

Seminario scientifico

**Malpensa 2000 ed il suo territorio:
la salute, l'ambiente, l'emergenza**

Presentazione

Prof. ing. Roberto Canziani
Associato di Ingegneria Sanitaria Ambientale presso il
Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale e del Rilevamento del
Politecnico di Milano

Consorzio Parco del Ticino – Centro “La Fagiana” – Pontevecchio di Magenta

17 febbraio 2001

1. Perché il Seminario?

L'ampliamento dell'aeroporto della Malpensa e il conseguente incremento di un ordine di grandezza del traffico aereo ha suscitato numerose preoccupazioni (e polemiche) in ordine alla sicurezza e alla nocività per le persone e l'ambiente, soprattutto a causa dell'assenza di una esaustiva valutazione degli effetti sul territorio e sulla popolazione esposta.

In primo luogo i Sindaci del territorio circostante hanno avvertito la necessità di chiedere, agli organi istituzionali preposti, dati, informazioni e pareri basati su osservazioni scientificamente valide e serie, soprattutto in merito agli effetti sanitari ed ambientali.

Si tratta di riunire questi dati in modo che possano, insieme, essere uno strumento utile per dare informazioni più certe e univoche alla popolazione e anche per fornire elementi validi e utili per uno studio di impatto ambientale.

Il coordinamento dei Sindaci ha quindi promosso questo seminario, mantenendolo in un ambito strettamente scientifico, proprio per tenerlo lontano da polemiche di parte e da possibili strumentalizzazioni.

2. Che cosa vuole essere il Seminario?

Vuole essere innanzitutto un'occasione per far circolare le informazioni raccolte durante lo svolgimento di ricerche e di studi eseguiti sul territorio circostante all'aeroporto.

In secondo luogo, vuole essere un'occasione per favorire il confronto critico e dialettico tra i ricercatori di Enti diversi, con un duplice scopo:

- 1°) favorire l'interscambio di metodi, linguaggi e conoscenze tra discipline specialistiche differenti, tra medici, ingegneri, fisici e naturalisti, facendo sì che i risultati dei primi siano utili agli altri e viceversa;
- 2°) fare in modo che metodi e protocolli di ricerca di Istituzioni di diverse Regioni e Province si armonizzino, per poter fornire risultati validi, seri, confrontabili, tessere di un unico mosaico ricomponibile in un insieme comprensibile e chiaro, capace di descrivere, il più fedelmente possibile, la realtà.

Insieme agli altri componenti del Comitato scientifico, ritengo che con questo Seminario si possa almeno iniziare un percorso di serio confronto, di trasparenza e pubblicità delle conoscenze.

A partire da questo seminario, vorremmo proporre all'attenzione dei Sindaci un obiettivo ambizioso: creare un coordinamento tra gli Enti preposti ai controlli sanitari e ambientali (le ARPA piemontese e lombarda, le ASL dei territori interessati, i Parchi del Ticino lombardo e piemontese), che garantisca l'omogeneità dei metodi di indagine e di analisi, elabori le informazioni in modo integrato in un *data-base* unico, in grado di fornire mappe tematiche anche di territori appartenenti a entità amministrative diverse e che abbia, in definitiva, la funzione di osservatorio autorevole a disposizione degli Enti locali.

A nostro avviso, è dovere della comunità scientifica fornire strumenti che favoriscano l'accesso a dati certi e non manipolati, chiari e trasparenti, utilizzabili nelle procedure decisionali, soprattutto le più importanti, con una consapevole partecipazione del territorio.

PROPOSTE PROGRAMMATICHE CIRCA LE INIZIATIVE DA INTRAPRENDERE A SEGUITO DELLA PRIMA FASE DI MESSA A REGIME DELL'IMPIANTO AEROPORTUALE DI MALPENSA

Dott. Dario Furlanetto, Direttore Parco Lombardo della Valle del Ticino.

SOMMARIO

La nuova aerostazione di Malpensa 2000, pur costituendo un intervento di grande modificazione territoriale ed ambientale, è stata realizzata in assenza di un idoneo Studio di Impatto Ambientale.

Le ricadute ambientali dell'attività aeroportuale del nuovo scalo, operativo dal 25 ottobre 1998, non erano state assoggettate ad alcun monitoraggio, fatta eccezione, per le componenti rumore ed aria.

Per gli impatti di natura chimica e biologica sulle componenti animali e vegetali non esistevano dati, né era stato programmato un monitoraggio adeguato.

Il Parco, con il contributo economico della Regione Lombardia – Servizio Strumenti Integrati Urbani e Territoriali (Direzione Generale Territorio ed Edilizia Residenziale) – ha pertanto avviato, nel corso dell'anno 2000, una serie di iniziative di studio e monitoraggio, per valutare le ricadute delle attività aeroportuali sull'ambiente circostante tenendo anche conto di eventuali sinergie con altre fonti di disturbo presenti sul territorio circostante (centrale termoelettrica di Turbigo, traffico veicolare, etc.).

Attraverso la partecipazione coordinata di diversi Enti e Istituzioni preposti alla gestione, tutela e controllo del territorio, si sta realizzando un completo ed organico sistema di monitoraggio delle ricadute dell'attività aeroportuale, diretta e indotta, sulle diverse componenti ambientali dell'intorno di Malpensa.

3. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'

- | | |
|-------------------|---|
| PROGETTO 1 | N. Monitoraggio della componente "ecosistemi" per l'area dell'intorno di Malpensa. |
| PROGETTO 2 | N. Mappa della qualità dell'aria ottenuta attraverso il biomonitoraggio con licheni nei Parchi Regionali della Valle del Ticino. |
| PROGETTO 3 | N. Valutazione della qualità dell'aria, attraverso l'uso di campionatori puntiformi passivi, nei Parchi del Ticino e prima valutazione dello stato di salute degli ecosistemi forestali. |
| PROGETTO 4 | N. Monitoraggio delle componenti faunistiche migratorie e degli elementi di disturbo causati alle stesse dalla presenza aeroportuale. |
| PROGETTO 5 | N. Danno fogliare: monitoraggio dello stato di salute della vegetazione mediante tecniche di telerilevamento da aereo e successiva fotointerpretazione. |
| PROGETTO 6 | N. Analisi della salute degli animali domestici. |
| PROGETTO 7 | N. Monitoraggio delle componenti faunistiche e floristiche potenzialmente pericolose e dannose dell'intorno aeroportuale. |

Per la realizzazione dei progetti sopra indicati sono stati approvati dal Consiglio di Amministrazione del Parco del Ticino i seguenti atti deliberativi:

Delibera C.d.A. n. 103 del 01.06.1999

Approvazione documento programmatico iniziative per Malpensa.

Delibera C.d.A. n. 117 del 29.06.1999

Costituzione e nomina di un Comitato Tecnico Consultivo per il monitoraggio delle ricadute sull'ambiente naturale dovute alla presenza dell'aeroporto di Malpensa e delle relative rotte aeree.

4.

elibera C.d.A n. 168 del 09.11.1999

Approvazione proposte programmatiche circa le iniziative da intraprendere a seguito della prima fase di messa a regime dell'impianto aeroportuale di Malpensa.

Delibera C.d.A. n. 176 del 16.11.1999

Approvazione bozza di convenzione tra Regione Lombardia ed il Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino per l'effettuazione di attività di ricerca e monitoraggio in aree naturali ed in aree degradate ricadenti nel territorio del Parco del Ticino, necessarie per l'elaborazione dei programmi di compensazione ambientale, di cui alla l.r. 12.4.1999, n. 10. (4 progetti)

Delibera C.d.A. n. 52 del 7.3.2000

Approvazione dello schema di convenzione tra Regione Lombardia ed il Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino per l'effettuazione di attività di ricerca e monitoraggio in aree naturali ed in aree degradate ricadenti nel territorio del Parco del Ticino, necessarie per l'elaborazione dei programmi di compensazione ambientale, di cui alla l.r. 12.4.1999, n. 10. (3 progetti)

Delibera C.d.A. n. 192 del 14.12.1999

Proposte programmatiche circa le iniziative da intraprendere a seguito della prima fase di messa a regime dell'impianto aeroportuale di Malpensa. Approvazione analisi dei tempi e dei costi suddivisi per progetto.

Inoltre sono state sottoscritte tra il Parco e la Regione Lombardia le seguenti Convenzioni:

1. Convenzione tra Regione Lombardia e Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino per l'effettuazione di attività di ricerca e monitoraggio in aree naturali ed in aree degradate ricadenti nel territorio del Parco del Ticino, necessarie per l'elaborazione dei programmi di compensazione ambientale, di cui alla l.r. 12 aprile 1999, n. 10. (sottoscritta il 24.11.1999) (4 progetti)
2. Convenzione tra Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino e Regione Lombardia per la realizzazione di attività di ricerca e monitoraggio in aree naturali ed in aree degradate ricadenti nel territorio del Parco del Ticino, prodromiche all'elaborazione dei programmi di compensazione ambientale, di cui alla l.r. 12 aprile 1999, n. 10. (sottoscritta il 14.3.2000) (3 progetti)

QUADRO RIEPILOGATIVO DEI COSTI:

PROGETTO	COSTI	OPERATORI DIRETTAMENTE COINVOLTI	TERMINE CONSEGNA PROGETTI
1 "Ecosistemi"	£. 155.000.000	6	Terminato
2 "Licheni"	£. 94.000.000	8	Terminato
3 "Campionatori passivi"	£. 122.000.000	4	Terminato
4 "Fauna migratoria"	£. 178.000.000	10	Terminato
5 "Telerilevamento IR"	£. 287.000.000	5	Terminato
6 "Animali domestici"	£. 28.000.000	3	Terminato
7 "Specie esotiche"	£. 36.000.000	4	Terminato
TOTALE	£. 900.000.000	40	

Considerato che, nell'ambito delle suddette iniziative, le attività di ricerca e monitoraggio intraprese e realizzate nel corso dell'anno 2000, sono propedeutiche all'elaborazione, attivazione e realizzazione dei programmi e progetti di compensazione ambientale previsti anche dal Piano Territoriale di Coordinamento del Parco, è stata sottoscritta un'ulteriore Convenzione con la Regione Lombardia che prevede un finanziamento complessivo (per gli anni 2001 – 2002) di Lire 922.000.000.

Le suddette attività, che proseguiranno nel corso degli anni 2001-2002, sono state così programmate:

- a) Monitoraggio, tutela e valorizzazione della componente "ecosistemi" dell'intorno di Malpensa;
- b) Valutazione della qualità dell'aria, delle acque e dello stato di salute degli ecosistemi forestali;
- c) Monitoraggio delle componenti faunistiche migratorie e stanziali e degli elementi di disturbo causati alle stesse dalla presenza aeroportuale;
- d) Analisi ed elaborazione di progetti di valorizzazione degli elementi di fruizione sociale dell'area di Malpensa (riserve naturali, aree forestali, monumenti naturali, piste ciclabili, etc.);
- e) Proseguimento dell'analisi dello stato di salute degli animali domestici;
- f) Approfondimento del monitoraggio delle componenti faunistiche e floristiche potenzialmente pericolose e dannose dell'intorno aeroportuale.

Come si può osservare dai programmi sopra esposti, nei due anni a venire, oltre al proseguimento dei programmi di monitoraggio ambientale, sono state introdotti progetti che prevedono la realizzazione di interventi di valorizzazione, miglioramento e recupero ambientale.

La valutazione del rumore di origine aeronautica nei territori esterni all'intorno aeroportuale

Dott. Pietro Girò - Responsabile Area Tematica Agenti Fisici
Dott. Giorgio Barbaglia - Collaboratore Area Tematica Agenti Fisici
Dipartimento Provinciale ARPA di Novara - V.le Roma 7/E 28100 Novara

Sommario - Utilizzando i dati raccolti in una giornata di monitoraggio in un comune dell'Ovest Ticino è stata effettuata una misura del clima acustico del luogo di misura. Mascherando gli eventi di origine aeronautica è stato poi calcolato il clima acustico atteso in assenza dei sorvoli. I risultati ottenuti consentono una valutazione precisa di quanto il rumore degli aeroplani abbia modificato il "paesaggio sonoro".

1. I limiti alle emissioni rumorose.

1.1. Criteri generali.

La nostra legislazione ha previsto con la legge quadro 447/95 che le sorgenti sonore fossero soggette a determinati valori limite di immissione. I valori limite di immissione sono distinti in:

- a) valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale;
- b) valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo.

Occorre però precisare che il criterio differenziale non trova applicazione nel caso del rumore prodotto dalle infrastrutture dei trasporti, così come precisato dal Ministero dell'Ambiente con propria circolare n° 1131/SIAR/96 del 1996. Il rumore emesso dai mezzi di trasporto è quindi soggetto esclusivamente a valori limite assoluti che si differenziano in funzione delle caratteristiche del territorio.

1.2. La zonizzazione acustica.

La legge quadro assegna allo Stato il compito di fissare i valori limite assoluti di immissione in funzione delle caratteristiche del territorio. Il decreto 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" ha individuato 6 aree acusticamente omogenee a cui assegnare specifici limiti assoluti di rumore, distinti per periodo diurno e periodo notturno. Alle Regioni, invece, è stato assegnato il compito di stabilire i criteri di individuazione delle suddette aree.

Per quanto attiene le infrastrutture dei trasporti, allo Stato spetta il compito di regolamentare la componente acustica individuando fasce di rispetto in cui applicare limiti specifici. Di fatto l'individuazione delle fasce di rispetto equivale alla definizione di aree soggette ad una sorta di legislazione speciale.

1.3. Le infrastrutture aeroportuali.

Per quanto riguarda il caso specifico degli aeroporti, i decreti emanati dallo Stato hanno previsto che nell'intorno della struttura venissero individuate delle aree da assoggettare a

precisi vincoli edilizi: l'individuazione di tali aree avviene mediante criteri esclusivamente acustici.

Ciò significa che, una volta messe in atto tutte le procedure antirumore che la buona tecnica consente, è l'aeroporto con il suo traffico a condizionare l'uso del territorio circostante. Il parametro utilizzato è il cosiddetto LVA, ovvero indice di valutazione del rumore aeroportuale, ed è un indicatore sensibile alla sola rumorosità degli aeroplani. L'estensione territoriale del cosiddetto "intorno aeroportuale" termina all'isofona LVA 60. Tale confine dovrà essere definito dall'apposita commissione aeroportuale ma dai dati a tutt'oggi disponibili non dovrebbe discostarsi molto da quanto ipotizzato in figura 1, ove la linea blu indica il corso del fiume Ticino ed il confine tra le due regioni.

Poiché anche in regioni esterne si registrano notevoli lamentele da parte della popolazione, ci si chiede a quali regole sia soggetta la rumorosità degli aeroplani al di fuori dell'area del ristretto intorno.

Si osservi allora come il DPCM 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" testualmente reciti all'art. 3, comma 2: *per le infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, aeroportuali e le altre sorgenti sonore di cui all'art. 11, comma 1, legge 26 ottobre 1995 n° 447, i limiti di cui alla tabella C allegata al presente decreto non si applicano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, individuate dai relativi decreti attuativi. All'esterno di tali fasce, dette sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione.* Almeno in linea di principio gli aeroplani devono quindi rispettare, per quello che è il loro contributo, i limiti assoluti di immissione che le Amministrazioni Comunali hanno attribuito al loro territori come conseguenza della classificazione acustica.

2. La gestione della zonizzazione acustica.

2.1. Gli adempimenti dei Comuni.

I Comuni sono tenuti alla predisposizione della zonizzazione acustica del proprio territorio secondo criteri che non devono tenere in alcun conto la rumorosità effettivamente presente ma soltanto la realtà urbanistica, tipologia e quantità delle attività produttive, mobilità pubblica e privata, morfologia ed aspettativa di qualità ambientale. Solo successivamente e con la zonizzazione realizzata, attraverso misure fonometriche, si potrà verificare se i livelli massimi di rumore consentiti per ciascuna tipologia d'area sono o meno rispettati.

2.2. Il superamento dei limiti di zona.

In caso di superamento dei limiti di zona dovranno essere adottati dei piani di bonifica che dovranno privilegiare gli interventi attivi sulle sorgenti per poi passare agli interventi passivi lasciando come ultima possibilità quelli sui recettori. Qualora si presentasse una moltitudine di situazioni di superamento, dovranno essere individuati dei criteri di priorità che privilegino le aree di maggior pregio (prime classi), le situazioni di maggior scostamento dai valori attesi e più elevati livelli di densità di popolazione.

2.3. La bonifica.

Per poter progettare correttamente un piano di bonifica occorre effettuare un'attenta analisi della situazione acustica presente e, soprattutto, individuare le sorgenti rumorose responsabili del superamento dei limiti ed attribuire gli oneri degli interventi "pro quota".

