhagen Kastrup	DK	18.294,387
77	Vienna	A	11.939,571
89	Helsinki	SF	10.014,873
94	Lisbon	P	9.395,761
278	Cork	IRL	1.683,524
--	Luxembourg	L	n.a.
--	Athens Ellenikon	EL	n.a.

Fonte: Aci; aggiornamento al 26/03/2001

Tabella F: aeroporti europei classificati su scala internazionale in base a stime sul numero di movimenti aerei totali (atterraggi e decolli) nel 2000.

RANGO	AEROPORTO	STATO	MOVIMENTI
8	Paris Charles de Galle	F	517.657
17	London Heathrow	UK	466.815
18	Frankfurt Rhein-Main	D	458.731
25	Amsterdam Schiphol	NL	432.479
37	Madrid Barajas	E	358.749
42	Brussels Zaventem	B	325.979
48	Kopenhagen Kastrup	DK	303.713
67	Milano Malpensa	I	248.985
82	Vienna	A	206.968
114	Helsinki	SF	162.853
171	Lisbon	P	112.144
241	Stockholm Arlanda	S	70.165
299	Cork	IRL	50.342
--	Luxemburg	L	n.a.
--	Athens Ellenikon	EL	n.a.

Fonte: Aci; aggiornamento al 26/03/2001.

Tabella G: aeroporti europei classificati su scala internazionale in base a stime sul totale del trasporto merci (cargo) nel 2000.

RANGO	AEROPORTO	STATO	MOVIMENTI
8	Frankfurt Rhein-Main	D	1.710,144
13	London Heathrow	UK	1.402,088
14	Paris Charles de Galle	F	1.380,068
15	Amsterdam Schiphol	NL	1.267,386
27	Brussels Zaventem	B	634,342
43	Kopenhagen Kastrup	DK	419,342
53	Madrid Barajas	E	331,285
56	Milano Malpensa	I	300,108
84	Stockholm Arlanda	S	155,108
94	Vienna	A	134,994
102	Lisbon	P	115,449
117	Helsinki	SF	95,749
301	Cork	IRL	8,061
--	Luxemburg	L	n.a.
--	Athens Ellenikon	EL	n.a.

Fonte: Aci; aggiornamento al 26/03/2001.

Tabella H: classificazione dei voli in partenza che hanno subito un ritardo superiore ai 15 minuti nei principali aeroporti europei nel 2000.

AEROPORTO	STATO	PERCENTUALE DI RITARDO
Milano Malpensa	I	54,0%
Madrid Barajas	E	48,4%
Athens Ellenikon	EL	36,6%
Paris Charles de Galle	F	36,4%
Lisbon	P	36,3%
Brussels Zaventem	B	35,4%
Frankfurt Rhein-Main	D	33,5%
Amsterdam Schiphol	NL	30,3%
London Heathrow	UK	25,7%
Vienna	A	23,4%
Dublin	IRL	19,8%
Helinki	SF	18,9%
Stockholm Arlanda	S	18,5%
Kopenhagen Kastrup	DEN	18,3%

Fonte: Aea

### CAPITOLO III: L'AMBIENTE

Tabella A: obiettivi di qualità ambientale per una selezione di emissioni che il settore aereo deve perseguire per lo sviluppo sostenibile.

EMISSIONI	DESCRIZIONE	SOGLIA DI SOSTENIBILITA
CO <sub>2</sub>	Biossido di carbonio	20% massimo delle emissioni registrate nel 1990.
NO <sub>x</sub>	Ossido di azoto	10% massimo delle emissioni totali registrate nel 1990.
PM <sub>10</sub>	Particelle	Riduzione totale dal 55% al 99%
Cov	Composti organici volatili	10% massimo delle emissioni totali registrate nel 1990.
Emissioni acustiche	Rumore prodotto dagli aeromobili	55-75 dB durante il giorno 45 dB durante la notte

Fonte: DG Ambiente



Tabella B : emissioni di CO<sub>2</sub> prodotte dalla combustione di carburante fossile in Europa.

SETTORE	1990	1996	CRESCITA ANNUA (%)
	Milioni di tonnellate CO <sub>2</sub>		
UE 15 (14% del mondo)	3.088,5	3.149.0	100%
Trasporto (totale)	737.8	825.4	26%
Aereo	82.0	101.7	3%
Treni	9.1	8.4	0%
Su strada	626.1	693.9	22%
Vie fluviali	20.6	21.1	1%

Fonte: Eurostat

Tabella C: emissioni di CO<sub>2</sub> da carburante fossile per singoli settori di trasporto in Europa nel 1995.

SETTORE	EMISSIONI (grammi/passeggeri km)
Aereo	175
Treni	65
Su strada	125
Autobus	45

Fonte: DG Trasporti

Tabella D: target internazionali per la riduzione delle emissioni atmosferiche nell'Unione europea.

PROMOTORE	INQUINANTE	ANNO INIZIO	ANNO TARGET	RIDUZIONE
Convenzione quadro delle Nazioni Unite sul cambiamento climatico	CO <sub>2</sub>	1990	2000	Stabilizzazione
	CO <sub>2</sub> e Gas Effetto Serra	1990	2008-2010	8%
Convenzione delle Nazioni unite sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero	SO <sub>2</sub> (*)	1980	2000	62%
	SO <sub>2</sub> (**)	1990	2010	75%
	NO <sub>x</sub>	1987	1994	Stabilizzazione
	NO <sub>x</sub> (**)	1990	2010	49%
	COV	1987	1999	30%
V Programma di azione Ambientale Comunitario	COV (**)	1990	2010	59%
	SO <sub>2</sub>	1985	2000	35%
Proposta di direttiva europea sulle emissioni	NO <sub>x</sub>	1990	2000	30%
	SO <sub>2</sub>	1990	2010	78%
	NO <sub>x</sub>	1990	2010	55%

Fonte: EEA

(\*) target di riduzione adottati dal secondo protocollo alla Convenzione del 1994.

(\*\*) target di riduzione adottati dal multi protocollo alla Convenzione del 1999.

(\*\*\*) Proposta della Commissione definitivo sulla adozione di una direttiva sulle "emissioni atmosferiche nazionali", Com(125)99 def.

Tabella E: età media delle flotte europee delle principali compagnie aeree europee.

VETTORE	STATO	AEROMOBILI	ETA MEDIA
Alitalia	I	165	9
Air France	F	224	10,3
British Airways	UK	307	9,5
Iberia	E	139	14,4
KLM	NL	118	8,6
Lufthansa	D	299	8,1

Fonte: Alitalia

Tabella F: previsioni sul consumo di carburante, CO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> in Europa.

EMISSIONI	UE 1992	UE 2015
Carburante	15,5	29,5

NO <sub>x</sub> (Gg NO <sub>2</sub> )	177	331,5
CO <sub>2</sub> (Tg)	49,3	94,3

Fonte: Ancat/Ecac; nota: Tg (teragrammo): 10<sup>12</sup> grammi; Gg (gigagrammo): 10<sup>9</sup> grammi.

Tabella G: consumo di energia per singoli settori di trasporto in Europa.