3. L'approccio metodologico.

3.1. Scelta dei dati da elaborare.

Nel caso specifico si è messa a punto una tecnica che fosse in grado di fornire dati di clima di rumore presso il sito di misura e quantificare in modo preciso il contributo della componente aeronautica. La metodologia di calcolo è piuttosto laboriosa, se non effettuata utilizzando un software apposito, e qui si propone un esempio su una sola giornata di misura.

Sono stati scelti i dati relativi al periodo di misura dalle ore 6:00 del giorno 3 luglio 2000 alle ore 6:00 del giorno successivo raccolti da una centralina di misura attrezzata con un fonometro Larson & Davis 824 ed ubicata nel giardino di una abitazione privata nel comune di Castelletto Ticino in corrispondenza della radiale di uscita 310. Tale periodo è stato scelto in quanto i dati erano stati raccolti con assoluta completezza, le condizioni meteo erano state eccellenti, i sorvoli degli aerei erano avvenuti in media ed i dati radar risultavano completi.

3.2. La metodologia di calcolo.

Noti i seguenti valori:

- Time History completa delle 24 ore composta da 86400 valori di Short Leq misurati su un tempo di integrazione di 1";
- Ora, minuto e secondo del transito degli aeromobili sulla postazione di misura ovvero l'istante in cui si era registrato l' Lmax;

si è provveduto alle seguenti elaborazioni:

- calcolo degli Leq orari partendo da tutti i dati disponibili;
- individuazione degli episodi di sorvolo aereo;
- cancellazione dalla time history degli episodi di sorvolo mascherando, ad abbondanza, due minuti di dati a cavallo del Lmax.;
- calcolo degli Leq orari dalla nuova time history depurata del contributo aeronautico;
- calcolo degli Leq di periodo - notturno e diurno - sia dai dati orari ricavati dalla time history completa sia dai dati orari ricavati dalla time history depurata del contributo aeronautico.

Nella figura 2, che si allega, è riportato, a titolo esemplificativo, il tracciato formato dai 3600 dati di Short Leq di 1" relativi ad un'ora di misura. In rosso sono evidenziate le porzioni di tracciato che sono state mascherate per costruire la time history depurata dagli eventi di sorvolo.

3.3. I risultati ottenuti

I risultati orari sono riportati nella tabella seguente (dati espressi in dBA)

dalle	alle	Leq	Leq masch.	differenza	n° sorvoli
06:00	07:00	46.7	46.7	0.0	0
07:00	08:00	47.5	47.5	0.0	0
08:00	09:00	50.5	48.4	2.1	1
09:00	10:00	57.4	47.1	10.3	5
10:00	11:00	58.8	48.7	10.1	9
11:00	12:00	60.1	48.4	11.7	17
12:00	13:00	56.5	49.9	6.6	11
13:00	14:00	58.8	49.6	8.9	15
14:00	15:00	61.4	49.7	11.7	12
15:00	16:00	56.6	49.8	6.8	8
16:00	17:00	60.3	47.5	12.8	9
17:00	18:00	58.9	48.2	10.7	10
18:00	19:00	57.5	48.1	9.4	7
19:00	20:00	50.2	47.3	2.9	3
20:00	21:00	59.0	48.5	10.4	7
21:00	22:00	62.3	50.6	11.7	14
22:00	23:00	58.6	45.8	12.8	9
23:00	24:00	53.8	43.5	10.3	2
00:00	01:00	37.4	37.4	0.0	0
01:00	02:00	43.5	38.8	4.7	1
02:00	03:00	36.0	36.0	0.0	0
03:00	04:00	47.0	37.0	10.0	1
04:00	05:00	39.9	39.9	0.0	0
05:00	06:00	44.7	44.7	0.0	0

I risultati, sempre espressi in dBA, mediati sui periodi di riferimento sono riportati nella tabella seguente.

dalle	alle	Leq	Leq masch.	differenza	n° sorvoli
06:00	22:00	58.2	48.5	9.7	128
22:00	06:00	51.3	41.5	9.8	13

4. Conclusioni

Premesso che la metodologia utilizzata è riferita ad una sola postazione di misura ed ad un solo giorno, nell'ipotesi che i dati raccolti venissero confermati per ulteriori postazioni e dimostrassero stabilità nel tempo, si può affermare che:

- il rumore dovuto ai sorvoli ha provocato un incremento del clima di rumore di quasi 10 dBA, sia in ore diurne che in ore notturne;
- il clima di rumore che si avrebbe in assenza dei sorvoli, pari a 48.5 dBA di giorno e 41.4 dBA di notte è praticamente compatibile con un'area di classe II di cui si riporta la definizione: "Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali".

- il clima di rumore comprensivo del rumore aeronautico, pari a 58.2 dBA di giorno e 51.3 dBA di notte è invece compatibile con un'area di classe IV di cui si riporta la definizione: "Aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali, le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie, le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.

Si può quindi affermare che la rumorosità indotta dagli aerei incide in modo notevole sulla qualità ambientale delle aree sorvolate anche al di fuori dello stretto intorno aeroportuale. Tale presenza appare compatibile solo con un territorio con caratteristiche di tipo produttivo e non residenziale.

Castelletto 310

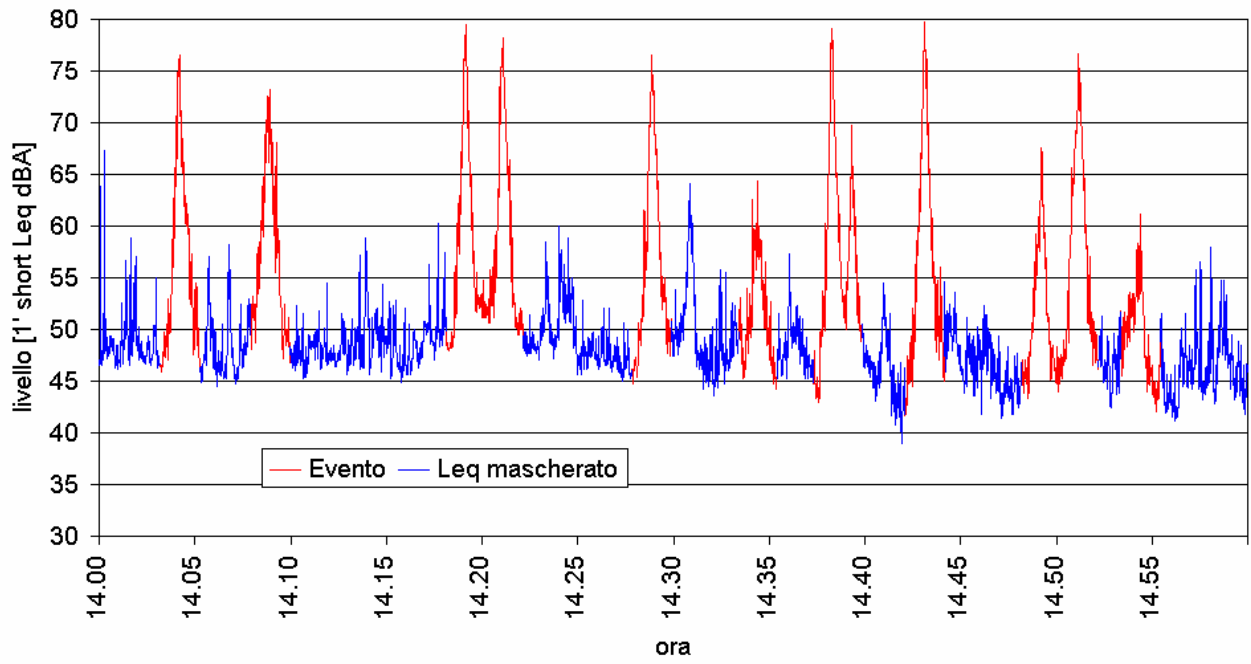


Fig. 2

MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE ECOSISTEMI PER L'AREA DELLA MALPENSA

G.Luca Bisogni*, Nicoletta Cremonesi**, Raffaele De Ciechi* , Claudia Paolini*

*N.Q.A. Vicolo Dungallo, 13 Pavia

** Studio Consulenze Ambientali, Strada privata Cremonesi, 12 Novara

SOMMARIO

Sul territorio di undici Comuni (per un'estensione di 17.000 ha) dell'area di Malpensa è stato definito l'assetto dell'ecomosaico, un disegno di rete ecologica potenziale, costruito un sistema interpretativo per il trattamento di alcune qualità fondamentali degli ecosistemi utilizzabile dal sistema GIS del Parco del Ticino, attraverso l'utilizzo di indici sintetici georeferenziati.

INTRODUZIONE

Il governo del territorio richiede di poter trattare assieme alle componenti insediative ed infrastrutturali anche quelle del non costruito (ecosistemi agrari, ecosistemi naturali o paranaturali) tradizionalmente poco considerati nella pianificazione se non prevalentemente letti come vincoli, che devono essere valutati e considerati nelle previsioni delle trasformazioni fisiche del territorio al fine di poter definire un assetto territoriale che contenga in se' anche valenze ecologiche.

I due sistemi devono cioè essere intesi come sistema unico integrato e non come due sistemi l'uno contrapposto all'altro come tradizionalmente considerato; il non costruito ritenuto come spazio di conquista, spazio di riserva per nuove trasformazioni o come vincolo.

Il considerare assieme i due sistemi può inoltre liberare opportunità forti di integrazione con vantaggi potenziali reciproci di notevole portata per uno sviluppo territoriale sostenibile.

Risulta pertanto necessario disporre di strumenti di conoscenza adeguati e di metodi di interpretazione e di trattazione delle qualità delle unità ecosistemiche funzionali alla trattazione in termini di pianificazione territoriale.

La disponibilità di un sistema di trattazione operativamente utilizzabile di qualità ecologiche facilita inoltre l'assunzione di decisioni in merito all'impatto ambientale derivante da strumenti di pianificazione o della previsione di opere che prevedono trasformazioni, di considerare l'efficacia degli eventuali interventi di mitigazione e compensazione messi in atto e per seguire l'evoluzione del sistema nel tempo.

OBIETTIVI DEL LAVORO

Obiettivo della presente ricerca è quello di definire l'ecomosaico dell'area della Malpensa, di riconoscere la rete ecologica potenziale e di costruire un quadro interpretativo di alcune qualità degli ecosistemi al fine di definire un quadro di riferimento coerente utile al supporto del governo dell'area.

Il lavoro ha pertanto:

- definito l'assetto dell'ecomosaico dell'area della Malpensa;
- definito un disegno di rete ecologica potenziale dell'area;
- costruito un sistema interpretativo per il trattamento di alcune qualità fondamentali degli ecosistemi utilizzabile dal sistema GIS del Parco del Ticino, attraverso l'utilizzo di indici sintetici georeferenziati.

AREA DI INDAGINE

L'area di studio comprende il territorio di alcuni dei comuni interessati dal Piano d'area Malpensa.

I comuni interessati sono i seguenti:

- | | |
|---------------------|--------------------|
| - ARSAGO SEPRIO | - GOLASECCA |
| - SOMMA LOMBARDO | - GALLARATE |
| - CASORATE SEMPIONE | - CARDANO AL CAMPO |
| - VIZZOLA TICINO | - SAMARATE |
| - FERNO | - LONATE POZZOLO |
| - BUSTO ARSIZIO | |

La zona d'indagine, copre una superficie di circa 17.000 ha. .

LA BASE DATI UTILIZZATA

Al fini del lavoro si è proceduto alla raccolta, archiviazione, confronto e omogeneizzazione dei dati disponibili.

Sono state utilizzate le seguenti basi di dati:

- Carta tecnica regionale (scala 1:10.000 R.L. 1994);
- Aerofoto b.n. volo 1994;
- Piano del settore boschi del Parco lombardo della valle del Ticino (DCR n. IV/1929, del 20 marzo 1990);
- Piano d'Area della Malpensa (L.R. 12 aprile 1999, n.10);
- Piano del verde di Malpensa 2000 (S.E.A.- A.R.F. , 1996);
- Piano di settore fauna del Parco Lombardo del Ticino;
- Carta dell'uso del suolo dell'area della Malpensa (Parco Ticino, 2000);
- Carta della vegetazione della provincia di Varese (SCALA 1:25.000,2000);
- Indagini sulla vegetazione e la Fauna dell'area di Quintavalle (Parco del Ticino, 2000);
- Interventi di riqualificazione ambientale previsti dal Parco del Ticino;
- Programmazione di opere idrauliche;
- Informazioni sulle acque superficiali, l'uso del suolo, vegetazione e fauna disponibili presso il Parco del Ticino e la Provincia di Varese.

LE UNITA' ECOSISTEMICHE DELL'AREA DI MALPENSA

La carta delle unità ambientali è stata realizzata attraverso la lettura integrata degli strumenti informativi disponibili, le unità ecosistemiche riconosciute sono state riportate sulla Cartografia di riferimento (CTR scala 1: 10.000).

Le unità ecosistemiche ed ambientali cartografate rappresentano quelle più significative per l'area; l'individuazione delle diverse categorie è stata compiuta tenendo conto della necessità di avere una informazione omogenea valida su tutta l'area non disponendo di livelli informativi di uguale dettaglio per tutto l'ambito di lavoro.

Le unità ambientali (UA) riconosciute (Tab. 1) per l'area di studio e nel seguito sinteticamente descritte sono 40.

Le unità ecosistemiche riconosciute sono riportate nella "Carta delle unità ambientali" dell'area della Malpensa alla scala 1:25.000.

Nell'area di Malpensa (Tab.2) le unità ambientali con superficie maggiore sono quelle urbane (circa 5.000 ha) che occupano il 28% dell'intera area; i boschi cedui misti (4.223 ha; 23,55 %); i seminativi (3.855 ha; 21,50%); le lande a brugo (1.501 ha; 8,37 %); le aree interessate

dal sistema Malpensa (960 ha; 5,36 %). Discreta presenza hanno poi i boschi di castagno (166 ha); i prati polifiti (287 ha); le case sparse (338 ha); i parchi, le aree verdi urbane (201 ha); le aree di pertinenza autostradale, stradale e ferroviario (157 ha); le cave (213 ha) e le colture arboree (106 ha). Le unità meno rappresentate sono le praterie termoxeriche (6 ha) e le acque lentiche (8 ha). Aggregando le unità ecosistemiche per gruppi omogenei (Tab.3) si può rilevare come le unità maggiormente rappresentate sono: aree urbane (30,3 %); aree agricole (23,7 %); boschi cedui misti degradati (23,5 %); lande con brugo (8,4 %) e l'area Malpensa (5,4 %). Per quanto riguarda le unità ambientali a sviluppo lineare (Tab. 4.) appare evidente il grande sviluppo delle strade (388 Km) e quello modesto delle ferrovie (36 Km). Di rilievo appare lo sviluppo degli elementi naturali lineari del paesaggio come siepi (29,7 Km) e delle fasce arboreo arbustive (38,8 Km); per quanto riguarda i filari che hanno uno sviluppo complessivo di 72 Km si deve sottolineare come una parte di questi sia ricompresa negli ambiti urbani. La notevole infrastrutturazione dell'area è sottolineato dallo sviluppo degli oleodotti e elettrodotti (92 Km).

Dalla Tab. 5 risulta che l'area di studio sia impegnata per il 39% da unità a forte pressione antropica, dal 23,7 % dalle aree agricole e dal 37,2 % dalle unità naturali o naturali formi.

I Comuni con la maggiore presenza di unità ambientali a maggiore impatto antropico, in relazione alla relativa superficie siano: Busto Arsizio, Gallarate, Ferno, Cardano al Campo. Negli altri comuni si ha ancora una prevalenza delle aree naturali e di quelle agricole. Il livello di pressione antropica derivante dalle strade è a carico dei comuni di Busto Arsizio, Gallarate e in misura minore di Somma L. e Lonate Pozzolo.

Un'indicazione sintetica del livello di frammentazione e di trasformazione del territorio si può avere considerando sia gli elementi areali e lineari. Le situazioni di maggiore pressione antropica e criticità sono presenti nei comuni di Busto Arsizio, Gallarate, Somma L. e Lonate Pozzolo.

RETE ECOLOGICA POTENZIALE PER L'AREA DI MALPENSA

Nella progettazione della rete proposta nel presente lavoro sono stati adottati i seguenti criteri generali:

- Individuazione delle principali criticità prodotte dalle barriere esistenti;
- Definizione ed impiego di un modello generale di organizzazione degli ecosistemi basato sull'individuazione di elementi funzionali a ranghi successivi di importanza (matrici naturali primarie, un sistema primario ed uno secondario di gangli e di corridoi di connessione, opportunità locali di riassetto)
- Appoggio prioritario degli elementi forti della rete (matrici primarie, gangli e corridoi primari) agli elementi naturali esistenti, in particolare appartenenti al sistema del Parco del Ticino;
- Individuazione di un sistema di ambiti minori con opportunità di riequilibrio, anche se non ancora inseriti nel sistema di connessione principale.