SETTORE	1990	1997	CRESCITA ANNUA (%)
	Milioni di tonnellate per carburante		
Aereo	27.8	36.0	3,8%
Treni	6.9	7.6	1,4%
Su strada	212.5	238.5	1,7%
Fluviale	6.7	6.5	-0,4%
Totale settore	253.8	288.6	1,9%

Fonte: Eurostat

Tabella H: potenza erogata da un aeromobile durante le fasi del ciclo standard LTO dell'ICAO e dell'EPA.

FASE	POTENZA EROGATA	DURATA ICAO (minuti)	DURATA EPA (minuti)
Decollo	100%	0,7	0,7
Salita	85%	2	2,2
Atterraggio	30%	3,5	4
Movimento a terra	7%	26	Variabile (*)

Fonte: ICAO e EPA; (\*): giudicata variabile in base alla disponibilità delle piste aeree di decollo e atterraggio.

## CAPITOLO IV: IL RUMORE

Tabella A: numero di aerei classificati in base agli standard Icao che operano ancora in Europa.

FASE	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Capitolo I	1	--	551	--	--	--	2	2	2
Capitolo II	690	632	1515	457	397	358	299	260	224
Capitolo III	1093	1336	14	1613	1723	1883	2022	2195	2448
Supersonici	14	14	14	14	14	13	13	13	13
Totale	1798	1982	2080	2084	2134	2254	2336	2470	2687

Fonte: Airclaims

Tabella B: i principali modelli di aeromobile in uso in Europa.

ANNO	TIPO DI AEROMOBILE				
	B 737	Serie MD 80	B 747	DC 9	Serie A 320
1988	164	--	134	128	--
1992	264	113	158	--	--
1996	320	229	176	--	--
2000	299	227	--	--	350

Fonte: Flight International

Tabella C: cambiamenti intercorsi negli anni 1999-2000 relativamente al tipo di aeromobile utilizzato in Europa.

DESCRIZIONE	VOLI		AUMENTO	% VARIAZIONE	MODELLO
	1999	2000			
Airbus A318/319/320/321	9.133	14.002	4.869	53	Jet
ATR (tutta la serie)	7.599	12.251	4.652	61	Prop
Boeing 737 (tutta la serie)	18.863	23.346	4.483	24	Jet
Saab 2000	695	2.372	1.677	241	Prop
Boeing 767 (tutta	731	2.355	1.624	222	Jet

la serie)					
Embraer RJ (tutta la serie)	1.269	2.876	1.607	127	Jet
Boeing 747 Passeggeri (tutta la serie)	38	1.344	1.306	3437	Jet
Boeing 777	4	837	833	20825	Jet
De Havilland DHC-8 DASH-8 (tutta la serie)	4.179	4.842	663	16	Prop
Airbus A330 Passeggeri (tutta la serie)	186	780	594	319	Jet
Dornier 228	465	385	-80	-17	Prop
Embraer EMB 110 Bandeirante	290	178	-112	-39	Prop
Beechcraft (tutta la serie)	764	650	-144	-15	Prop
Fokker F28 (tutta la serie)	336	171	-165	-49	Prop
British Aerospace ATP	1.623	1.456	-167	-10	Prop
Aerospatiale AS 350/355 Ecureuill Helicopter	1.042	854	-188	-18	Heli
Shorts 360	868	546	-322	-37	Prop
Boeing 727 Passeggeri (tutta la serie)	858	478	-380	-44	Jet
McD-Douglas DC-9 30/40/50	1.299	873	-426	-33	Jet
DC-9 Passeggeri (tutta la serie)	867	305	-562	-65	Jet

Fonte: Aircraft Database

Tabella D: disposizioni antirumore per i voli notturni in alcuni dei principali hub europei.

AEROPORTO	DIVIETO TOTALE	LIMITI AL NUM. DI VOLI	LIMITI ALLA PRODUZIONE DI RUMORE	DIVIETI PER GLI AEREI DEL "CAPITOLO II"	DIVIETI PER GLI AEREI DOTATI DI "HUSHKIT"(*)	NUM. MEDIO VOLI NOTTURNI	LIMITI AL RUMORE PER MOVIMENTO
Amsterdam Schiphol	No	No	Il numero di abitazioni è limitato	Tra le 23:00 e le 06:00 (18:00-08:00 in casi particolari)	23:00-06:00 in casi particolari	36	Sì, in casi particolari
Brussels Zaventem	No	No	Quote stagionali notturne dal 29/12/2000	Tra le 23:00 e le 07:00	Divieto di decollo notturno dal 07/2001	86	Quota di rumore notturno a partire dal 1/07/2001
Kopenhagen Kastrup	No	No	Imposizione di curve di rumore	No	No	47	No
Frankfurt Rhein-Main	No	No	No	Tra le 22:00 e le 06:00	No	67	Limitazioni salvo per gli aeromobili con base in aeroporto
London	No	Sì, tra le	sì, tra le 23:00	No	No	43	Sì

Heathrow		23:00 e le 06:30	e le 06:00. Quote di rumore				
Paris Charles de Galle	No	No	Quote di rumore	Tra le 23:30 e le 06:00	23:00-06:00 dal 2000	89	No
Vienna	No	No			No	18	No

Fonte: Brussels international airport company (Biac); (\*): aeromobili dotati di un "kit di silenziamento" per attutire il rumore durante il volo.

## CAPITOLO V: LA SALUTE PUBBLICA

Tabella A: indicazioni sulle concentrazioni massime di inquinanti nell'atmosfera per limitare l'impatto sulla salute pubblica.

INQUINANTE	PERIODO DI ESPOSIZIONE	LIMITE MASSIMO
NO <sub>2</sub>	1 h	200 µg/m <sup>3</sup> massimo 8(18) volte in un anno
NO <sub>2</sub>	1 anno	40 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	24 h	50 µg/m <sup>3</sup> massimo 7 (35) volte in un anno
PM <sub>10</sub>	1 anno	20 o 40 µg/m <sup>3</sup>
CO	8 h	10 µg/m <sup>3</sup>
Benzene	1 anno	5 µg/m <sup>3</sup>
Piombo	1 anno	0,5 µg/m <sup>3</sup>

Fonte: Programma AutoOil

Tabella B: numero delle persone esposte ad inquinamento acustico in alcuni dei principali hub europei nel 1999.

AEROPORTO	STATO	NUMERO DI PERSONE SOTTOPOSTE A LIVELLI DI RUMORE SUPERIORI A 55L <sub>DN</sub> dB
London Heathrow	UK	440.000
Paris Charles de Galle	F	120.000
Amsterdam Schiphol	NL	69.000
Kopenhagen Kastrup	DK	54.000
Madrid Barajas	E	33.000

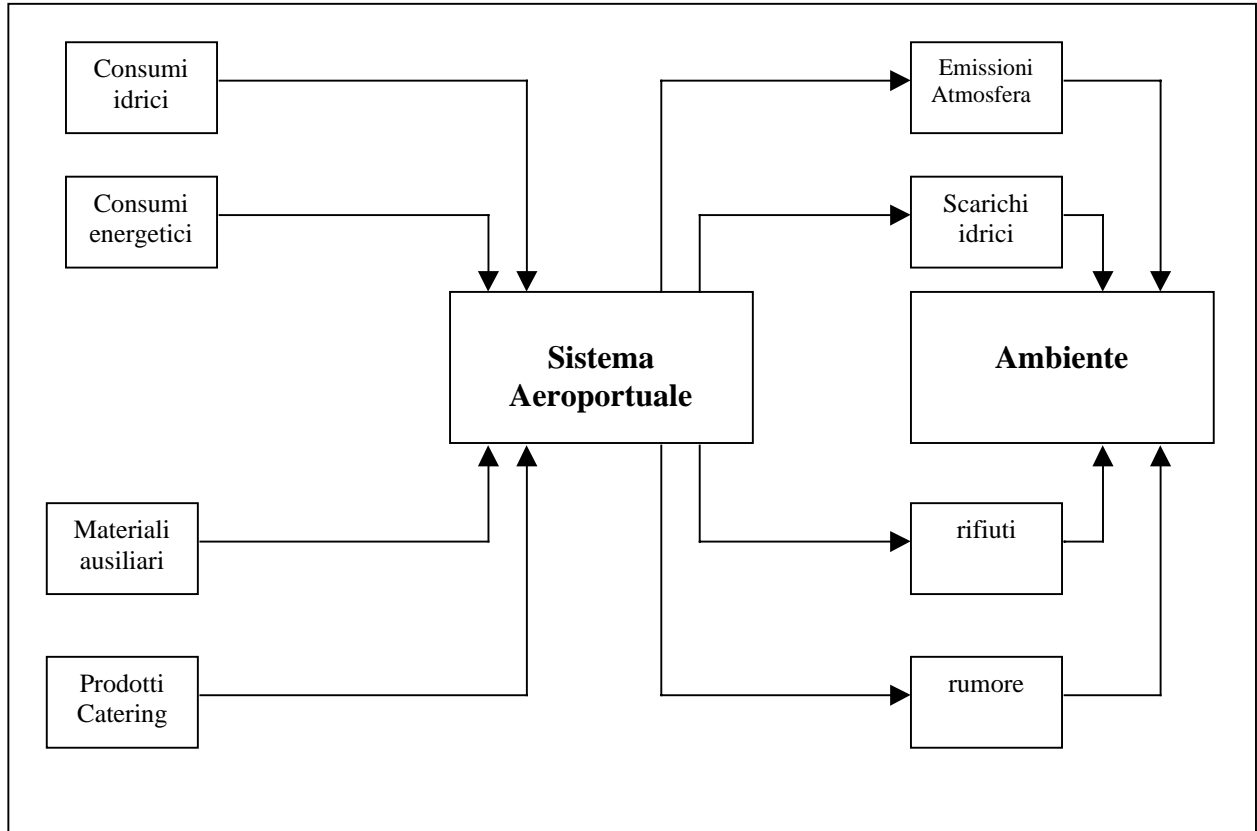
Fonte: M+P

Tabella C: relazione esistente tra dati livelli di inquinamento acustico e la salute umana.

LIVELLO DI RUMORE	EFFETTI SULL'UOMO
40 dB LAeq	Impatto sulla qualità della vita individuale
50 dB LAeq	Disturbo moderato e temporaneo
55 dB LAeq	Serio disturbo fisico o psicologico
65 dB LAeq	Pericolo per la salute e probabile morte