Per la formulazione della proposta di rete per l'area di Malpensa (Cfr. "Carta della Rete Ecologica") si è proceduto all'individuazione degli elementi nel seguito descritti.

➤ **Matrice Principale del Fiume Ticino**

E' la matrice naturale primaria in grado di costituire sorgente di diffusione per elementi di interesse ai fini della biodiversità. E' la zona in cui l'ambiente naturale ha caratteristiche di elevata estensione, di differenziazione degli habitat presenti, di continuità tra le unità ecosistemiche presenti. In questa zona deve esser mantenuta una connettività ecologica diffusa. E' stata considerata l'area di più stretta pertinenza fluviale.

➤ **Aree a naturalità significativa**

Sono le aree naturali o paraturali di complemento alla matrice naturale primaria che sono a diretto contatto con essa o che spesso costituiscono nuclei anche di

ampie porzioni entro il territorio urbanizzato. Queste aree sono da considerarsi gangli importanti per l'area considerata che devono essere mantenuti e in molti casi riqualificati.

➤ **Barriere infrastrutturali significative**

Sono rappresentate dalle Autostrade e superstrade, dai canali artificiali e dalle altre strade a viabilità elevata. Queste infrastrutture frammentano molte unità ecosistemiche e costituiscono barriera agli spostamenti di molte componenti faunistiche tra le diverse unità .

➤ **Tratti di barriere infrastrutturali particolarmente significative**

Sono i tratti stradali che costituiscono barriera di particolare rilievo. Sono rappresentate dall'Autostrada; dalla Strada Statale n. 33 , dalla 336, dalla 527 e 526

➤ **Fasce per consolidare o promuovere corridoi ecologici principali**

Sono state individuate due direttrici principali; una a nord poco oltre Somma Lombardo (che contiene il corridoio fluviale dello Strona) che consente la connessione tra le aree boscate del nord e la valle del Ticino ed uno a sud che passa attraverso le aree di spagliamento dell'Arno e attraverso il varco esistente tra Vanzaghello e Castano Primo.

➤ **Fasce per consolidare o promuovere corridoi ecologici secondari.**

Oltre ai precedenti, e' essenziale prevedere un sistema di corridoi ecologici complementari. In particolare lungo la direttrice del Torrente Arno e per la connessione verso sud delle aree boscate comprese tra Gallarate e Busto Arsizio.

➤ **Corridoi fluviali**

Fasce fluviali da potenziare con funzioni ecologiche polivalenti. Oltre ad obiettivi di tutela della biodiversità legata ad habitat acquatici, diventa importante poter sfruttare anche le potenzialità di autodepurazione. Sono stati individuati il corridoio del Torrente Strona e quello del Torrente Arno

➤ **Zone agricole**

Le aree agricole in alcuni ambiti appaiono come aree cuscinetto tra bosco e aree edificate; in altre separano, spesso con brevi tratti, le aree urbanizzate. Esistono inoltre matrici agricole relativamente ricche di siepi filari e macchie ed altre al contrario poco dotate. Sono queste le aree entro le quali devono essere attuati gli interventi di formazione dei corridoi attraverso la salvaguardia degli spazi non edificati e la connessione degli elementi di infrastrutturazione ecologica. Inoltre lungo i confini delle aree agricole con le aree edificate potrà essere promossa la formazione di fasce per la riduzione degli impatti reciproci prodotti dalle due zone.

➤ **Aree urbanizzate o sottoposte a particolare pressione antropica**

Sono rappresentate da tutte le aree urbanizzate , dalle aree di Malpensa, dalle cave, dagli insediamenti artigianali, produttivi, commerciali o di servizio. Queste aree sono in grado di generare significative interferenze con le aree circostanti. I loro fronti insediativi sono zone problematiche da tamponare con ecosistemi-filtro. La trasmissione delle interferenze (rumore, polveri, inquinamento atmosferico, idrico, luminazioni) tra le prime aree e le seconde può essere ridotta attraverso la interposizione lungo i fronti di separazione di ecosistemi filtro o fasce tampone. Queste, a seconda dei materiali utilizzati (materiali vivi) e della ricchezza in unità ecosistemiche che vi saranno previste, potranno sviluppare funzioni anche integrative per la stessa rete ecologica. Riguardo alle cave in particolare, in funzione della natura e qualità degli interventi di recupero si può riconoscere loro un importante ruolo di sostegno alla rete.

➤ **Aree di spagliamento del torrente Arno**

Le aree di spagliamento del torrente Arno rappresentano un elemento particolarmente significativo per l'area in funzione della loro problematicità. La

realizzazione di ecosistemi filtro per ridurre il livello di inquinamento residuo dall'impianto di depurazione di San Antonino, potrebbe costituire uno degli elementi più significativi per il rafforzamento del corridoio principale meridionale.

➤ **Punti critici di conflitto**

Sono stati individuati i principali punti di conflitto con il sistema infrastrutturale da governare. Il sistema infrastrutturale entra in conflitto con le fasce territoriali individuate come corridoi ecologici venendo a creare soluzioni di continuità nel sistema. Questi punti possono essere risolti con provvedimenti appositi o legati nel tempo alla programmazione di nuovi interventi legati alla viabilità.

➤ **Varchi di permeabilità ecologica**

Sono stati individuati i varchi residui presenti tra aree edificate. Si tratta di varchi che risultano permeabili e che devono essere preservati dalla saldatura degli edificati. Sono questi che consentono la presenza di corridoi secondari; in alcuni casi la loro funzionalità potrebbe essere migliorata attraverso provvedimenti specifici.

LA VALUTAZIONE DEGLI ECOSISTEMI ATTRAVERSO L'USO DI INDICI SINTETICI

La trattazione degli ecosistemi è alquanto complessa: operativamente può essere affrontata attraverso l'uso di indici sintetici in un sistema georeferenziato in grado di stimare coerentemente la qualità di singole componenti ambientali.

L'utilizzo degli indici sintetici si giustifica col fatto che difficilmente attraverso l'impiego di un singolo indicatore si riesce a rappresentare qualità astratte; gli indici sintetici al contrario risultano più efficaci in quanto combinano matematicamente più indicatori parziali.

Nella presente ricerca è stato utilizzato il M.I.V.E.C. (Modello interpretativo per la definizione e la Valutazione degli Ecosistemi (Malcevschi S., 1989)

Gli indici sintetici considerati ai fini del presente lavoro sono stati i seguenti:

- **Indice di Valore Ecologico (VAL_ECO)**
- **Indice di Pressione Antropica (PA)**
- **Indice di Criticità ambientale (KA)**

BASI INFORMATIVE CONSIDERATE DAGLI INDICI

Gli indici ricercati si sono basati su stime di presenza di un insieme di categorie di elementi ambientali significativi ai fini delle valutazioni cercate (valore ecologico, pressione antropica, criticità ambientale).

Le stime di presenza dei singoli elementi ambientali sono state effettuate sulla base del dell'impegno di ogni elemento rispetto ad un reticolo secondario di maglie quadrate di 200 m di lato suddivise a loro volta in 16 sottomaglie di 50 m di lato.

Il metodo consente di tener conto sia degli elementi estesi, sia di quelli lineari (essenziali per le valutazioni di pressione antropica : si pensi ad esempio alle infrastrutture trasportistiche), sia (in via di principio) di elementi puntuali di elevata significatività.

La base dati utilizzata è quella della Carta delle Unità Ecosistemiche.

Le categorie di elementi ambientali considerati sono elencati nella Tab. 6.

GLI INDICI SINTETICI UTILIZZATI

Per la costruzione degli indici si è fatto uso di una matrice di corrispondenza che consentisse di assegnare un valore attribuito (coefficienti di importanza relativa) alle singole UE .

Per la definizione dell'INDICE DI VALORE ECOLOGICO (VAL_ECO) si è proceduto assegnando ad ogni unità ecosistemica un coefficiente di importanza relativa (TAB. 7) calcolato come sommatoria delle seguenti qualità parziali:

Valore faunistico(K.FAUN): tale caratteristica sintetizza i vari aspetti in grado di rendere conto dell'importanza delle varie unità ecosistemiche considerate dal punto di vista faunistico, in particolare, la potenzialità ad assolvere un ruolo fondamentale per la fauna fornendo rifugio edafico; assumendo valenza di habitat trofico, riproduttivo e/o di corridoio preferenziale per spostamenti e colonizzazioni di altre aree; o costituendo elemento tampone nei confronti di pressioni critiche esterne .

Valore Ricreativo(K.RIC) : tale caratteristica sintetizza i vari aspetti che concorrono a rendere le unità ambientali in oggetto desiderabili dal punto di vista ricreativo o comunque paesaggistico. Gli aspetti in questione sono tipicamente l'apprezzabilità formale secondo i canoni estetici consueti, l'offerta di opportunità per fruizioni particolari (birdwatching, ecc.), la fruibilità generale dell'area (tempo libero et.)

Valore botanico(K.BOT): tale caratteristica sintetizza i principali assetti vegetazionali presenti: composizione, struttura delle associazioni, estensione et. che conferiscono alle unità ambientali un valore complessivo botanico.

Rarità Locali(K.RAR): tale caratteristica rende merito dell'importanza relativa della associazione vegetale e della sua presenza all'interno dell'area di studio in termini di: superficie nell'area, presenza, significatività, rarità .

L'attribuzione dei coefficienti relativi di peso è stata effettuata, assegnando alle singole unità ecosistemiche livelli di importanza relativa sotto forma di coefficienti progressivi (da 0 a 5) sulla base della seguente scala di corrispondenza :

K.FAUN, K.BOT, K.RIC, K.RAR = 0 : nessuna importanza

K.FAUN, K.BOT, K.RIC, K.RAR = 1 : importanza trascurabile

K.FAUN, K.BOT, K.RIC, K.RAR = 2 : importanza moderata

K.FAUN, K.BOT, K.RIC, K.RAR = 3 : importanza discreta

K.FAUN, K.BOT, K.RIC, K.RAR = 4 : importanza elevata

K.FAUN, K.BOT, K.RIC, K.RAR = 5 : importanza molto elevata

Si è poi assunto, similmente alla metodologia individuata da MIVVEC (ENEA 1989), che la corrispondenza tra i livelli successivi di importanza relativa fosse espressa da una funzione esponenziale e non di tipo lineare al fine di evitare sottostime dei valori, cosa che può verificarsi, ad esempio, in presenza di situazioni di importanza molto elevata.

Il calcolo dei coefficienti DI VALORE ECOLOGICO (KVAE) per le $i=1,40$ tipologie di unità ambientali è stato effettuato sulla base della seguente formula :

$$K.VAE_i \quad (i = 1,40) = (k_i \text{ faun}/\max) * w + (k_i \text{ bot}/\max) * w + (k_i \text{ ric}/\max) * w + (k_i \text{ rar}/\max) * w$$

Nella tabella 7 si riportano le matrici di corrispondenza per il calcolo dei coefficienti di valore ecologico.

Il valore dell'indice attribuito a ciascuna maglia di riferimento è ottenuto come somma dei valori parziali definiti dalle estensioni delle diverse categorie di elementi ambientali ($i = 1,n$) moltiplicate per il loro coefficiente intrinseco di valore ecologico (K VAE)

$$VAL \text{ ECO.XY} = \sum (i= 1,n) K.VAE_i \times UE_i$$

Gli stessi assunti metodologici hanno permesso di calcolare: i coefficienti di *PRESSIONE ANTROPICA* (PA) dato dalle seguenti qualità parziali:

Valore di Frammentazione/Effetto barriera (K.FRAMM): tale caratteristica sintetizza gli impatti correlati alla frammentazione lineare del territorio dovuta alla presenza dell'opera e delle infrastrutture ad essa collegate, ed al conseguente effetto barriera sulle biocenosi presenti: sia per riduzione e/o limitazione parziale o totale agli spostamenti, migrazioni e colonizzazioni di nuove aree sia per interruzione degli ecomosaici.

Valore di Inquinamento potenziale (K.INQ): tale caratteristica sintetizza il valore dell'impatto dovuto all'inquinamento potenziale generico, inteso qui come sommatoria dell'impatto acustico, atmosferico, da polveri nonché luminoso.

K.FRAMM, K.INQ = 0 : nessuna importanza
 K.FRAMM, K.INQ = 1 : importanza trascurabile
 K.FRAMM, K.INQ = 2 : importanza moderata
 K.FRAMM, K.INQ = 3 : importanza discreta
 K.FRAMM, K.INQ = 4 : importanza elevata
 K.FRAMM, K.INQ = 5 : importanza molto elevata

Il calcolo del coefficiente di **PRESSIONE ANTROPICA (K.PA)** per le $i=1,40$ tipologie di unità ambientali, avviene sulla base della seguente formula :

$$K.PA_i \ (i=1,40) = (k_i \text{ fram}/\text{max}) * w + (k_i \text{ inq}/\text{max}) * w$$

Nella tabella 8 si riportano le matrici di corrispondenza per il calcolo dei coefficienti di Pressione Antropica

Il valore dell'indice attribuito a ciascuna maglia di riferimento è ottenuto come somma dei valori parziali definiti dalle estensioni delle diverse categorie di elementi ambientali ($i = 1,n$) moltiplicate per il loro coefficiente intrinseco di pressione antropica (K.PA_i)

$$PA.XY = \sum (i= 1,n) K.PA_i \times U E_i$$

Il calcolo degli indici si è basato sull'impiego di algoritmi di tipo additivo, assumendo il presupposto logico secondo cui all'interno di una determinata maglia territoriale, il valore degli Indici Complessivi (VAL_ECO e PA) è proporzionale alla somma dei valori parziali riscontrati .

Naturalmente, nonostante ci possano essere situazioni di scostamento dalla proporzionalità assunta (es. per sinergie moltiplicative e/o in caso della Pressione Antropica di fenomeni di reciproca mitigazione) un algoritmo di tipo additivo è parso adeguato alla scala di lavoro adottata.

L'algoritmo utilizzato per la stima della **INDICE DI CRITICITÀ AMBIENTALE (KA)** è costruito invece sull'assunto logico che il Valore Ecologico e la Pressione Antropica concorrono contestualmente alla determinazione di una situazione di criticità.

Il modello di stima della criticità ambientale, o **INDICE DI CRITICITÀ'** per la maglia territoriale, XY, è calcolato come segue:

$$KA.XY = VAL_ECO.XY * PA.XY$$

I risultati ottenuti dall'applicazione degli Indici sono sintetizzati in Carte Tematiche:

Nelle tavole le classi di rappresentazione dei valori degli indici sono rappresentati secondo due scale per verificare quale delle due fosse in grado di aderire meglio alla realtà dell'ecosistema dell'area.

Entrambi i modi di rappresentazione risultano coerenti, sono cioè in grado di rendere ragione della realtà dell'ecosistema dell'area; a volte, per lo stesso indice, una rappresentazione è in grado di differenziare meglio molte aree rispetto all'altra.

Indice di valore ecologico

La distribuzione del valore dell'indice ecologico evidenzia bene le aree di maggiore valore distribuite lungo la valle del Ticino e nelle aree boschive interne. In queste appaiono le macchie con i valori più bassi dati dagli agglomerati urbani.

Indice di Pressione Antropica

L'indice di pressione antropica individua bene la distribuzione e l'intensità dell'organizzazione territoriale sottolineando in modo chiaro le aree urbanizzate e le infrastrutture; appare evidente la frammentazione e l'isolamento di molte aree "non costruite" causate dalle categorie precedenti.

Indice di Criticità Ambientale

Come atteso i valori massimi di criticità ambientale si hanno nelle aree ove esiste la giustapposizione di elementi di pressione con quelli di valore; risultano pertanto particolarmente evidenti i margini delle aree edificate e le fasce interessate dalle infrastrutture. La rappresentazione “1” evidenzia meglio le situazioni critiche; il quadro che emerge è quello di aree molto vaste a criticità elevata o molto elevata.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il lavoro svolto ha consentito di:

- ottenere un quadro coerente delle informazioni attualmente disponibili sull'area della Malpensa attraverso la redazione della carta delle unità ambientali;
- formulare una proposta di rete ecologica locale;
- definizione di un sistema di valutazione di alcune qualità degli ecosistemi da utilizzarsi come base di conoscenza e per supportare le azioni di governo;
- implementazione dei dati disponibili per il sistema informativo territoriale del Parco Ticino attraverso la formazione di una specifica banca dati.