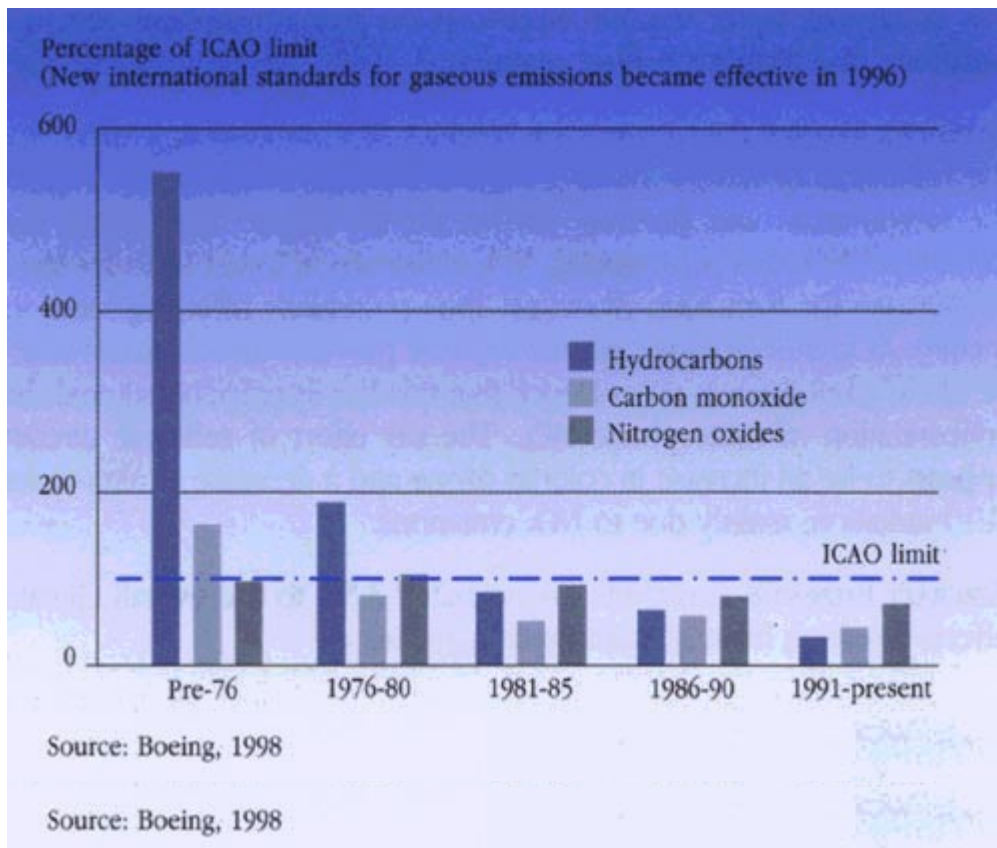
Fonte: EEA

**Grafico A: Flusso di interazioni tra il sistema aeroportuale e l'ambiente.**

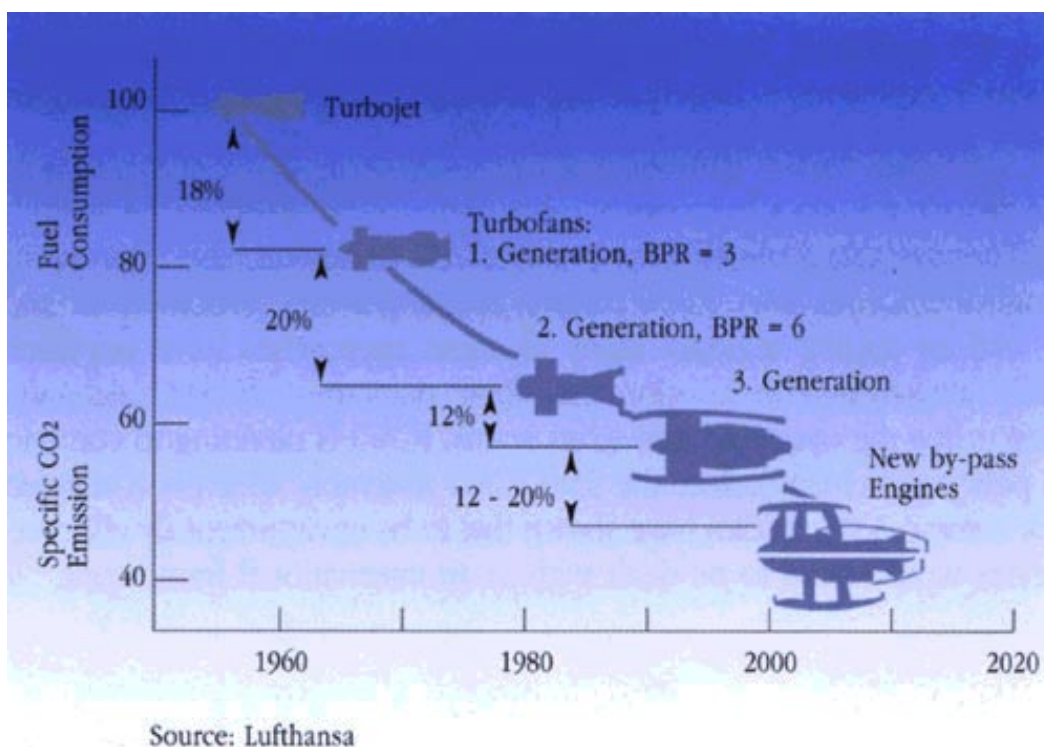


**Fonte: Alitalia**

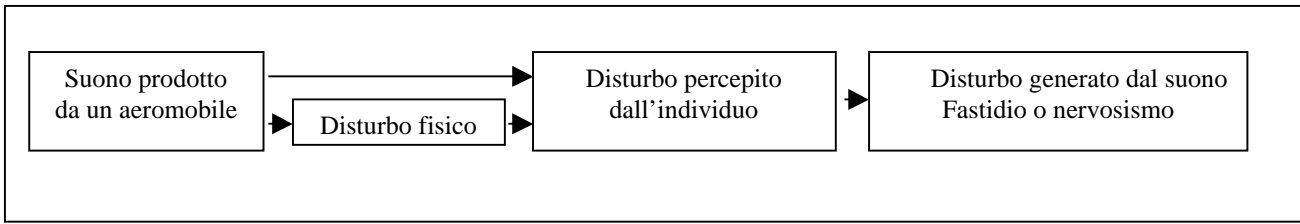
**Grafico B: gli standard internazionali promossi dall'Icao per il controllo delle seguenti emissioni inquinanti: idrocarburi (HC); monossido di carbonio (CO); ossido di carbonio (NO<sub>x</sub>).**



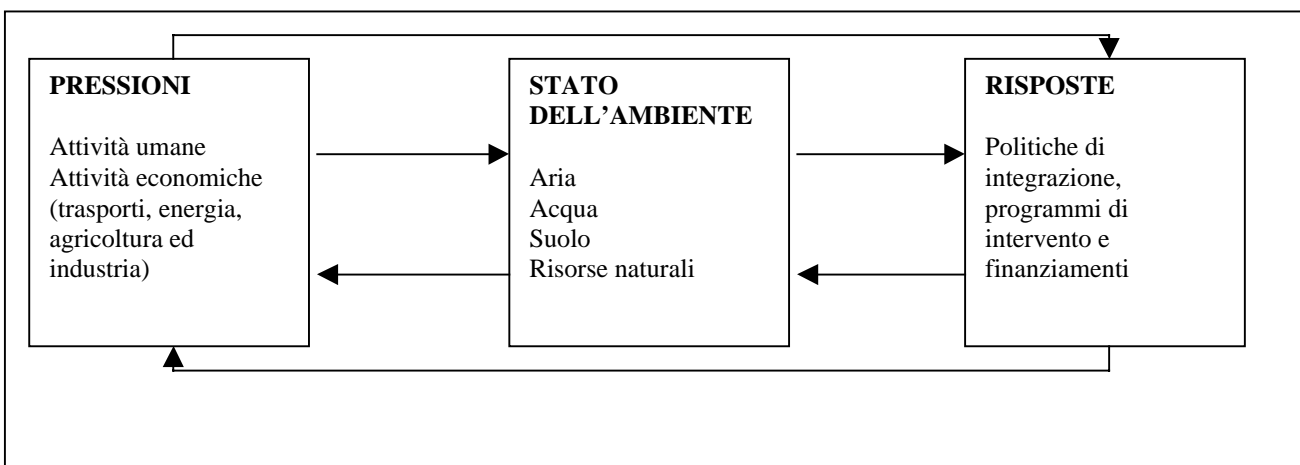
**Grafico C: consumi specifici di carburante ed emissioni CO<sub>2</sub> per aeromobili di diversa generazione. (Fase di crociera 0.8M, h = 11 Km).**



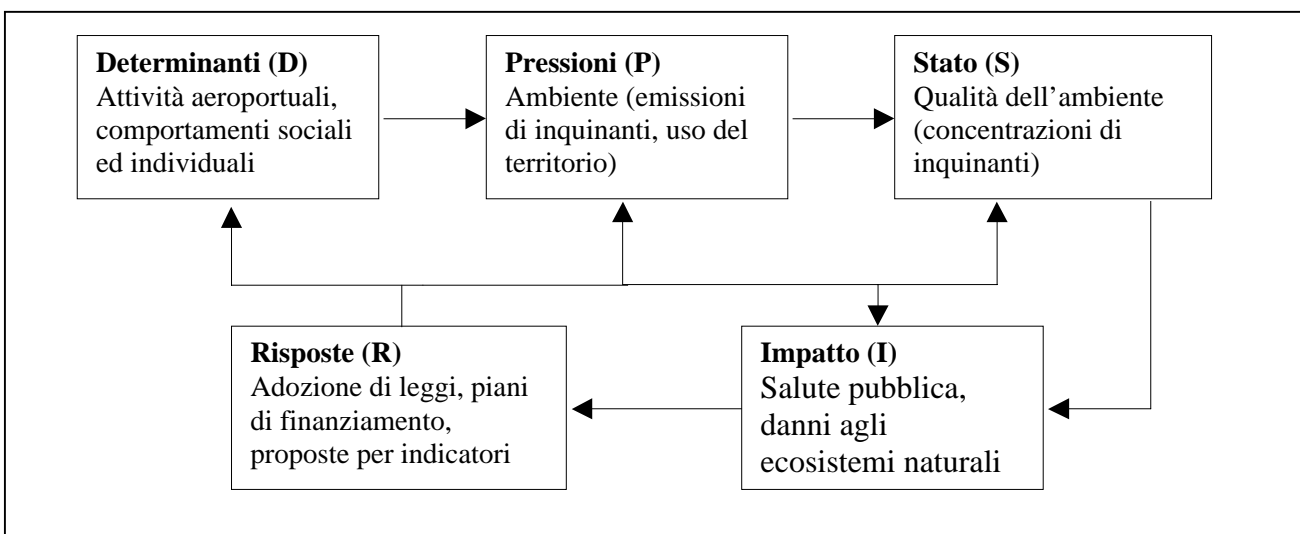
**Grafico D: modello di risposta psicosociale a fenomeni di inquinamento acustico.**



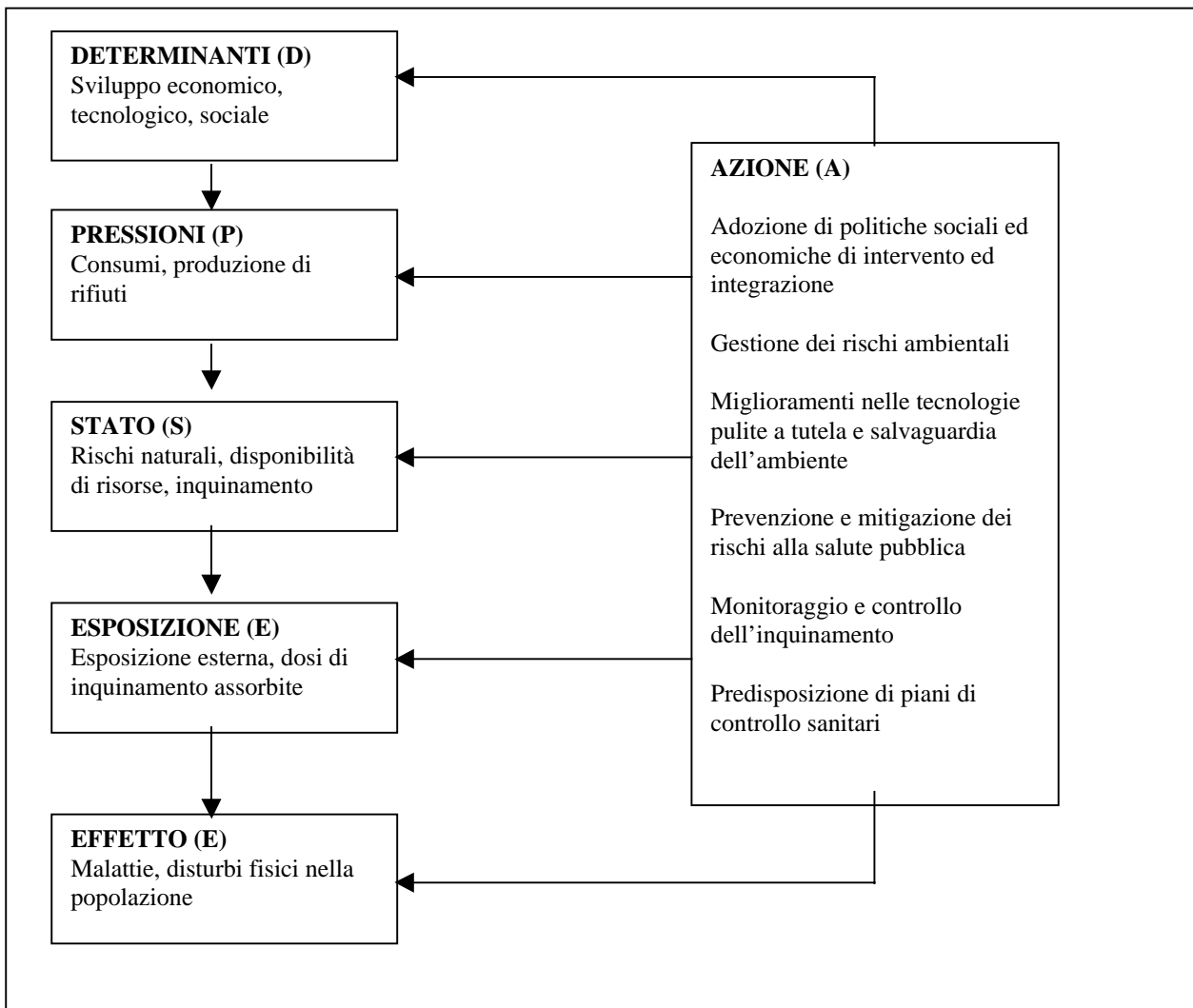
**Grafico E: il modello PSR.**



**Grafico F: il modello DPSIR applicato al settore del trasporto aereo.**



**Grafico G: il modello DSPEEA**





## ALLEGATO: CASO STUDIO SULL'AEROPORTO DI MALPENSA 2000

Tabella A: andamento del traffico negli aeroporti di Milano Linate e Malpensa nell'anno 2000.

TRAFFICO SISTEMA AEROPORTUALE DI MILANO PRIMO SEMESTRE 2001						
Movimento	LINATE	Incremento	MALPENSA	Incremento	Sistema	incremento
Aerei	65.482	-5,9%	247.622	+14,5%	313.104	+9,6%
Passeggeri	6.026.342	-9,1%	20.716.815	+22,1%	26.743.157	+13,3%
Merci (Kg)	9.822.804	-59,3%	290.980.353	+18,8%	300.803.157	+11,8%

Fonte: SEA

Tabella B: andamento del traffico negli aeroporti di Milano Linate e Malpensa nel primo semestre 2001.

TRAFFICO SISTEMA AEROPORTUALE DI MILANO PRIMO SEMESTRE 2001						
Movimento	LINATE	Differenza 2000-2001	MALPENSA	Differenza 2000-2001	SISTEMA	Differenza 2000-2001
Aerei	18.583	+8,7%	58.746	+6,3%	77.329	+6,9%
Passeggeri	1.514.265	-3,8%	4.400.448	+6,9%	5.914.753	+4,0%
Merci (Kg)	3.207.811	-35,3%	72.786.316	+7,9%	75.994.127	+5,0%

Fonte: SEA

Tabella C: emissioni complessive (Kg annue) associate all'esercizio aeroportuale di Malpensa 2000. Stime per il futuro.

ANNO	INQUINANTE				
	HC	CO	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	POLVERI
1997	88.013	517.221	329.544	22.914	6.428
1998	148.460	892.121	595.962	40.687	11.529
1999	311.628	2.020.449	1.407.604	95.234	30.375
2000	369.131	2.520.328	1.783.183	120.512	36.591
2001	453.321	2.896.613	2.041.127	137.695	42.265
2002	509.949	3.258.407	2.296.025	154.702	47.478
2005	354.176	3.495.576	2.725.231	178.750	55.135
2008	405.506	4.001.186	3.121.171	204.508	62.997

Fonte: Politecnico di Milano, dipartimento di ingegneria idraulica, ambientale e del rilevamento, sezione ambientale.