Il lavoro ha evidenziato come l'ecomosaico dell'area di Malpensa sia caratterizzato dalla presenza di discrete superfici naturali o naturaliformi (di differenti livelli di qualità naturalistica) che si presentano però fortemente frammentate e sulle quali è esercitata una notevole pressione antropica; è quindi necessario migliorare la funzionalità ecosistemica attraverso la formazione della rete ecologica proposta.

Si evidenzia come le fasce di maggiore criticità siano quelle dei margini delle unità urbanizzate e soprattutto delle infrastrutture; risulta pertanto necessario formare ecosistemi filtro lungo le fasce di maggiore criticità, salvaguardare i varchi attualmente ancora presenti e prevedere provvedimenti specifici per il superamento dei punti di conflitto soprattutto nei riguardi delle infrastrutture.

Un ruolo primario dovrà essere svolto dalla valutazione della compatibilità della progettualità interna all'area nei confronti dell'assetto ecosistemico complessivo.

BIBLIOGRAFIA

- G. L. Bisogni "*Impatto sugli ecosistemi: indici, scale e modelli*". 54° Corso di Aggiornamento in Ingegneria Sanitaria-Ambientale, Milano 22-26 gennaio 2001.
- S. Malcevschi "*Un modello interpretativo integrato per la definizione e la valutazione degli ecosistemi (mivec)*", 1989
- S. Malcevschi "*Qualità ed impatto ambientale*", 1991. Etaslibri

Tabella 1 - Elenco delle Unità ambientali riconosciute per l'area della Malpensa

1.	Boschi di pino silvestre e castagno con presenza di farnia e esotiche (robinia); alto fusto
2.	Boschi di castagno con presenza di farnia, pino silvestre, betulla, esotiche (robinia); ceduo
3.	Boschi cedui misti degradati
4.	Lande con brugo con presenza di esotiche (pino rigido e prugnolo tardivo)
5.	Boschi e foreste mesofile e mesoigrofile; alto fusto
6.	Boscaglie e arbusteti mesofile e mesoigrofile
7.	Boscaglie e cespuglieti xerofili; ceduo
8.	Boschi e boscaglie igrofile dominate da salici; ceduo
9.	Boscaglie aperte e arbusteti pionieri
10.	Colture arboree
11.	Colture in rotazione
12.	Altre colture
13.	Praterie termoxeriche
14.	Praterie igrofile

15. Praterie effimere di greto
16. Prati polifiti
17. Siepi caratterizzate da prevalenza di elementi arbustivi <10 m
18. Filari caratterizzati da prevalenza di elementi arborei <15 m
19. Fasce arboreo-arbustive >15 m
20. Fiume Ticino
21. Acque lentiche
22. Aree di spagliamento
23. Canali naturali
24. Canali naturaliformi (grande vecchio e marinone)
25. Canali artificiali
26. Rivi
27. Cave asciutte (in coltivazione)
28. Cave con acqua (in coltivazione)
29. Parchi, aree verdi, piste motocross
30. Urbano
31. Autostrada, svincoli, aree ferroviarie (aree di spessore)
32. Strade
33. Ferrovie
34. Elettrodotti
35. Oleodotti
36. Piste (comprende prati interclusi e piste)
37. Strutture di servizio (unità relative all'aeroporto, magazzini, stazione hangar)
38. Altre aree marginali (aree verdi ed altre aree interne sedime aeroportuale)
39. Case sparse
40. Aree intercluse di pertinenza stradale (svincoli rotonde)

Tabella .2 - Superficie complessiva occupata da ciascuna unità ambientali estesa

TIPO	AREA (mq)	AREA (%)	AREA (ha)
Boschi di pino silvestre e castagno con presenza di farnia e esotiche (robinia); alto fusto	568.703	0,32	57
Boschi di castagno con presenza di farnia, pino silvestre, betulla, esotiche (robinia); ceduo	1.658.857	0,93	166
Boschi cedui misti degradati	42.225.893	23,55	4.223
Lande con brugo con presenza di esotiche (pino rigido e prugnolo tardivo)	15.006.706	8,37	1.501
Boschi e foreste mesofile e mesoigrofile; alto fusto	319.513	0,18	32
Boscaglie e arbusteti mesofile e mesoigrofile	518.756	0,29	52
Boscaglie e cespuglieti xerofili; ceduo	992.283	0,55	99
Boschi e boscaglie igrofile dominate da salici; ceduo	439.462	0,25	44
Boscaglie aperte e arbusteti pionieri	336.055	0,19	34
Praterie termoxeriche	64.468	0,04	6
Praterie igrofile	181.756	0,10	18
Praterie effimere di greto	393.994	0,22	39
Colture arboree	1.061.395	0,59	106
Prati polifiti	2.868.367	1,60	287
Colture in rotazione	108.652	0,06	11
Altre colture	38.551.443	21,50	3.855
Cave asciutte in coltivazione	1.036.403	0,58	104
Cave con acqua in coltivazione	1.089.651	0,61	109
Parchi, aree verdi urbane, piste sportive	2.006.008	1,12	201
Urbano	50.551.111	28,19	5.055
Autostrada, svincoli, aree ferroviarie	1.569.332	0,88	157

Case sparse	3.378.982	1,88	338
Aree intercluse di pertinenza stradale	244.611	0,14	24
Fiume Ticino	3.781.437	2,11	378
Acque lentiche	61.458	0,03	6
Aree di spagliamento	80.524	0,04	8
Canali artificiali principali	489.820	0,27	49
Canali naturaliformi principali	146.495	0,08	15
Piste e prati interclusi di Malpensa	5.140.431	2,87	514
Strutture di servizio di Malpensa	2.418.240	1,35	242
Altre aree marginali di Malpensa	2.043.738	1,14	204
Totale	179.334.545	100,00	17.933

Tabella .3 - Superficie e relativa percentuale delle unità ambientali estese aggregate

TIPO	AREA (mq)	AREA (%)	AREA (ha)
Boschi caratteristici dei ripiani morenici	2.227.560	1,2	223
Boschi cedui misti degradati	42.225.893	23,5	4.223
Lande con brugo con presenza di esotiche (pino rigido e prugnolo tardivo)	15.006.706	8,4	1.501
Boschi, boscaglie e arbusteti del fondovalle	2.606.070	1,5	261
Praterie del fondovalle e della golena	640.219	0,4	64
Superfici coltivate ed altre aree ad uso agricolo	42.589.856	23,7	4.259
Aree di cava	2.126.054	1,2	213
Aree urbane o sottoposte a forte impatto antropico	54.371.062	30,3	5.437
Case sparse	3.378.982	1,9	338
Fiume Ticino	3.781.437	2,1	378
Acque lentiche	61.458	0,0	6
Aree di spagliamento	80.524	0,0	8
Canali artificiali principali	489.820	0,3	49
Canali naturaliformi principali	146.495	0,1	15
Area Malpensa	9.602.410	5,4	960
Totale	179.334.545	100,0	17.933

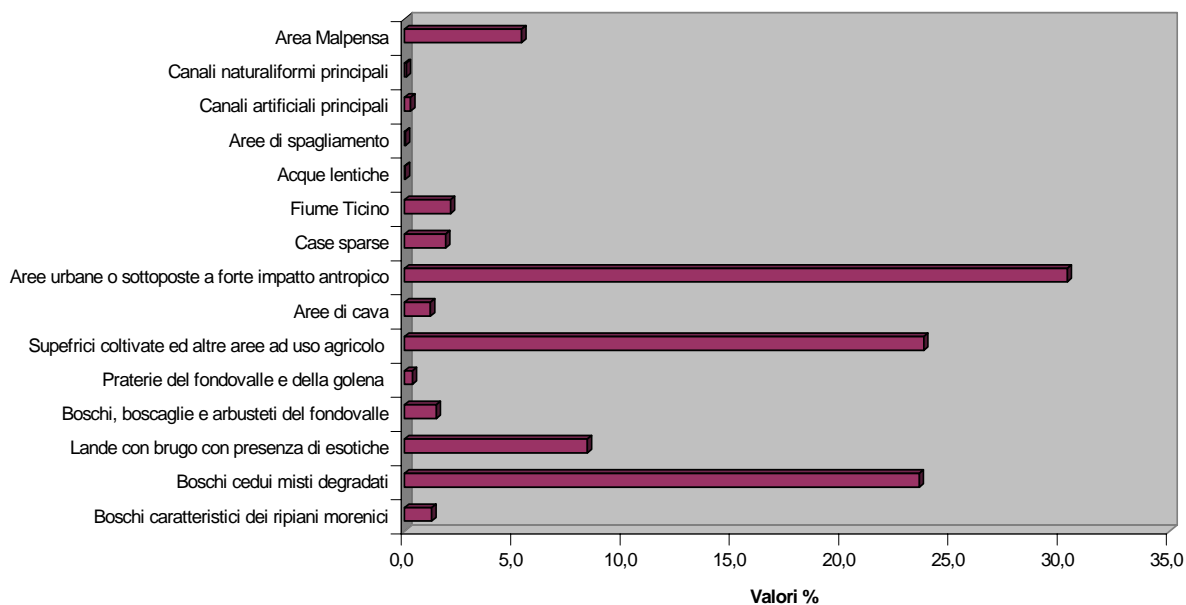


Tabella 4: Sviluppo delle diverse unità ambientali lineari considerate

TIPO	LUNGHEZZA (Km)	LUNGHEZZA (%)
Strade	388,1	48,8
Ferrovie	36,2	4,5
Elettrodotti	91,9	11,5
Oleodotti	91,9	11,5
Canali naturali principali	37,4	4,7
Rivi	9,5	1,2
Siepi arbustive <10	29,7	3,7
Filari arborei <15	72,4	9,1
Fasce arboreo-arbustivi >15	38,8	4,9
Totale	796	100,0

Tabella 5 - Superficie delle unità ambientali aggregate secondo quattro categorie principali

TIPO	AREA (mq)	AREA (%)	AREA (ha)
Unità boscate o praterie	62.706.448	35	6.272
Corsi d'acqua superficiali i	3.927.932	2,2	393
Totale Unità naturali o naturaliformi	66.634.380	37,2	6.665
Superfici agricole	42.589.856	23,7	4.259
Unità a forte pressione antropica	70.110.310	39	7.011
Totale	179.334.545	100	17.933

Tabella 6.- Unità ambientali considerate per il calcolo degli indici sintetici

	Unità ecosistemiche
M1	Boschi di pino silvestre e castagno con presenza di farnia e esotiche (robinia); alto fusto
M2	Boschi di castagno con presenza di farnia, pino silvestre, betulla, esotiche (robinia); ceduo
BC	Boschi cedui misti degradati
P2	Lande con brugo con presenza di esotiche (pino rigido e prugnolo tardivo)
AF	Boschi e foreste mesofile e mesoigrofile; alto fusto
V7	Boscaglie e arbusteti mesofile e mesoigrofile
V3	Boscaglie e cespuglieti xerofili; ceduo
V4	Boschi e boscaglie igrofile dominate da salici; ceduo
V6	Boscaglie aperte e arbusteti pionieri
CA	Colture arboree
C2	Colture in rotazione
C	Altre colture
E1	Praterie termoxeriche
E2	Praterie igrofile
E3	Praterie effimere di greto
CP	Prati polifiti
SI	Siepi caratterizzate da prevalenza di elementi arbustive <10 m
FI	Filari caratterizzati da prevalenza di elementi arborei <15 m
FA	Fasce arboreo-arbustive >15 m
TI	Fiume Ticino
AL	Acque lentiche
AS	Aree di spagliamento
CN	Canali naturali
AN	Canali naturaliformi(grande vecchio e marinone)
AC	Canali artificiali
RI	Rivi
A1	Cave asciutte (in coltivazione)
A3	Cave con acqua (in coltivazione)
A2	Parchi, aree verdi, piste motocross
UR	Urbano
AU	Autostrada, svincoli, aree ferroviarie (aree di spessore)
PS	Strade
FE	Ferrovie
EL	Elettrodotti
OL	Oleodotti
AP	piste (comprende prati interclusi e piste)
AS	strutture di servizio (unità relative all'aeroporto, magazzini, stazione hangar)
AM	altre aree marginali (aree verdi ed altre aree interne sedime aeroportuale)
CS	Case sparse
AI	Aree intercluse di pertinenza stradale (svincoli rotonde)

Tabella 7 - Matrice di corrispondenza per il calcolo dei coefficienti di valore ecologico

ID	DESCRIZIONE	Valore FAUNISTICO	K_FAUN	Valore BOTANICO	K_BOT	Valore RICREATIVO	K_RIC	RARITA' LOCALI	K_RAR	K_VAEI
M1	Boschi di pino silvestre e castagno con presenza di farnia e esotiche (robinia); alto fusto	4	54,60	5	148,41	4	54,60	5	148,41	406,02
M2	Boschi di castagno con presenza di farnia, pino silvestre, betulla, esotiche (robinia); ceduo	4	54,60	3	20,09	5	148,41	3	20,09	243,18
BC	Boschi cedui misti degradati	4	54,60	2	7,39	3	20,09	1	2,72	84,79
P2	Lande con brugo con presenza di esotiche (pino rigido e prugnolo tardivo)	3	20,09	4	54,60	3	20,09	2	7,39	102,16
AF	Boschi e foreste mesofile e mesoigrofile; alto fusto	5	148,41	5	148,41	5	148,41	5	148,41	593,65
V7	Boscaglie e arbusteti mesofile e mesoigrofile	5	148,41	5	148,41	4	54,60	3	20,09	371,51
V3	Boscaglie e cespuglieti xerofili; ceduo	3	20,09	3	20,09	2	7,39	4	54,60	102,16
V4	Boschi e boscaglie igrofile dominate da salici; ceduo	4	54,60	4	54,60	2	7,39	2	7,39	123,97
V6	Boscaglie aperte e arbusteti pionieri	3	20,09	5	148,41	2	7,39	5	148,41	324,30
CA	Culture arboree	2	7,39	1	2,72	1	2,72	0	1,00	13,83
C2	Culture in rotazione	2	7,39	1	2,72	0	1,00	0	1,00	12,11
C	Altre colture	1	2,72	1	2,72	0	1,00	0	1,00	7,44
E1	Praterie termoxeriche	3	20,09	4	54,60	3	20,09	5	148,41	243,18
E2	Praterie igrofile	3	20,09	4	54,60	1	2,72	5	148,41	225,82
E3	Praterie effimere di greto	2	7,39	4	54,60	5	148,41	5	148,41	358,81
CP	Prati polifiti	2	7,39	2	7,39	4	54,60	1	2,72	72,09
SI	Siepi caratterizzate da prevalenza di elementi arbustive <10 m	3	20,09	3	20,09	2	7,39	4	54,60	102,16
FI	Filari caratterizzati da prevalenza di elementi arborei <15 m	2	7,39	2	7,39	2	7,39	2	7,39	29,56
FA	Fasce arboreo-arbustive >15 m	4	54,60	3	20,09	2	7,39	3	20,09	102,16
TI	Fiume Ticino	5	148,41	4	54,60	5	148,41	5	148,41	499,84
AL	Acque lentiche	5	148,41	5	148,41	5	148,41	5	148,41	593,65
AS	Aree di spagliamento	2	7,39	2	7,39	0	1,00	2	7,39	23,17
CN	Canali naturali	3	20,09	3	20,09	4	54,60	3	20,09	114,85
AN	Canali naturaliformi (grande vecchio e marinone)	4	54,60	3	20,09	4	54,60	4	54,60	183,88
AC	Canali artificiali	1	2,72	3	20,09	2	7,39	1	2,72	32,91
RI	Rivi	4	54,60	3	20,09	3	20,09	3	20,09	114,85
A1	Cave asciutte (in coltivazione)	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	4,00
A3	Cave con acqua (in coltivazione)	1	2,72	0	1,00	0	1,00	0	1,00	5,72
A2	Parchi, aree verdi, piste motocross	2	7,39	2	7,39	5	148,41	1	2,72	165,91
UR	Urbano	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	4,00
AU	Autostrada, svincoli, aree ferroviarie (aree di spessore)	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	4,00
PS	Strade	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	4,00
FE	Ferrovie	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	4,00
EL	Elettrodotti	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	4,00
OL	Oleodotti	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	4,00
AP	piste (comprende prati interclusi e piste)	1	2,72	0	1,00	0	1,00	0	1,00	5,72
AS	strutture di servizio (unità relative all'aeroporto, magazzini, stazione hangar)	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	4,00
AM	altre aree marginali (aree verdi ed altre aree interne sedime aeroportuale)	1	2,72	1	2,72	0	1,00	0	1,00	7,44
CS	Case sparse	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	4,00
AI	Aree intercluse di pertinenza stradale (svincoli rotonde)	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	4,00

Tabella 8 - Matrice di corrispondenza per il calcolo dei coefficienti di Pressione Antropica

ID	DESCRIZIONE	Valore di frammentazione/effetto barriera degli ecosistemi	K_FRAMM	Valore dell'inquinamento potenziale generico	K_INQ	K_PAi
C	Altre colture	0	1,00	1	2,72	3,72
AC	Canali artificiali	4	54,60	0	1,00	55,60
A1	Cave asciutte (in coltivazione)	1	2,72	2	7,39	10,11
A3	Cave con acqua (in coltivazione)	1	2,72	2	7,39	10,11
UR	Urbano	4	54,60	5	148,41	203,01
AU	Autostrada, svincoli, aree ferroviarie (aree di snessore)	3	20,09	4	54,60	74,68
PS	Strade	2	7,39	3	20,09	27,47
FE	Ferrovie	1	2,72	2	7,39	10,11
EL	Elettrodotti	1	2,72	2	7,39	10,11
OL	Oleodotti	1	2,72	1	2,72	5,44
AP	piste (comprende prati interclusi e piste)	5	148,41	5	148,41	296,83
AS	strutture di servizio (unità relative all'aeroporto, magazzini, stazione hangar)	5	148,41	5	148,41	296,83
AM	altre aree marginali (aree verdi ed altre aree interne sedime aeroportuale)	1	2,72	2	7,39	10,11
CS	Case sparse	1	2,72	0	1,00	3,72

PRIME VALUTAZIONI SUI RISCHI DERIVANTI DALL'INTRODUZIONE DI SPECIE ESOTICHE A SEGUITO DI ATTIVITÀ AEROPORTUALI

Olga Chitotti, direttore Centro VIA Italia
Paola Levi, collaboratrice Università di Pavia

Sommario - Data la vastità dell'argomento si è ritenuto opportuno realizzare uno studio finalizzato ad inquadrare il problema, definire l'entità dei rischi causati da specie aliene introdotte tramite le attività aeroportuali e individuare gli enti che già operano nel campo sia a livello nazionale sia internazionale. Lo studio ha avuto anche lo scopo di giungere a delineare proposte operative di monitoraggio della zona aeroportuale della Malpensa.

1. INTRODUZIONE

Le invasioni biotiche stanno alterando le comunità naturali biologiche mondiali ed il loro carattere ecologico ad un ritmo senza precedenti. L'introduzione di specie esotiche causata dal trasporto intenzionale ed accidentale attraverso confini un tempo invalicabili è, contemporaneamente alla distruzione degli habitat naturali, la principale causa di estinzione di specie particolarmente vulnerabili all'invasione di organismi alieni.

I movimenti degli organismi attorno al globo aumentano proporzionalmente all'aumento degli scambi commerciali e turistici. Confini un tempo insormontabili non sono più tali: oceani, catene montuose, fiumi e zone climaticamente inospitali non costituiscono più delle barriere invalicabili. In un mondo senza confini poche aree rimangono escluse da queste migrazioni globali e, per alcuni luoghi come le isole oceaniche, il problema è diventato di primaria importanza. Accanto alle reti ecologiche naturali che favoriscono la spontanea coevoluzione delle specie presenti negli stessi habitat, l'uomo crea delle reti di comunicazione artificiali che interferiscono con l'evoluzione delle comunità biotiche, veicolando gli organismi naturali al di fuori del loro naturale areale di distribuzione e di potenziale dispersione diventando causa di forti squilibri ambientali, spesso irreversibili. Per descrivere questa nuova epoca in cui la connettività del pianeta Terra è alterata dalle attività umane, alcuni ricercatori hanno suggerito il termine *Homogocene* (in ISSG, 2000) Il rischio che corriamo è, infatti, l'impoverimento e l'omogeneizzazione degli ecosistemi.

Dei numerosi organismi alieni trasportati, soltanto una piccola frazione si naturalizza e, di questa, alcune specie diventano invasive causando vari danni ambientali: specie invasive, infatti, si ritrovano in tutti i principali gruppi tassonomici. Ci sono diverse ragioni potenziali per le quali gli invasori hanno successo: perché gli organismi in questione sono predatori o parassiti, perché trovano nicchie ecologiche libere da occupare, e/o perché talvolta aiutati a naturalizzarsi da danni precedentemente causati agli habitat naturali dall'uomo.

Le specie invasive possono essere predatori per le specie endemiche, competitive nella ricerca di cibo e spazio vitale, possono degradare gli habitat e le funzioni ecosistemiche, la qualità dell'acqua, trasportare ed essere vettori di diffusione di parassiti e malattie.

Il risultato è frequentemente la perdita di variabilità genetica, di specie e di biodiversità; l'estinzione e la sostituzione degli organismi endemici, ed il cambiamento spesso una diminuzione, della produttività biologica.

Oggetto di questo studio sono le specie animali e vegetali superiori di provenienza esotica introdotte accidentalmente negli Stati attraverso gli aerei, rimandando l'approfondimento del problema della introduzione di microrganismi ad altre sedi.

INQUADRAMENTO DEL LAVORO

Lo studio qui presentato rientra nell'ambito di un più generale piano di monitoraggio e ricerca denominato "Proposte programmatiche circa le iniziative da intraprendere a seguito della prima fase di messa a regime dell'impianto aeroportuale di Malpensa", in particolare il lavoro qui presentato è stato approvato nella Convenzione tra Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino e Regione Lombardia per la realizzazione di attività di

ricerca e monitoraggio in aree naturali ed in aree degradate ricadenti nel territorio del Parco del Ticino, prodromiche all'elaborazione dei programmi di compensazione ambientale dell'Area Malpensa, di cui alla L.R. 12 aprile 1999, n.10 (sottoscritta il 14 marzo 2000).

L'esigenza di esaminare e prevedere i rischi legati all'introduzione di specie esotiche nelle zone aeroportuali, denominate anche *alien*, nasce a seguito della registrazione di casi di infestazione di animali e vegetali per via aerea, che hanno messo in pericolo sia l'ambiente naturale che la salute dell'uomo. Questi casi sono stati rilevati non solo in Stati insulari come le Hawaii, Nuova Zelanda e Australia, particolarmente vulnerabili all'invasione di specie non indigene per le loro caratteristiche geo-fisiche, ma anche in alcuni Paesi Europei compresa l'Italia.

I casi analizzati nello studio danno idea della portata e della complessità del problema che coinvolge sia fattori ambientali che antropici.

OBIETTIVI DELLO STUDIO

L'attuale tendenza alla globalizzazione e il conseguente aumento degli scambi commerciali e turistici negli aeroporti aumenta la possibilità di introduzione di specie esotiche (aliene) con potenziali effetti negativi sull'ambiente e sulla salute umana.

I casi raccolti dalla letteratura scientifica sono risultati estremamente numerosi e diversificati e si è resa necessaria una sistemizzazione delle informazioni disponibili, nonché una valutazione della reale significatività del problema e dei conseguenti rischi.

L'obiettivo principale del lavoro è stato inquadrare il problema attraverso una ricerca bibliografica orientata a:

- analizzare gli effetti causati sull'ambiente e sull'uomo da invasioni di organismi alloctoni denominati "*alien*" (di provenienza esotica), in grado di competere con successo con le specie indigene e anche di trasmettere agenti patogeni agli animali, vegetali e uomini;
- individuare le modalità di introduzione di *alien invasivi*, distinguendo le invasioni volute dall'uomo (basti pensare ai comuni alimenti italiani costituiti da pomodoro, peperoni, patate, fagiolini, tacchini tutti provenienti dalle Americhe), da quelle accidentali, sfuggite ai controlli, presenti nelle merci, nei bagagli e anche negli stessi indumenti e scarpe dei passeggeri;
- esaminare alcuni dei casi più significativi di invasione di specie aliene introdotte accidentalmente, sia a livello nazionale che internazionale;
- descrivere le principali iniziative intraprese da organizzazioni internazionali e analisi dei riferimenti normativi internazionali e nazionali relativi all'introduzione di specie animali vegetali introdotte negli Stati;
- individuare i principali controlli effettuati in Italia e all'estero dai servizi di controllo presenti negli aeroporti internazionali;
- proporre azioni da intraprendere nell'Area Malpensa al fine di garantire misure di prevenzione e controllo delle specie aliene invasive.

GRUPPO DI LAVORO

Il lavoro è stato affidato al Centro VIA Italia, nodo italiano del Network Europeo promosso dalla Commissione europea, attivo dal 1995 nel settore della Valutazione di Impatto Ambientale.

Lo studio è stato svolto dalla dr.ssa Olga Chitotti, direttore del Centro VIA Italia, e dalla Dr.ssa Paola Levi, libera professionista e collaboratrice dell'Università di Pavia.

Il coordinamento scientifico è stato assicurato dal prof. Sergio Malcevschi, docente dell'Università di Pavia Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestri

(Laboratorio di Valutazione di Impatto Ambientale), e dal prof. Giuseppe Bogliani, del Dipartimento di Biologia Animale della medesima Università.

2. ALCUNI CASI DI INTRODUZIONE INVOLONTARIA DI SPECIE ESOTICHE



Boiga irregularis

Serpente bruno

E' stato introdotto nell'isola di Guam (Arcipelago delle Marianne, Micronesia) nel dopo guerra a seguito di un trasporto militare proveniente dall'Australia.

Danni provocati: ha causato l'estinzione di 10 delle 13 specie endemiche di uccelli, 6 delle 12 specie endemiche di lucertole, 2 delle 3 specie di chiroteri di Guam. Questo caso e la paura di una situazione analoga nelle Hawaii (U.S.A.), collegate commercialmente con Guam, ha stimolato il dibattito e la predisposizione di misure preventive.



Anoplophora glabripennis o Asian long-horn

Insetto coleottero cerambicide

Segnalata come nuova specie invasiva nel Nord America: New York - New York city, scoperta nel 1996- Illinois - Chicago, scoperta nel 1998

Origine: China, Korea ,Taiwan.

Danni provocati: ospiti involontari appartengono al genere Populus: P. nigra, P. deltoides, P. x canadensis ed il cinese ibrido P. dakhuanensis. Alcuni pioppi dell'altra sezione del genere (Alba and Tacamahaca) sono colpiti. Salix spp. (S. babylonica, S. matsudana) sono anch'essi tra i principali ospiti. Altri piante menzionate in Cina come possibili ospiti: Acer, Alnus, Malus, Morus, Platanus, Prunus, Pyrus, Robinia, Rosa, Sophora, Ulmus.

Trasmissione: nel commercio *A. glabripennis* si muove come uova, larva o pupa in materiale ligneo da imballaggio o oggetti lignei parassitati. Larve e adulti sono stati intercettati nel Regno Unito in materiale ligneo da imballaggio

Assente in Europa e nei Paesi mediterranei



Diabrotica virgifera virgifera

o *Western corn rootworm beetle*
Insetto coleottero crisomelide

Introdotta nel 1992 a Belgrado presso l'aeroporto internazionale e diffusasi in modo puntiforme in diversi Paesi europei.

In Italia i primi esemplari sono stati rinvenuti presso l'aeroporto di Venezia Marco Polo nel 1998 a Tessera. Recentissima è la segnalazione nei pressi di Malpensa



Anopheles gambiae
Zanzara anofele vettrice di P. falciparum

Tra il 1969 e il 1999, 12 paesi hanno segnalato un totale di 87 casi di malaria criptica identificata come malaria aeroportuale e malaria da bagaglio in Francia, Belgio, Regno Unito, Svizzera, Italia, Germania, causata dall'introduzione a mezzo aereo di zanzare infette dai Paesi tropicali (Organizzazione Mondiale Sanità).

La malaria importata è frequentemente fatale a causa della tardiva diagnosi da parte dei medici non opportunamente informati circa i rischi di contagio anche per persone che non si sono mai recate in Paesi tropicali. La prevenzione di nuovi casi di malaria prevede apposite procedure di disinsettazione.

3. *Principali riferimenti normativi*

I principali accordi, convenzioni e atti ufficiali internazionali che considerano le problematiche inerenti all'introduzione di specie esotiche possono essere distinti in cinque principali settori quali:

- biodiversità
- fitosanità;
- veterinaria;
- commercio e detenzione delle specie rare e in via di estinzione;
- salute pubblica

Tali settori sono regolamentati dalle seguenti convenzioni internazionali:

- **Convenzione sulla Diversità Biologica (CBD)**, richiede alle parti contraenti di prevenire l'introduzione, il controllo e l'eradicazione di specie aliene che minacciano ecosistemi, habitat o specie. Questa condizione riguarda tutti gli ecosistemi terrestri, fluviali e marini, tutte le categorie di organismi, compresi i micro-organismi e sia le introduzioni accidentali che quelle intenzionali. L'attuazione parziale della CBD in Italia non comporta servizi di prevenzione e controllo presso gli aeroporti.
- **Convezione Internazionale per la Protezione delle Piante (IPPC o CIPV)**, si è conclusa nel 1951 in seno all'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura (FAO); essa riveste un interesse mondiale coinvolgendo oltre 100 Paesi. La Convenzione indica le disposizioni, alle quali devono attenersi i Paesi aderenti, contro la diffusione e l'introduzione dei nemici dei vegetali e prodotti vegetali, designando con il termine *nemici* tutte le forme di vita vegetale o animale, tutti gli agenti patogeni, nocivi o potenzialmente nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali. Le disposizioni della Convenzione richiedono ai Paesi aderenti: *l'istituzione di un'organizzazione ufficiale nazionale, la diffusione, a livello nazionale, di informazioni sui nemici dei vegetali, la ricerca e l'indagine nel settore della protezione dei vegetali*. In particolare richiedono *l'ispezione fitosanitaria e la disinfezione delle partite di vegetali o prodotti vegetali, il rilascio di un certificato fitosanitario*.
- **Atti Ufficiali dell'Organizzazione Internazionale Epizootie (OIE)**, l'OIE ha il compito istituzionale di informare i Governi dell'esistenza e dell'evoluzione delle malattie animali nel mondo e sulle corrette metodologie di lotta attraverso raccomandazioni e risoluzioni definiti in Atti ufficiali sottoscritti dagli Stati membri. Tra gli atti ufficiali sono stati definite *delle liste di malattie per le quali è previsto l'obbligo di denuncia* da parte dei Paesi aderenti.
- **IATA Live Animals Regulations**, nell'ambito delle disposizioni IATA (*International Air Transport Association*) sono definite le *Live Animals Regulations*, riconosciute dalla Convenzione di Washington e dall'OIE come Linee Guida per il trasporto aereo degli animali. Tali norme *prevedono condizioni e specifici contenitori per le diverse specie animali* trasportate che possano garantire il benessere dell'animale e l'impossibilità di fuga, e di conseguenza l'impossibilità di eventuali incidenti aerei causati da danni dovuti ad animali.
- **Convenzione di Washington (CITES)**, la CITES, che è compresa nelle attività del Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP), è entrata in vigore in Italia nel 1980 ed è attualmente applicata da oltre 130 Stati. La Convenzione CITES comprende tre Appendici in cui sono elencati *specie di animali e di vegetali il cui commercio è controllato e regolamentato da specifiche disposizioni*. In particolare l'Appendice I elenca le *specie gravemente minacciate di estinzione il cui commercio è vietato*.
- **Regolamento Internazionale Sanitario dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS)**, l'importazione in questi ultimi anni di malattie contagiose come la *febbre gialla* (importata nel 1996 negli USA e in Svizzera da turisti che si erano vaccinati), *la malaria* (circa 10.000 casi importati nel 1996 nella Comunità europea), *il colera* (importato nel 1991 in Perù causando oltre 3.000 morti) ha portato l'OMS a creare un *Sistema di Sorveglianza Globale* attraverso un "network di networks" di centri, laboratori medici locali, regionali, nazionali ed internazionali e una *revisione dei Regolamenti Internazionali sulla Salute*.
In particolare l'OMS rinnova nel 2000 la *raccomandazione sui casi europei di malaria criptica* identificata come *malaria aeroportuale e malaria da bagaglio*.

Ciascuno di questi atti e' stato implementato negli Stati aderenti attraverso numerose normative europee e nazionali che prevedono relativi servizi di prevenzione e controllo presso gli aeroporti internazionali.