Tabella D: valori di emissione per differenti sorgenti aeroportuali e sostanze inquinanti nell'area di Battelle (1997). I valori sono espressi in t/anno

SORGENTE	CO	HC	NO <sub>x</sub>
Traffico e parcheggi	115	17,9	57,4
Impianti tecnologici e supporto a terra	943,7	63,8	314,7
Decollo e salita aerei	157,9	37,6	1730,2
Attesa e rullaggio aerei	1032,8	258	151,4

Fonte: ASL Varese

Tabella E: concentrazioni stimate per gli anni 2000 e 2008 nel Comune di Lonate Pozzolo.

INQUINANTE	ANNO 2000		ANNO 2008	
	Concentrazione media ( $\mu\text{m}^{-3}$ )	Concentrazione giornaliera di picco ( $\mu\text{m}^{-3}$ )	Concentrazione media ( $\mu\text{m}^{-3}$ )	Concentrazione media ( $\mu\text{m}^{-3}$ )
CO	43,4	52,1	66,3	79,5
NO <sub>x</sub>	15,7	18,8	27,5	33,0
SO <sub>x</sub>	1,1	1,3	1,8	2,2
HC	6,5	7,8	6,6	8,0
Polveri	0,5	0,6	0,9	1,1

Fonte: Politecnico di Milano, dipartimento di ingegneria idraulica, ambientale e del rilevamento, sezione ambientale.

Tabella F: concentrazioni medie annue nel Comune di Lonate Bozzolo nel triennio 1997-1999.

INQUINANTE	CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA ( $\mu\text{m}^{-3}$ )
CO	0,91
NO <sub>x</sub>	77,7
SO <sub>2</sub>	11,3

Fonte: Politecnico di Milano, dipartimento di ingegneria idraulica, ambientale e del rilevamento, sezione ambientale.

Tabella G: movimenti aerei a Malpensa durante tutto l'arco della giornata. Rilevamento al 11/05/2000.

ORA	ATTERRAGGI	DECOLLI	TOTALI
00:00-00:59	1	1	2
01:00-01:59	--	--	--
02:00-02:59	--	1	1
03:00-03:59	--	--	--
04:00-04:59	--	--	--
05:00-05:59	1	--	1
06:00-06:59	5	2	7
07:00-07:59	22	10	32
08:00-08:59	40	12	52
09:00-09:59	27	26	53
10:00-10:59	14	40	54
11:00-11:59	15	29	44
12:00-12:59	25	16	41
13:00-13:59	28	16	44
14:00-14:59	20	32	52
15:00-15:59	17	23	40
16:00-16:59	17	18	35
17:00-17:59	13	18	31
18:00-18:59	26	12	38
19:00-19:59	35	15	50
20:00-20:59	20	39	59
21:00-21:59	10	30	40
22:00-22:59	9	10	19
23:00-23:59	4	1	5
Totale	349	351	700

Fonte: osservatorio ambientale

Tabella H: inquinamento acustico e disturbi del sonno nell'area di Malpensa 2000 nel periodo compreso tra il 01/05/2000 ed il 30/11/2000.

<b>AREA</b>	<b>Disturbi del sonno</b>	<b>Sonno tranquillo</b>	<b>Totale</b>
Area A	170	8	178
Area B	50	26	76
Area C	46	115	161
Totale	266	149	415

Fonte: Osservatorio epidemiologico dell'ASL di Varese.

Tabella I: sorgente colpevole dell'inquinamento acustico secondo gli intervistati.

<b>SORGENTE</b>	<b>AREA A</b>	<b>AREA B</b>	<b>AREA C</b>
Voci	7,6%	16,0%	8,7%
Traffico stradale	31,8%	38,0%	71,7%
Traffico aereo	98,2%	82,0%	21,7
Attività lavorative	12,3%	20,0%	17,4
Altro	5,9%	6,0%	21,7

Fonte: Osservatorio epidemiologico dell'ASL di Varese.

Grafico A: Area geografica lombarda sulla quale si estende Malpensa 2000.



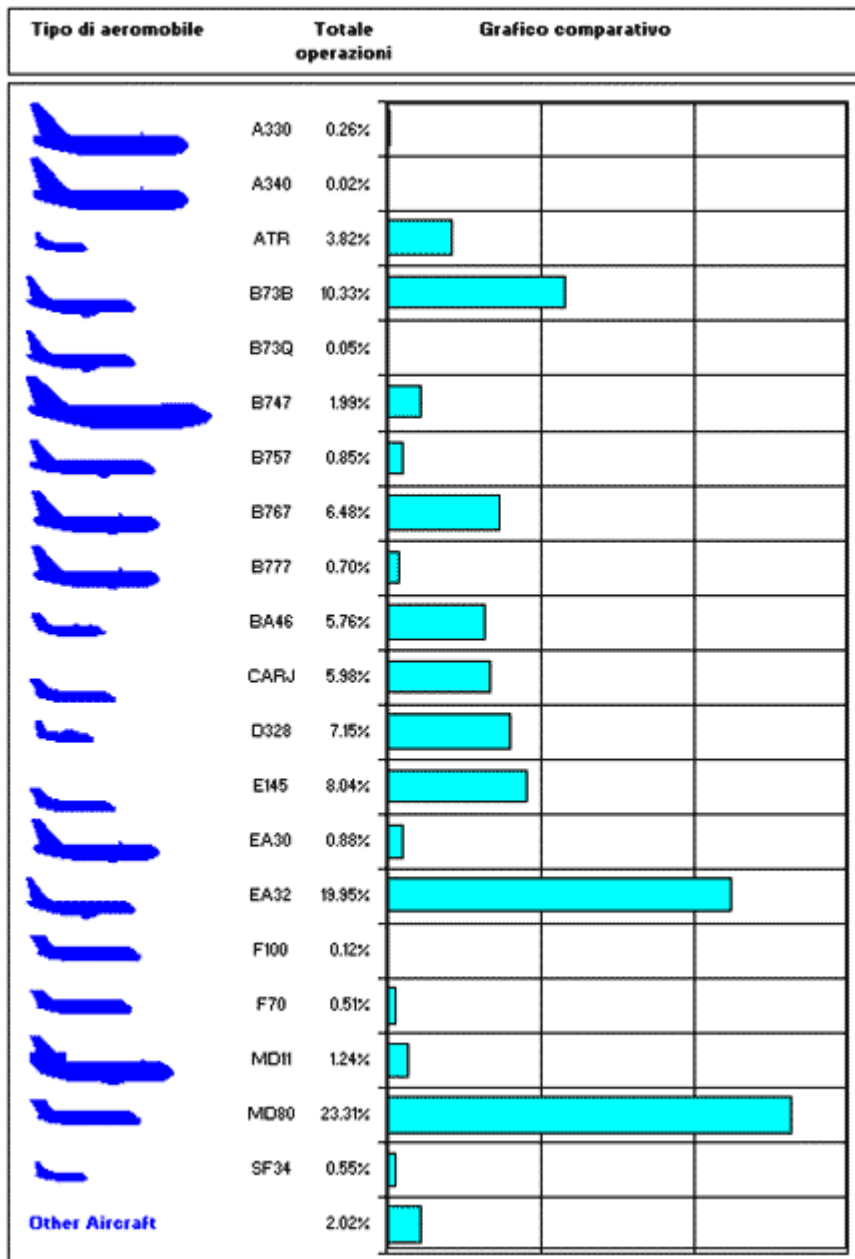


Grafico B: traffico per tipo di aeromobile nell'aeroporto di Malpensa. 1 trimestre 2001.  
 Fonte: SEA