4. SERVIZI DI CONTROLLO NEGLI AEREOPORTI ITALIANI

I principali organi di controllo attivi negli aeroporti italiani sono rappresentati dal Servizio Fitosanitario regionale, dai Posti di Ispezione Frontaliera e dal Servizio CITES. Le loro rispettive funzioni di controllo sono schematizzate come segue:

- **Servizio fitosanitario regionale**

opera in tutti i punti di entrata di confine italiani, compresi gli aeroporti; effettua i seguenti controlli:

- *controllo documentale*
- *controllo fitosanitario (attraverso un controllo visivo ed eventuali prelievi di campioni per analisi).*

Controlli sulle Merci:

⇒ Importazioni da Paesi terzi: i controlli vengono effettuati su determinati vegetali, prodotti vegetali e imballaggi indicati nelle Direttive europee

⇒ Scambi comunitari: non sono soggetti a controlli fitosanitari presso gli aeroporti. Devono essere accompagnati da un *certificato sanitario* rilasciato nel Paese di origine e, per determinati vegetali (come indicato nelle Direttive europee) da un *passaporto delle piante* che attestano l'avvenuto controllo da parte del Servizio fitosanitario presso il luogo di produzione.

Controlli sui Passeggeri:

non vengono effettuati sistematici controlli su passeggeri; è consentita, anche in assenza dei prescritti certificati fitosanitari, l'importazione di piccoli quantitativi di vegetali e prodotti vegetali, derrate alimentari o alimenti per animali per fini non commerciali, né industriali, né agricoli (ai sensi dell'art.60 del Decreto 31/1/96).

- **Posti di Ispezione Frontaliera - Ministero Sanità**

operano in tutti i punti di entrata di confine italiani, compresi gli aeroporti; procedono ai seguenti controlli:

- *controllo documentale*
- *controllo di identità*
- *controllo fisico*

Controlli sulle Merci:

⇒ Importazioni da Paesi terzi:

i controlli vengono applicati a tutte le partite di animali e di prodotti animali

⇒ Scambi comunitari:

gli animali e i prodotti di origine animale, oggetto di scambi comunitari, non sono sottoposti a controlli presso i punti di entrata di confine, bensì a controlli nei luoghi di origine con relativa comunicazione all'ASL competente nel territorio di destinazione

Controlli sui Passeggeri:

gli animali PET (animali d'affezione: cani, gatti e criceti) al seguito di viaggiatori non a fini di lucro non vengono sottoposti ai controlli sia che provengano da Paesi terzi che dalla Comunità europea a patto

Servizio CITES - Ministero delle Politiche Agricole Corpo Forestale dello Stato

Il Sistema dei controlli CITES nei posti di frontiera si fonda: *sull'accertamento della situazione biologica* delle specie animali e vegetali e *sulla verifica dei certificati* richiesti dalla legislazione (certificati CITES).

Controlli sulle Merci:

- ⇒ importazioni da Paesi terzi: i controlli vengono effettuati su tutti gli animali e prodotti
- ⇒ scambi comunitari: i controlli non vengono effettuati, salvo i casi di animali vivi di origine selvatica (appendice I) che devono essere scortati da certificazione CITES

Controlli sui Passeggeri:

non vengono effettuati sistematici controlli CITES sui passeggeri; il Servizio CITES effettua controlli solo su richiesta della Dogana

5. Conclusioni

PRINCIPALI RISULTATI DEL LAVORO

Questo studio preliminare ha permesso di chiarire il quadro molto ampio dell'argomento in oggetto che si può sintetizzare come segue:

- in Italia e in Europa vi è una scarsa consapevolezza del problema, mentre nei Paesi extraeuropei vi è una maggior sensibilità, in particolare negli Stati insulari come Australia, Hawaii e Nuova Zelanda dove l'impatto di specie aliene ha già raggiunto una tale dimensione da rendere necessaria addirittura la predisposizione di Piani di azioni e norme ad hoc per un efficace monitoraggio negli aeroporti.
- i casi più significativi segnalati in Italia sono i seguenti:

Diabrotica virgifera virgifera, piccolo coleottero, introdotto accidentalmente, giunto attualmente nell'Area Malpensa. L'insetto crea gravi danni alle radici del mais;

Anopheles gambiae, zanzara vettore del *Plasmodium falciparum*, introdotta accidentalmente, trasmette all'uomo la malaria criptica identificata come malaria aeroportuale e malaria da bagaglio. A livello mondiale si sono già verificati 87 casi di questo tipo;

Trachemys scripta elegans o Tartaruga palustre, introdotta volontariamente per scopi commerciali, attualmente bandita dalla UE dal 1997 per problemi di infestazioni in ambienti naturali dove numerosi individui sono stati liberati;

- a livello internazionale sono attive sul tema *Specie aliene* diverse organizzazioni quali la IUCN, UNEP, UNESCO; a livello europeo è presente la EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) interessata specificatamente alla protezione dei vegetali. A livello italiano non vi sono organizzazioni specializzate nel settore, tuttavia vi sono enti di riferimento come l'OMS, l'OIE, Posti di Ispezione Frontaliera del Ministero della Sanità, Servizi Fitosanitari Regionali, Servizio CITES del Ministero dell'Agricoltura che si occupano di settori specifici; inoltre esiste un *Focal Point* competente in merito alla Convenzione sulla Diversità Biologica (che considera anche le specie aliene) presso il Ministero dell'Ambiente (National Contact Point) e l'ENEA (National Focal Point);
- per quanto riguarda le *normative*, si può sottolineare che a *livello internazionale* sono riconosciute diverse convenzioni quali: Convenzione sulla Biodiversità (CBD), Convenzione sulla protezione delle piante (IPPC), Convenzione di Washington (CITES), Atti ufficiali dell'OIE (Organizzazione Internazionale Epizoozie), Regolamento

Sanitario dell'OMS. A *livello europeo* sono vigenti diverse direttive e regolamenti adottati in specifici settori quali: fitosanità, veterinaria, commercio e detenzione di specie in via di estinzione, sanità pubblica. A livello nazionale, sono stati approvati provvedimenti legislativi che recepiscono la normativa europea nei diversi settori sopra citati;

- in alcuni Stati Extraeuropei, già colpiti duramente da infestazioni di “*alien*”, sono applicate severe misure di prevenzione e controllo presso gli aeroporti internazionali. Tra le diverse procedure previste sono sempre richiesti *trattamenti di disinsettazione* dei velivoli. Addirittura nelle Hawaii è stato definito, nell'ambito delle procedure per la realizzazione di un nuovo aeroporto, un Piano di azione per la salvaguardia dalle specie aliene;
- in Italia e negli altri Stati membri, le misure di prevenzione e controllo sono attuate in conformità alle normative europee e alla legislazione nazionale vigente, pertanto si distinguono in ambiti settoriali ben precisi (sopra citati). Di conseguenza anche gli Organi di controllo sono distinti nei rispettivi settori;
- per quanto riguarda l'Italia, e quindi anche la situazione dell'aeroporto di Malpensa si è evidenziata un'insufficienza delle procedure nazionali di prevenzione e di controllo degli aeroporti. Ciò dipende da carenze legislative che non considerano globalmente il problema legato all'introduzione di specie aliene, bensì se ne occupano indirettamente in ambiti settoriali ben precisi come la fitosanità, gli aspetti veterinari, il commercio di specie in via di estinzione e la sanità pubblica. Lacune significative riguardano poi i controlli dei passeggeri che sono effettuati solamente a campione dalla Dogana. Non risulta inoltre, almeno per l'aeroporto di Malpensa, che siano stati presi provvedimenti specifici a livello di singolo aeroporto;
- un'ultima considerazione è rivolta anche alla mancanza di azioni di informazione e sensibilizzazione dei passeggeri sui rischi potenziali relativi all'introduzione di organismi esotici, spesso importati come souvenir, e sulle relative norme che ne regolamentano l'importazione e le eventuali sanzioni amministrative e penali.

FOLLOW-UP

I risultati del lavoro e la particolare localizzazione dell'aeroporto di Malpensa (Parco del Ticino) confermano la necessità di intraprendere una serie di azioni mirate a potenziare le misure di prevenzione e controllo finora adottate.

Di seguito sono riportate per punti le iniziative che prioritariamente dovrebbero essere realizzate:

- definizione dei network dei rischi di introduzione di specie aliene specificatamente legati alle attività aeroportuali di Malpensa
- definizione di linee guida (almeno a livello interno) sulle misure di prevenzione e controllo delle specie aliene potenzialmente in arrivo all'aeroporto;
- controllo sistematico dei dati inerenti al traffico passeggeri e merci provenienti da Stati membri e Paesi terzi al fine di evidenziare eventuali situazioni di maggiore pericolosità intrinseca;
- attivazione di sistemi di informazione, ai passeggeri e agli altri utenti dell'aeroporto tramite depliant illustrativi, poster, video, concorsi a premi ecc...;
- formazione del personale aeroportuale attraverso corsi e seminari specializzati;
- promozione di scambi di esperienze e informazioni con Organizzazioni internazionali e Servizi di controllo governativi attivi nel settore;
- promozione di ricerche e convegni sul tema in generale;

- realizzazione di una newsletter sull'introduzione di specie aliene a carattere nazionale ed internazionale che riporti informazioni su casi, aggiornamenti legislativi, ricerche, convegni ecc.. da distribuire nei principali aeroporti italiani;
- attivazione di indagini periodiche specifiche sulle aree circostanti l'aeroporto volte a verificare l'eventuale presenza di specie a riconosciuto rischio intrinseco;
- realizzazione di una banca dati, disponibile su internet, che includa i principali riferimenti bibliografici, la legislazione nazionale ed europea, i principali studi e indagini, atti di convegni, seminari e workshop, elenco di organizzazioni ed enti nazionali ed internazionali relativi al tema;

La definizione di tali attività potrà essere preceduta da uno specifico progetto che ne definisca i contenuti e le modalità attuative.

Al fine di attuare le iniziative proposte e di assicurare contemporaneamente un coordinamento e un collegamento costante con tutti gli enti (IUCN, WTO, OMS, Servizi Fitosanitari, Posti di Ispezione Frontaliera, Servizio CITES ecc...) potrà essere opportuna **l'istituzione di un Osservatorio Permanente sulle Specie Aliene** con sede presso l'aeroporto di Malpensa. L'Osservatorio potrebbe avvalersi di un comitato scientifico costituito da rappresentanti del Parco Lombardo della Valle del Ticino, del Centro VIA Italia, di Organizzazioni internazionali, Servizi di Controllo (operanti anche nell'aeroporto stesso), Istituti di ricerca, Amministrazioni pubbliche, ARPA, Enti locali e cittadini.

PRINCIPALI RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AA.VV** *Invasive Species Specialist Group* (ISSG, 2000) IUCN Species Survival Commission Update 28/872000 [Http://www.issg.org](http://www.issg.org)
- AA.VV,1999** *Legal and Institutional Dimensions of Invasive Alien Species Introduction and Control 1999- Workshop held at IUCN Environmental Law Centre, Bonn 10-11december 1999*
- Baldari M., Tamburro A., e coll.1998** – *Malaria in Maremma, Italy* EARLY REPORTS - THE LANCET - Vol. 351-April 25,1998
- Boriani M., Gervasini E., 2000** *La diabrotica del mais è arrivata in Lombardia-* L'Informatore Agrario 39/2000
- EPPO pagina web:** *Diabrotica virgifera virgifera*
http://www.eppo.org/QUARANTINE/LISTS/Diabrotica_virgifera/diabrotica_virgifera.html
- EPPO pagina web:** *Anoplophora glabripennis*
<http://www.eppo.org/QUARANTINE/LISTS/DSAnoplophora/dsanoplophora.html>
- Eurosurveillance, 2000** *Malaria aeroportuale* Vol 5 / No 7/8 (Luglio-Agosto 2000) Eurosurveillance 2000; 5: 75-6 <http://www.ceses.org/eurosurveillance/v5n7/En46-521.htm>
- Fritts TH. Rodda GH., 1998-** *The role of introduced species in the degradation of island ecosystems: A case history of Guam.* Annual Review of Ecology & Systematics. 29:113-140, 1998.
- Furlan, L. (1997)** *Diabrotica virgifera virgifera*, a serious threat for maize cultivation in Italy (in Italian). Informatore Fitopatologico, no. 7-8, 7-10.
- Furlan, L.; Vettorazzo, M.; Ortez, A.; Frausin, C. (1998)** Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera*) has already arrived in Italy (in Italian). Informatore Fitopatologico, no. 12, 43-44.
- Gratz G.N. Steffen R. Cocksedge W.,2000** - *Why aircraft disinsection?* In "The Bulletin of the World health Organization" vol.78, no.8, 995-1004

5. [HTTP://WWW.FORESTRESEARCH.CO.NZ/](http://www.forestresearch.co.nz/)

Istituto Superiore della Sanità *La malaria: Lineamenti epidemiologici della malaria in Italia* Casi nazionali: Attività di monitoraggio e sorveglianza
<http://www.iss.it/sanita/malaria/lineamenti.htm>)

Lusina D, Legros F, Estève V, Klerlein M, Giacomini T., 2000 *Paludisme d'aéroport: quatre nouveaux cas dans la banlieue de Paris durant l'été 1999*. Eurosurveillance 2000; 5: 76-80

Mack R., Chair, Simberloff D., Lonsdale M.W., Evans H., Clout M., Bazzaz F., 2000 - *Biotic Invasions: Causes Epidemiology, Global Consequences and Control* - Issues in Ecology, N° 5 Spring 2000 Scaricabile al sito web: <http://esa.sdsc.edu/issues.5.htm>

Melis, 1951 *Informatore Fitopatologico* in Pellizzari , Dalla Montà L., 1997

Nattley Williams, IUCN Environmental Law Centre, Survey of International, 2000 *Global Invasive Species Project Instruments and Institutions with Provisions and Programmes on the Introduction and Control of Alien Invasive Species, 6 April 2000*
<http://www.iucn.org/themes/law/treatiessurvey.htm>

Occhipinti A. e Sacchi C. 1999- *Invasioni di organismi esotici* in Biodiversità Estinzione e Conservazione a cura di Renato Massa e Vittorio Ingegnoli - Ed. Utet Settembre 1999

OMS, ORGANIZZAZIONE MONDIALE SANITÀ 1998 GLOBAL

INFECTIOUS DISEASE SURVEILLANCE, June 1998 -

[HTTP://WWW.WHO.CH](http://www.who.ch)

Guillet P. & coll, 1998 - *Origin and prevention of airport malaria in France* – Tropical Medicine and International Health vol.3 n°9 pp700-705 september1998

Ramsdale CD & Coluzzi M, 1975 - *Studies on the infectivity of tropical African strains of Plasmodium falciparum to some southern European vectors of malaria*. Parasitologia 17, 39-48.

Sheridan, -JE , 1989 - *Quarantine risks imposed by overseas passengers*. Special issue: Workshop on forest health in the South Pacific, Rotorua, 30-31 May and 1 June 1989 [edited by Griffith, J.A.]. New-Zealand-Journal-of-Forestry-Science. 1989

USDA/APHIS (1996) *New Pest Advisory Group report on Anoplophora glabripennis (an exotic Asian longhorned beetle)*, September 25, 1996. Unpublished Agency report, www.aphis.usda.gov/ppq/bbnpag.html

World Health Organization (<http://www.who.int/inf-pr-2000/en/pr2000-52.html>) Press Release WHO/52 - 21 August 2000

Effetti sulla salute umana del rumore aeroportuale: revisione della letteratura

Paolo Crosignani, Direttore, U.O. Registro Tumori, Istituto Tumori, Milano

Pochi sono i lavori della letteratura scientifica che hanno analizzato gli effetti del rumore sulla popolazione esposta al rumore e più in generale all'ambiente che circonda un aeroporto. Sono stati considerati solo effetti a breve termine.

Sui bambini Schell (1981,1985) ha trovato sia mediante un approccio descrittivo, sia con un approccio longitudinale una riduzione di peso alla nascita e di crescita associata alla esposizione al rumore aeroportuale. Esiste anche una segnalazione di Jones (1985), né riprodotta né smentita da altri lavori che riporta un eccesso di malformazioni all'interno della curva isofonica di 90 dbA presso l'aeroporto di Los Angeles. E' da rilevare come i lavori sulle malformazioni siano di difficile conduzione, data la mancanza di tassi di riferimento affidabili e la possibilità di un "reporting" differente da zone a diverso inquinamento. Sarebbe comunque sensato valutare questo rischio con un appropriato survey.

Negli adulti gli effetti sono soprattutto a carico delle attività psichiche. Battig et al. (1980), Schomer (1983) hanno riportato modifiche della capacità a portare a termine le normali attività e diminuzione nelle capacità di sopportazione.

Battig (1982) ha anche riferito sulla mancanza di abitudine rispetto a questo stimolo acustico.

Una maggior incidenza di disturbi psichiatrici nelle popolazioni esposte a rumore aeroportuale è stata riportata da Tarnopolsky et al. (1978) e da Kryter (1990).

Circa gli effetti a lungo termine non vi siano lavori pubblicati: in assenza di indicatori individuali di esposizione e di appropriati studi di coorte non è possibile in generale valutare questi effetti. Il turnover della popolazione, la lunga latenza tra l'esposizione e l'eventuale danno, la mancanza di indicatori di esposizione e di informazioni sui fattori di confondimento precludono questo genere di valutazioni. Semplici analisi descrittive su patologie croniche, anche se negative, non possono essere considerate come evidenze in favore della mancanza di effetti a lungo termine. E' invece necessario procedere alla disamina di livelli degli inquinanti ambientali da cui ricavare indicazioni sui possibili rischi per la salute.

Bibliografia

- Battig K., Zeier H., Muller R., Buzzi R. A field study on vegetative effects of aircraft noise. *Arc Env Health* 35;228-35, 1980
- Battig K., Buzzi R. Physiological responses to noise and to the type of activity under field conditions. *Activitas Nervosa Superior Suppl.*3 236-40, 1982
- Kryter KD Aircraft noise and social factors on psychiatric hospital admission rates: a re-examination of some data. *Psych. Med.* 20: 395-411, 1990
- Jones F.N., Tauscher Residence under an airport langing pattern as a factor in teratism
Arch Env Health 33:10-2, 1978
- Schell L.M. Environmental noise and human prenatal growth. *Am J Phys Antropology* 56: 63-70, 1981
- Schell L.M., Hodges D.C. Longitudinal study of growth status and airport. *Am J Phys Antropology* 66:383-9, 1985
- Schomer PD. A survery of community attitudes towards noise near a general aviation airport, *J acousttical Soc Am.* 47:1773-81, 1983
- Tarnopolsky A., Baker SM., Woggins RD., McLean EK The effect of aircraft noise on the mental health of a community sample: a pilot study, *Psych Med* 219-33, 1978

Analisi della mortalità e di altri indicatori sanitari nell'area di Malpensa

Marina Della Foglia Responsabile Ufficio Epidemiologico ASL Milano 1
Valentina Mazzeo Ufficio Epidemiologico ASL Milano 1
Monica Sandrini Ufficio Epidemiologico ASL Milano 1

Ufficio Epidemiologico ASL Milano 1
Via Savonarola, 3 - 20025 Legnano (MI)

Sommario – Al fine di individuare ed interpretare correttamente gli eventuali effetti nocivi determinati dall'incremento del traffico aereo, è importante disporre di una valutazione dello stato di salute della popolazione negli anni precedenti all'avvio di Malpensa 2000. Sono illustrate le possibilità di impiego di strumenti informativi esistenti su mortalità e ricoveri ospedalieri.

6. 1. INTRODUZIONE

L'attività dello scalo aeroportuale di Malpensa 2000 ha introdotto nell'area circostante rilevanti variazioni dell'assetto territoriale e, soprattutto, ha suscitato preoccupazione per i possibili effetti sulla situazione ambientale e conseguentemente sulla salute della popolazione che vive nei comuni in prossimità dell'aeroporto.

Nel territorio di competenza della ASL della Provincia di Milano 1, quattro comuni sono interessati a tale fenomeno (Castano Primo, Nosate, Robecchetto con Induno e Turbigo) e tutti collocati nel territorio del Distretto di Castano Primo.

Per quanto riguarda il territorio della ASL Milano 1, la distanza dall'aeroporto rende di limitato interesse l'inquinamento acustico derivante dal traffico aereo e i conseguenti effetti uditivi ed extra uditivi. D'altra parte, gli eventuali danni alla salute determinati dalle sostanze aerodisperse potranno essere rilevati solo dopo molti anni.

È in ogni caso fondamentale conoscere l'attuale stato di salute della popolazione, al fine di poter individuare tempestivamente eventuali variazioni.

La valutazione dello stato di salute della popolazione è compito istituzionale della ASL. A tal fine, l'Ufficio Epidemiologico della ASL Milano 1 utilizza gli strumenti informativi esistenti e sufficientemente standardizzati, che consentono di descrivere patologie e condizioni morbose di diversa gravità per un periodo sufficientemente lungo, pur se non completamente sovrapponibile.

In specifico dal 1998 sono elaborati i dati sui ricoveri ospedalieri e, nel corso del 2000, si è dato inizio allo sviluppo dell'atlante di mortalità della ASL Milano 1 utilizzando il package "Atlante Italiano di Mortalità 1981-1994. Versione 5.3.2" (1).

Fino ad oggi non sono stati elaborati i dati disponibili sulle prestazioni ambulatoriali che, almeno per il territorio di competenza, presentano livelli di completezza molto bassi negli anni precedenti al 2000. Infine, rimane problematico l'utilizzo dei dati sul consumo di farmaci, tuttora forniti alla ASL esclusivamente su supporto cartaceo.

Nell'ambito di tale attività di valutazione, si pone particolare attenzione all'ambito territoriale interessato a Malpensa 2000. Di seguito si illustrano sinteticamente le azioni intraprese e i risultati emersi.

7. 2. MORTALITÀ

Per descrivere la mortalità della popolazione residente nei comuni del Castanese interessati alla nuova aerostazione, si è ritenuto interessante, in aggiunta ai dati già emersi dall'atlante di mortalità della ASL, procedere all'analisi della mortalità dell'area circostante l'insediamento di Malpensa.

È stato utilizzato l'Atlante Italiano di Mortalità 1981-1994. Per la descrizione degli strumenti forniti dal package, si rimanda a quanto riportato nell'Atlante di Mortalità in Lombardia e alla bibliografia in esso contenuta (2).

In analogia all'atlante della Regione Lombardia, è stata definita come area allo studio la porzione circolare di territorio con centro il comune di Cardano al Campo e raggio di 25 km. L'area comprende 203 comuni con una popolazione di 141.582 residenti. È stata analizzata la mortalità di un decennio (1985-1994). Si è proceduto al calcolo di rapporti standardizzati di mortalità (SMR) e, quando opportuno, di rapporti standardizzati di mortalità proporzionale (SPMR) per le cause indicate in tabella 1 (dove sono riportati anche i relativi codici della Classificazione Internazionale delle Malattie Traumatismi e Cause di morte (ICD) IX revisione). Si sono cartografate le stime Kernel degli SMR o degli SPMR comunali utilizzando come standard la popolazione residente al 31.12.1991 nel complesso dei comuni del cerchio e parametro di smoothing uguale a 0.5.

Tabella 1. Cause di morte considerate

CAUSA DI MORTE	Codici ICD
Tutte le cause	000-999
Tumori	140-239
Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni	162
Tumori maligni dei tessuti linfatico ed emopoietico	200-208
Leucemie	204-208
Malattie dell'apparato respiratorio	460-519

L'area centrale delle mappe, corrispondente alla zona più interessata al traffico aeroportuale, non mostra per nessuna delle cause considerate un maggior rischio di mortalità per gli uomini. La stessa area presenta invece un maggior rischio di mortalità per il sesso femminile rispetto al contesto geografico circostante, per gran parte delle cause prese in esame. L'area delle mappe corrispondente al territorio del Castanese, mostra rischi di mortalità più elevati per tumori e leucemie nelle donne e per tumori e tumori di trachea, bronchi e polmoni negli uomini.

8. 3. RICOVERI OSPEDALIERI

Dal 1998 è stato costituito presso l'Ufficio Epidemiologico l'archivio delle Schede di Dimissione Ospedaliera (SDO), periodicamente aggiornato dalla Direzione Generale Sanità.

Nel tracciato record delle SDO sono presenti quattro campi diagnosi. Il campo "diagnosi principale" indica la patologia, identificata alla fine del ricovero, che ha comportato l'impiego maggiore di risorse (indagini diagnostiche e/o trattamento) nel corso del ricovero.

Negli altri campi sono indicate le condizioni patologiche rilevanti, che hanno condizionato l'evoluzione clinica ed il trattamento. Nei campi è indicato il codice ICD della malattia.

I dati sono stati elaborati selezionando i record con indicazione del codice di interesse in uno qualsiasi dei campi diagnosi. Il trattamento dei dati è stato effettuato per tutte le principali patologie, ma sono presentati solamente i dati riferiti alle patologie indicate in tabella 1. Per ciascuna patologia e per sesso è stato calcolato il tasso di ricoveri (sia ordinari sia in regime di day hospital) e soggetti ricoverati. La popolazione di riferimento è quella residente al 31 dicembre dell'anno precedente a quello considerato.

Le tabelle da 2 a 11 rappresentano i risultati dell'elaborazione effettuata. Va specificato che la selezione dei ricoveri di uno stesso soggetto è stata effettuata separatamente per i due anni considerati conseguentemente un soggetto potrebbe essere "caso" per la stessa patologia sia nel 1998 che nel 1999. I dati indicano che il tasso di ricoverabilità della popolazione del Castanese è più elevato rispetto a quello della ASL, sia in termini di ricoveri che di soggetti ricoverati (casi). Tale andamento è già stato notato in occasione della stesura del Piano Oncologico di ASL.

Tabella 2. Tumori (ICD 140-239): casi e ricoveri della popolazione femminile residente nella ASL Milano 1 (numeri assoluti e tassi per 1000 residenti).

	1998				1999			
	casi		ricoveri		casi		ricoveri	
	N	tasso	N	tasso	N	tasso	N	tasso
Castano Primo	100	19,83	149	29,55	110	21,75	154	30,45
Nosate	12	37,38	16	49,84	8	25,24	11	34,70
Robecchetto con Induno	41	19,19	73	34,16	44	20,43	58	26,93
Turbigo	78	20,40	128	33,47	74	19,39	110	28,83
Distretto	688	21,51	1117	34,92	679	21,14	1.039	32,34
ASL	8.521	18,27	14.952	32,06	8.361	17,84	14.119	30,12

Tabella 3. Tumori (ICD 140-239): casi e ricoveri della popolazione maschile residente nella ASL Milano 1 (numeri assoluti e tassi per 1000 residenti).

	1998				1999			
	casi		ricoveri		casi		ricoveri	
	N	tasso	N	tasso	N	tasso	N	tasso
Castano Primo	104	22,16	163	34,73	98	20,76	161	34,10
Nosate	5	15,72	11	34,59	7	21,94	10	31,35
Robecchetto con Induno	46	22,41	59	28,74	39	18,78	73	35,15
Turbigo	55	15,97	85	24,69	65	18,80	106	30,66
Distretto	579	19,24	1053	34,99	609	20,15	1.042	34,47
ASL	7.394	16,49	14.370	31,97	7.258	16,09	13.034	28,90

Tabella 4. Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni (ICD 162) : casi e ricoveri della popolazione femminile residente nella ASL Milano 1 (numeri assoluti e tassi per 1000 residenti).

	1998				1999			
	casi		ricoveri		casi		ricoveri	
	N	tasso	N	tasso	N	tasso	N	tasso
Castano Primo	2	0,40	2	0,40	3	0,59	4	0,79
Nosate	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Robecchetto Con Induno	0	0,00	0	0,00	2	0,93	2	0,93
Turbigo	3	0,78	7	1,83	1	0,26	1	0,26
Distretto	13	0,41	40	1,25	13	0,43	16	0,53
ASL	218	0,47	529	1,13	206	0,46	435	0,46

Tabella 5. Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni (ICD 162) : casi e ricoveri della popolazione maschile residente nella ASL Milano 1 (numeri assoluti e tassi per 1000 residenti).

	1998				1999			
	casi		ricoveri		casi		ricoveri	
	N	tasso	N	tasso	N	tasso	N	tasso
Castano Primo	11	2,34	22	4,69	18	3,81	32	6,78
Nosate	1	3,14	2	6,29	0	0,00	0	0,00
Robecchetto Con Induno	3	1,46	5	2,44	3	1,44	3	1,44
Turbigo	8	2,32	10	2,90	10	2,89	30	8,68
Distretto	56	1,86	133	4,42	71	2,35	141	4,67
ASL	953	2,12	2.304	5,14	900	2,00	1920	2,00

Tabella 6. Tumori maligni dei tessuti linfatico ed emopoietico (ICD 200-208): casi e ricoveri della popolazione femminile residente nella ASL Milano 1 (numeri assoluti e tassi per 1000 residenti).

	1998				1999			
	casi		ricoveri		casi		ricoveri	
	N	tasso	N	tasso	N	tasso	N	tasso
Castano Primo	10	1,98	27	5,35	5	1,06	9	1,91
Nosate	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Robecchetto Con Induno	2	0,94	4	1,87	2	0,96	2	0,96
Turbigo	2	0,52	2	0,52	3	0,87	7	2,02
Distretto	14	1,06	33	3,06	37	1,22	60	1,99
ASL	553	1,19	1607	3,45	610	3,40	1.533	3,40

Tabella 7. Tumori maligni dei tessuti linfatico ed emopoietico (ICD 200-208): casi e ricoveri della popolazione maschile residente nella ASL Milano 1 (numeri assoluti e tassi per 1000 residenti).

	1998				1999			
	casi		ricoveri		casi		ricoveri	
	N	tasso	N	tasso	N	tasso	N	tasso
Castano Primo	3	0,64	7	1,49	7	1,38	14	2,77
Nosate	1	3,14	2	6,29	0	0,00	0	0,00
Robecchetto con Induno	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Turbigo	4	1,16	8	2,32	1	0,26	1	0,26
Distretto	41	1,36	99	3,29	23	0,07	62	0,19
ASL	609	1,36	1696	3,78	489	1,40	1.337	1,40

Tabella 8. Leucemie (ICD 204-208) : casi e ricoveri della popolazione femminile residente nella ASL Milano 1 (numeri assoluti e tassi per 1000 residenti).

	1998				1999			
	casi		ricoveri		casi		ricoveri	
	N	tasso	N	tasso	N	tasso	N	tasso
Castano Primo	4	0,79	15	2,97	1	0,20	3	0,59
Nosate	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Robecchetto con Induno	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Turbigo	1	0,26	1	0,26	0	0,00	0	0,00
Distretto	11	0,34	35	1,09	4	0,12	10	0,31
ASL	165	0,35	515	1,10	150	0,32	438	0,93

Tabella 9. Leucemie (ICD 204-208) : casi e ricoveri della popolazione maschile residente nella ASL Milano 1 (numeri assoluti e tassi per 1000 residenti).

	1998				1999			
	casi		ricoveri		casi		ricoveri	
	N	tasso	N	tasso	N	tasso	N	tasso
Castano Primo	0	0,79	0	2,97	1	0,20	3	0,59
Nosate	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Robecchetto con Induno	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Turbigo	0	0,26	0	0,26	0	0,00	0	0,00
Distretto	10	0,33	29	0,96	8	0,26	12	0,40
ASL	197	0,44	559	1,25	216	0,48	562	1,25

Tabella 10. Malattie dell'apparato respiratorio (ICD 460-519): casi e ricoveri della popolazione femminile residente nella ASL Milano 1 (numeri assoluti e tassi per 1000 residenti).

	1998				1999			
	casi		ricoveri		casi		ricoveri	
	N	tasso	N	tasso	N	tasso	N	tasso
Castano Primo	77	15,27	87	17,25	72	14,24	87	17,20
Nosate	5	15,58	5	15,58	4	12,62	4	12,62
Robecchetto Con Induno	24	11,23	27	12,63	34	15,78	41	19,03
Turbigo	44	11,51	49	12,81	49	12,84	57	14,94
Distretto	456	14,26	524	16,38	413	13,66	472	15,62
ASL	6.528	14,00	7.766	16,65	6.359	13,56	7.433	15,85

Tabella 11. Malattie dell'apparato respiratorio (ICD 460-519): casi e ricoveri della popolazione femminile residente nella ASL Milano 1 (numeri assoluti e tassi per 1000 residenti).