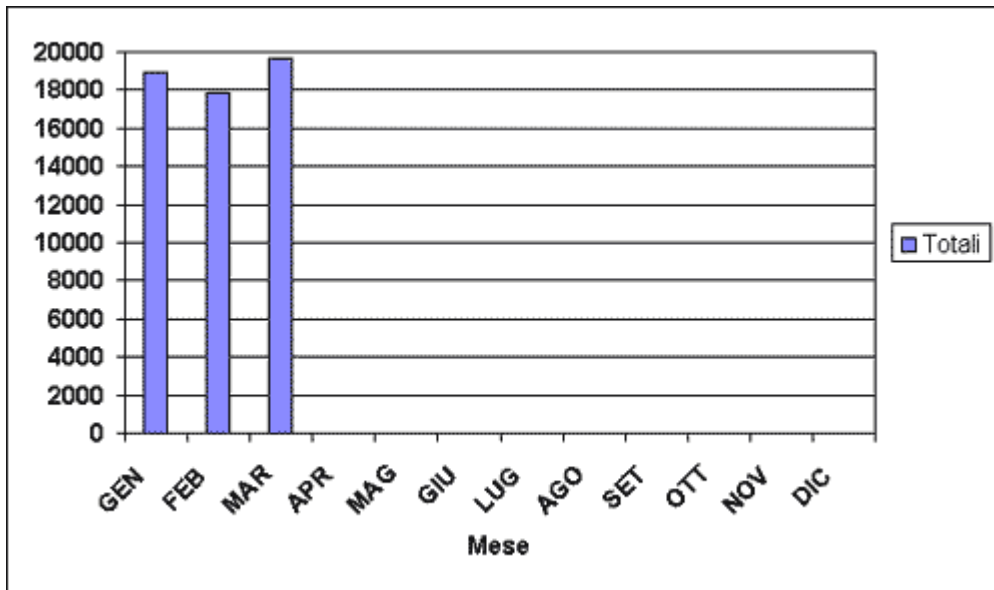
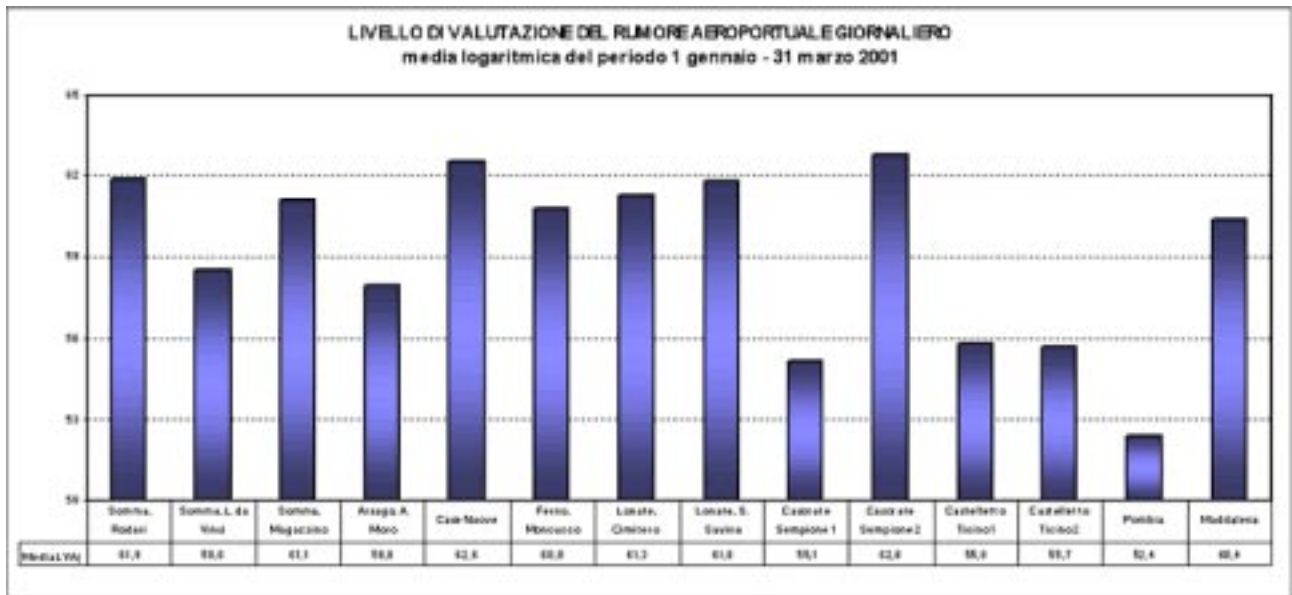


Grafico C: movimenti aerei nell'aeroporto di Milano Malpensa.  
Fonte: SEA



**Grafico D: livello di valutazione del rumore aeroportuale giornaliero. Media logaritmica del periodo 1/01-31/03/2001.**

In base a quanto prescritto dal D.M. 31 Ottobre 1997, l'indice di valutazione del rumore aeroportuale deve essere espresso come  $L_{VA}$ .  $L_{VA}$ , rappresenta il livello di valutazione del rumore aeroportuale giornaliero (per tutte le 24 ore). I valori di  $L_{VA}$  sono espressi in Decibel dB(A).

## **BIBLIOGRAFIA**

“Advanced Air Quality Indicators and Reporting, Methodological Study and Assessment”, Organisation of economic cooperation and development (Oecd), document n. ENV/EPOC/PPC(99)9/FINAL, 28/09/1999.

“Aeroporti tra sviluppo e ambiente: i sistemi di gestione ambientale”, aeroporto di Malpensa, Fondazione eni Enrico Mattei e Sea, Società esercizi aeroportuali S.p.A., aprile 1998.

“Air and Health”, European environmental agency (Eea), Copenhagen, 2001, introduzione, <http://reports.eea.eu/int/2599XXX/en/page003.html>.

“Air Transport and the Environment. Towards meeting the Challenges of Sustainable Development”, Com(1999) 640 final, 1/12/1999.

“Are we moving in the right direction? Indicators on transport and Environment. Integration in the European Union”, Term 2000, European environmental agency, (Eea), Copenhagen, 02/2000.

“Aviation and the Environment”, Air transport aviation group (Atag), 2001, <http://www.atag.org/avenv/index.htm>.

“Aviation and the Global Atmosphere. Summary for policymakers”, special report of the Intergovernmental panel on climate change (Ippc), Cambridge university press, 1999.

Barlocco, G., “Completare Malpensa 2000 nel rispetto dell’ambiente”, in “Eco city: Aeroporti e Ambiente”, supplemento di Ambiente e Sviluppo al n°3, maggio/giugno 2000, grafica Gilcar s.r.l., Milano, 2000, p.2-6.

Roma, A., “Trasporto aereo verso la sostenibilità”, in “Eco city: Aeroporti e Ambiente”, supplemento di Ambiente e Sviluppo al n°3, maggio/giugno 2000, grafica Gilcar s.r.l., Milano, 2000, p.7-9.

Biondi, V., “Gli aeroporti europei e la sfida ambientale”, in “Eco city: Aeroporti e Ambiente”, supplemento di Ambiente e Sviluppo al n°5, settembre/ottobre 2000, grafica Gilcar s.r.l., Milano, 2000, p. 11-14.

“Bringing our Needs and Responsibilities Together – Integrating Environmental Issues into Economic Policy”, Com(2000) 576 final, 20/09/2000.



Cardiff European Council: Presidency Conclusions, 15/06/1998, document n.00150/98.

“Diesel exhaust: a critical analysis of emissions, exposure and health effects. A special Report of the Institute ‘s Diesel Working Group”, Health effects Institute, Cambridge, Ma, 1995.

“Environmental Health Indicators: Framework and Methodologies”, World Health Organisation (Who), document n. WHO/SDE/OEH/99.10, Geneva, 1999.

“Environmental Indicators: Typology and Overview”, technical report n.25, European environmental agency (Eea), Copenhagen, 1999.

“European Civil Aviation Conference Environmental Policy Statement”, Ecac Directors General of Civil Aviation at DGCA/95, Haren, 10-11/01/1996.

Falsina, G., “Monitoraggio del rumore: Linate e Malpensa pronti alla gestione diretta”, in “Eco city: Aeroporti e Ambiente”, supplemento di Ambiente e Sviluppo al n°1, gennaio/febbraio 2001, grafica Gilcar s.r.l., Milano, 2001, p.2-5.

Ferrero, D., “Indicatori di impatto acustico: per i trasporti la UE vuole uniformità”, in “Eco city: Aeroporti e Ambiente”, supplemento di Ambiente e Sviluppo al n°1, gennaio/febbraio 2001, grafica Gilcar s.r.l., Milano, 2001, p.9-12.

Ferrero, D., “Aeroporti: come si valuta il rumore?”, in “Eco city: Aeroporti e Ambiente”, supplemento di Ambiente e Sviluppo al n°2, marzo/aprile 2001, grafica Gilcar s.r.l., Milano, 2001, p.11-12.

Filippini, R., “I costi ambientali e sociali dei trasporti”, documento presentato durante la conferenza “Competition and the Development of European Railways”, Roma, 14-16/02/2001.

“Future Noise Policy”, Com(96)540 final, 4/11/96.

Gerondeau, Christian: “I trasporti in Europa”, M&T mobilità e traffico urbano, Milano, 1996.

Gorgoglione, S., “Per regolare i voli notturni occhio alla concorrenza”, in “Eco city: Aeroporti e Ambiente”, supplemento di Ambiente e Sviluppo al n°5, settembre/ottobre 2000, grafica Gilcar s.r.l., Milano, 2000, p.15-16.

Goteborg European Council: Presidency Conclusions, 15/06/2001, document n.200/01.

“Health and Environment in Sustainable Development. Five Years after the Earth Summit”, World health organisation (Who), Geneva, 1997.

“Health Council of the Netherlands. Public health effects of large airports”, 14E, the Hague, 1999.

Helsinki European Council: Presidency Conclusions, 11-12/12/1999, document n.00300/99.

“Implementing Environmental Management Systems at Airport Sites”, Feem in associazione con Sea Aeroporti di Milano (Malpensa), SAGAT (Torino Caselle Airport), Aer Rianta (Dublin Airport), Munich Airport, 03/1998.

“Indicators for the Integration of Environmental Concerns into Transport Policies”, Organisation on economic cooperation and development (Oecd), Environmental monographs n.80, document n. OECD/GD(93)150, Paris 1993.

“Indicators for the Integration of Environmental Concerns into Transport Policies” document n. ENV/EPOC/SE(98)1/final, OECD, Paris, 1999.

Lonati, G., “Inquinamento atmosferico causato da un hub: il caso dell’aeroporto di Milano Malpensa”, Politecnico di Milano, dipartimento di ingegneria idraulica, ambientale e del rilevamento, sezione ambientale, <http://www.parcoticino.it/abstract.html>.

“OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews, A Synthesis report by the Group on the State of the Environment”, Organisation on economic cooperation and development (Oecd), Environment monographs n.83, document n. OECD/GD(93)179, Paris, 1993.

“Overview of Instruments relevant to Transport, Environment and Health. Recommendation for further steps. Synthesis Report”, World health organisation (Who), Regional office for Europe, document n.ECE/AC21/2001/1, , 2001.

Palin, L.; Panella, M.“ Il controllo della qualità atmosferica nei siti aeroportuali”, università degli studi del Piemonte Orientale “Avogadro”- Facoltà di Medicina e Chirurgia, 2000, [www.parcoticino.it/abstract.html](http://www.parcoticino.it/abstract.html).

Pisani, S – Bonarrigo, D. – Gambino, M. – Degli Stefani, C. – Verri, A.M. (a cura di): “Studio epidemiologico Salus domestica per la valutazione dei danni di salute derivanti dall’inquinamento

dell'aeroporto Malpensa 2000", Osservatorio epidemiologico della ASL della Provincia di Varese, <http://www.parcoticino.abstract.html>.

"Primo Rapporto Ambientale Alitalia", Alitalia Linee Aeree Italiane S.p.A., Roma, 1999.

"Rapporto sullo stato dell'ambiente. Capitolo 12: Indicatori di pressione e politiche ambientali integrate", Direzione generale tutela ambientale, regione Lombardia, 03/2000.

Rapisarda Sassoon, C., "Malpensa al vaglio della via: occorrono cooperazione e consenso", in "Eco city: Aeroporti e Ambiente", supplemento di Ambiente e Sviluppo al n°5, settembre/ottobre 2000, grafica Gilcar s.r.l., Milano, 2000, p.2-7.

"Recommendations for Actions towards Sustainable Transport" joint expert group on transport and environment, DG Transport, 26/09/2000.

Sito ufficiale della Aviation conference international (Aci) <http://www.aci.org>.

Sito ufficiale della Aviation transport group (Atag) <http://www.atag.org>.

Sito ufficiale della International civil aviation organisation (Icao), <http://www.airports.org>.

Sito ufficiale della Organizzazione mondiale della sanità (Oms) <http://www.oms.org>.

Sito ufficiale dell'Unione europea (Ue) <http://www.europa.eu>.

"Spatial and Ecological Assessment of the TEN: Demonstration of Indicators and GIS Methods", progress report of the DGVII-DGXI-Eurostat - EEA, working group of the SEA of the TEN, Environmental issues series n.11, 04/1998.

"The 2204<sup>th</sup> Council of Transport meeting, 6<sup>th</sup> October 1999", document n.11282/99 (Presse 289), Luxembourg, 1999.

"The Future of Common Transport Policy", white paper from the Commission, Com(92) final, 2/12/1992.

"Transport, Environment and Health", World health organisation (Who), Regional office for Europe, European series n.89, 2000.

“Updating and development of economic and fares data regarding the European Air Transport Industry”, 2000 annual report, DG Energy and Transport, 07/2000.