	1998				1999			
	casi		ricoveri		casi		ricoveri	
	N	tasso	N	tasso	N	tasso	N	tasso
Castano Primo	114	24,29	133	28,33	104	22,03	123	26,05
Nosate	8	25,16	10	31,45	3	9,40	4	12,54
Robecchetto con Induno	40	19,48	49	23,87	46	22,15	54	26,00
Turbigo	79	22,95	96	27,88	77	22,27	97	28,06
Distretto	629	20,90	766	25,46	653	21,60	781	25,84
ASL	9.033	20,14	11.396	25,41	8990	19,94	11075	19,94

9. 4.CONCLUSIONI

I risultati emersi dall'analisi di mortalità condotta suggeriscono la necessità di ulteriori approfondimenti. Si ritiene opportuno effettuare l'analisi separatamente per i periodi 1985-1989 e 1990-1994 e ampliare il numero di cause considerate. Questo anche in considerazione delle differenze rispetto al capitolo dedicato dall'Atlante regionale di mortalità all'area Malpensa, che si differenzia per le cause ed il periodo analizzati.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - Cislighi C. (progetto di) (1998): *Atlante Italiano di Mortalità 1981-1994*. Regione Emilia Romagna-IBSUM-CILEA
- 2 - Tasco C., Zocchetti C. (1999): *Atlante della Mortalità in Lombardia. 1989 - 1994*. Regione Lombardia

Monitoraggio delle componenti faunistiche migratorie e degli elementi di disturbo causati alle stesse dalla presenza aeroportuale

Lorenzo Fornasari, Elisabetta de Carli e Alessandro Ioele

FaunaViva, Via Biringhello, 114, 20017 Rho (MI)

SOMMARIO

L'avifauna migratoria è uno dei bersagli potenzialmente più soggetti ad un impatto dovuto ad un aumento del traffico aereo. Per verificare l'esistenza di un tale impatto, nell'area settentrionale dei Parchi del Ticino nel corso dell'anno 2000 è stata effettuata un'indagine sugli uccelli in migrazione, mediante l'analisi di dati esistenti e l'esecuzione di rilevamenti sul campo, principalmente in una stazione di inanellamento appositamente messa in opera in prossimità dell'aeroporto. Inoltre, operazioni di cattura sono state condotte nel corso della migrazione autunnale in altre due stazioni. I risultati ottenuti evidenziano l'esistenza di 1) una interruzione del tragitto migratorio dei migratori notturni, a causa del potere attrattore delle luci dell'aerostazione; 2) un possibile decremento numerico di alcune migratori sia diurni che notturni, per cause ancora da evidenziare.

INTRODUZIONE

I dati disponibili sulle ricatture di uccelli inanellati all'estero o di uccelli inanellati all'interno della regione, esaminati a livello regionale (Regione Lombardia, rapporto non pubblicato) indicano che, una volta superate le Alpi, i flussi principali da un lato si orientano in direzione ovest, muovendosi lungo i versanti delle Prealpi che si affacciano direttamente sulla pianura, dall'altro si spostano in direzione sud, concentrandosi lungo le linee costituite dai principali corsi fluviali, quali Mincio, Oglio, Serio, Adda e infine Ticino. Ciò comporta che proprio nell'area settentrionale del Parco del Ticino, in corrispondenza con il settore ove è ubicato l'Aeroporto della Malpensa, si incrociano due delle principali vie di migrazione attraverso la Lombardia: 1) il tragitto prealpino, che porta i migratori dagli ingressi orientali fino alle coste liguri e ai quartieri di svernamenti situati nella Francia meridionale, nella Penisola Iberica, nell'Africa Nord-occidentale o ancora più oltre; 2) il tragitto peninsulare, con uccelli che percorrono i laghi svizzeri, le vallate delle Alpi centrali, il Lago Maggiore, e seguendo il Ticino si dirigono poi a sud per svernare nella penisola italiana o per raggiungere quartieri di svernamento africani attraverso il Canale di Sicilia. Anche i migratori che entrano in Italia attraverso la Valganna sembrano raggiungere il corso del Ticino seguendo alcuni dei suoi affluenti di sinistra, come è indicato da diversi ritrovamenti di uccelli inanellati all'estero (Fornasari *et al.*, in corso di stampa). Tutto ciò suggerisce una possibile interazione tra i corridoi seguiti per la migrazione e i tracciati delle rotte aeree.

MATERIALI E METODI

Allo scopo di individuare le possibili interazioni tra la presenza dell'aerostazione e i flussi migratori, è stata inizialmente prevista l'applicazione di diverse metodologie:

- esame dei dati di ricattura esistenti a livello regionale;
- valutazione delle modalità temporale degli spostamenti sulla base di dati raccolti da stazioni di inanellamento esistenti;
- analisi dello stato fisiologico dei migratori catturati in prossimità dell'aeroporto;
- individuazione dei tragitti migratori mediante tecniche radar, *moon-watching* e esperimenti di orientamento.

L'unica tecnica che non è stato possibile applicare è l'osservazione mediante radar, a causa degli standard di rilevamento dei radar aeroportuali (incompatibili con oggetti volanti di piccole dimensioni) e della indisponibilità di radar dell'esercito (di cui è stata verificata l'adeguatezza ma non è stato possibile definire una modalità di acquisizione e utilizzo).

Qui di seguito sono esposte le applicazioni per le diverse problematiche esaminate.

Identificazione preliminare dei percorsi seguiti dai migratori

Nonostante il quadro degli spostamenti migratori sia delineato, nelle sue linee generali, a livello regionale, non sono mai stati descritti in maniera dettagliata i percorsi seguiti dai migratori nei tratti planiziali. Questa è evidentemente una conoscenza essenziale per individuare i punti critici in cui i flussi di uccelli si incrociano con le rotte seguite dagli aerei. A tal fine si sono utilizzati principalmente i dati di ricattura, sia di uccelli inanellati all'estero che di uccelli inanellati all'interno della regione, per mezzo di un Sistema Informativo Territoriale, utilizzando le coordinate del sito di inanellamento e del sito di ritrovamento.

Modalità temporali degli spostamenti

L'esame cronologico dei dati di cattura ha consentito di identificare i momenti del ciclo annuale in cui è maggiormente probabile un effetto negativo dei tracciati aerei sugli spostamenti dei migratori. A questo fine sono stati utilizzati i dati direttamente raccolti attraverso le operazioni di inanellamento eseguite nel Parco.

Le modalità temporali degli spostamenti sono state inoltre stabilite ricorrendo a dati esistenti per mezzo della consultazione dei registri giornalieri delle stazioni di inanellamento presenti nell'area, principalmente in provincia di Varese ma anche nelle province di Como, Bergamo e Milano, nonché nel Canton Ticino.

Stato fisiologico dei migratori

I possibili indicatori dello stato fisiologico dei migratori sono il peso, se confrontato con altri parametri biometrici, e il livello di adiposità (Fornasari, 1987). Questo viene normalmente determinato attraverso un esame "a vista" degli accumuli adiposi osservabili in trasparenza nella regione addominale e in quella pettorale di uccelli catturati. Il livello di grasso indica la capacità migratoria dei soggetti catturati: la cattura di un elevato numero di individui con evidenti accumuli di grasso in corrispondenza dei picchi di migrazione indicherebbe un effetto dei voli degli aerei di interruzione dei movimenti dei migratori (questi individui non sarebbero altrimenti al suolo). La velocità di recupero delle riserve in soggetti ricatturati, o l'andamento delle condizioni medie di adiposità nei soggetti catturati, consentono una valutazione dell'efficienza di recupero delle condizioni necessarie alla migrazione, altro parametro su cui il continuo transito di aerei potrebbe avere effetti non

prevedibili. I dati relativi sono stati raccolti sugli individui catturati nei punti di inanellamento operanti nel Parco.

Oltre all'esame a vista, un metodo più preciso e comunque non invasivo di valutazione dello stato fisiologico dei migratori è quello che valuta la "conduttività elettrica corporea" (*total body electrical conductivity* – TOBEC), che permette di stimare con precisione il contenuto in acqua e in grasso dell'intera massa corporea (Froncisz *et al.*, 1994; Zuercher *et al.*, 1997). Questa tecnica è stata applicata ad alcune delle specie catturate nel Parco.

Componenti direzionali della migrazione

La cattura di uccelli nella stazione di inanellamento di Brughiera Dosso ha consentito la raccolta di ulteriori dati di estrema utilità, attraverso l'impiego di "gabbie di orientamento", in cui i soggetti sono stati inseriti per pochi minuti prima del rilascio. Le gabbie, di forma circolare, sono costituite da uno scheletro di metallo ripartito in otto sezioni (corrispondenti a otto direzioni diverse); questo scheletro è circondato da una pellicola di plastica trasparente, in cui i migratori lasciano con il becco tracce verso la direzione in cui intendono muoversi (Busse, 1995). Una serie di esperimenti di questo genere eseguiti su diversi individui per ciascuna delle specie catturate ha consentito di delineare con maggiore precisione quali sono le loro direzioni preferenziali di migrazione. Durante le operazioni di campo si è inoltre resa evidente la necessità di operare esperimenti di orientamento notturni, utili a delineare l'effetto della presenza dell'aeroporto sui migratori.

Direzione del volo nella migrazione notturna

La parte preponderante della migrazione si svolge di notte, quindi la comprensione delle direzioni di volo notturne e la valutazione delle relative interazioni con le rotte aeree appaiono fondamentali. La tecnica di più facile applicazione per acquisire questi elementi è il cosiddetto *moon-watching*, osservazione per mezzo di un cannocchiale del transito dei migratori che attraversano il disco lunare. Questa tecnica è applicata nell'ambito di programmi di studio sulla migrazione in particolare in Svizzera, in modo rigorosamente standardizzato (Lardelli e Liechti, 1999). Essa è applicabile con eguale efficacia sia nel corso della migrazione autunnale che di quella primaverile, per la quale la cattura e inanellamento nelle aree continentali è normalmente meno efficace. Il *moon-watching* è giocoforza applicabile soltanto nelle notti di plenilunio, quindi circa una volta al mese (aprile e maggio per la migrazione primaverile, settembre, ottobre e novembre per quella autunnale). I dati sono stati acquisiti mediante la predisposizione di una rete di osservatori che ha operato a distanze e direzioni variabili dall'aeroporto, su una serie di otto stazioni. Al momento è stato possibile effettuare l'analisi dettagliata solo delle due stazioni più vicine all'aeroporto, grazie alla collaborazione ottenuta con la Stazione Ornitologica Svizzera.

RISULTATI

Complessivamente, i risultati raggiunti nell'attività eseguita nel corso del 2000 si possono riassumere in otto punti.

- 1) I Parchi del Ticino sono attraversati da ingenti quantitativi di migratori. Le specie coinvolte appartengono in particolare al gruppo dei Passeriformi. I dati di ricattura disponibili a livello regionale indicano una particolare rilevanza per quelle del genere *Turdus* (Tordo bottaccio, Tordo sassello). La Lombardia è attraversata

durante il periodo autunnale da diverse decine di milioni di uccelli in migrazione post-riproduttiva, con fronti di movimento largamente sovrapposti alla Valle del Ticino, che rappresenta in pratica il confine occidentale della Regione.

- 2) In prossimità della aerostazione della Malpensa si intersecano due dei principali percorsi seguiti dai migratori nella regione, con rotte orientate in senso NS (parallele al corso del fiume e continue con il Lago Maggiore e la Valganna) e in senso EO, con rotte parallele al limite meridionale dei rilievi prealpini. Questi percorsi sono già noti in senso generale. Dettagli sono rivelati dall'analisi delle ricatture di uccelli inanellati all'estero, dalle catture effettuate in particolare nella stazione di inanellamento della Fagiana, dagli esperimenti di orientamento eseguiti in primavera e in autunno nella stazione di inanellamento di Brughiera Dosso, nonché dall'esame comparativo dei dati messi a disposizione da altre sette stazioni ornitologiche presenti nel raggio di 70 km dall'aeroporto.
- 3) I migratori diurni (in particolare Fringillidi) si muovono principalmente in senso EO. Le indicazioni in questo senso vengono in modo particolare dai dati raccolti sugli uccelli inanellati e ripresi nel corso della stessa stagione di migrazione: i movimenti a lungo raggio evidenziati per la stagione autunnale con l'applicazione di un sistema informativo territoriale mostrano una componente direzionale quasi esclusiva in direzione E-SE. Le poche catture di Fringillidi eseguite durante le operazioni condotte nell'ambito del presente progetto non hanno consentito di trarre conclusioni a questo riguardo. Altri dati utili derivano invece dalle altre stazioni di inanellamento presenti nell'area; in particolare, nel corso della migrazione autunnale si notano per il fringuello picchi di migrazione dilazionati di un giorno da stazioni di inanellamento posizionate più ad Est a stazioni più vicine all'aeroporto.
- 4) I migratori notturni si muovono in modo consistente, se non prevalente, in senso NS. Questa conclusione deriva in parte dal confronto tra le catture eseguite nelle stazioni di Brughiera Dosso e della Fagiana: per il Pettiroso, il Lui piccolo e il Regolo le catture autunnali alla Fagiana presentano picchi in ritardo di 1-3 pentadi rispetto a Brughiera Dosso. A sostegno di questa conclusione vanno anche i risultati degli esperimenti di orientamento condotti a Brughiera Dosso sia in primavera sia in autunno: la componente NS delle tendenze allo spostamento è la più rilevante sia per i pochi migratori transahariani che è stato possibile sottoporre agli esperimenti (Codirosso, Bigiarella, Beccafico, Lui grosso, Balia nera), sia per i migratori notturni a medio raggio (Passera scopaiola, Pettiroso, Capinera, Lui piccolo). Il confronto numerico di uccelli inanellati in Svizzera (Stazione di inanellamento delle Bolle di Magadino, all'apice del Lago Maggiore) e non lontano da Malpensa (Stazione di inanellamento di Cascina Meschio) mostra per l'autunno un frequente sfasamento di 1-2 giorni nei massimi di catture di Pettiroso e Capinera. L'orientamento NS dei movimenti è risultato spesso quello prevalente anche nei movimenti registrati attraverso l'osservazione notturna del disco lunare nei punti di osservazione di Brughiera Dosso, in primavera, e di Tornavento, in autunno.
- 5) Considerando nel complesso tutti gli elementi raccolti sull'andamento delle presenze dei migratori nel corso dell'anno, è possibile identificare gli intervalli temporali di maggior flusso per le diverse categorie fenologiche (migratori diurni, migratori notturni a medio raggio, migratori notturni a lungo raggio) e individuare i periodi sensibili dal punto di vista di un potenziale effetto negativo del traffico aereo

o di altri fenomeni collegati alla presenza dell'aerostazione. Questi corrispondono ai periodi dal 2 marzo al 30 aprile (pentadi 13/24) e dal 24 agosto al 21 novembre (pentadi 48/65).

Categorie fenologiche	Migrazione primaverile																											
	1-12					13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27							28-44	
N.Lung.dist																												
N. Media dist.																												
Diurni																												
Turdidi																												
Categorie fenologiche	Migrazione autunnale																											
	28-44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68-73			
N.Lung.dist																												
N. Media dist.																												
Diurni																												
Turdidi																												

Tabella 1. Fenologia della migrazione nei Parchi del Ticino.

- 6) In base alle operazioni di inanellamento condotte all'interno del Parco, è possibile concludere che i migratori diurni utilizzano scarsamente le aree circostanti a Malpensa per soste al suolo. Il confronto tra le catture seguite in altre stazioni di inanellamento nei due anni precedenti (1996-97) e successivi (1998-99) all'ampliamento dell'aerostazione mostra che il loro numero (pressoché dimezzato per il fringuello) potrebbe essere già stato influenzato negativamente da interazioni negative con il traffico aereo.
- 7) L'esame dei soggetti catturati e inanellati durante le operazioni condotte nelle stazioni di inanellamento all'interno dei Parchi del Ticino lombardo (Brughiera Dosso, La Fagiana) e piemontese (Bosco Vedro) mostrano che i migratori notturni utilizzano le aree circostanti Malpensa per soste al suolo. I migratori che sostano hanno però difficoltà a ripristinare le riserve di grasso; infatti, l'aumento serale nell'accumulo adiposo osservato per le specie residenti non si verifica nelle specie migratrici. A lungo termine, ciò potrebbe risultare in un impatto negativo sul livello di popolazione di queste specie, per i contingenti che durante la migrazione attraversano quest'area regolarmente. Decrementi numerici nei contingenti migratori analoghi a quelli osservati per il Fringuello sono stati constatati anche per Pettiroso e Tordo bottaccio. Ciò non si verifica in altre aree del Ticino come La Fagiana.
- 8) Il numero di migratori notturni che sosta al suolo in prossimità di Malpensa è incrementato dal potere attrattivo delle luci dell'aeroporto. Indicazioni in questo senso derivano dai numeri di catture effettuate nel Parco lombardo, e dal livello di adiposità mostrato dai migratori nei giorni di massima frequenza delle catture, anormalmente elevato. In pratica, ciò significa la presenza al suolo di soggetti che dovrebbero trovarsi in migrazione attiva. Tale effetto è stato verificato sia per migratori notturni a media distanza (Pettiroso, Capinera), sia per migratori notturni a lunga distanza (Beccafico). Gli esperimenti di orientamento diurni e notturni condotti in autunno a Tornavento, a sud dell'aeroporto, mostrano chiaramente che la direzione presa dai soggetti in migrazione è deviata verso la fonte luminosa

costituita dall'aeroporto stesso (fig. 1). Tale effetto risulta anche dall'esame dei dati dell'osservazione notturna del disco lunare, infatti i migratori osservati a sud dell'aeroporto in autunno e a nord dell'aeroporto in primavera, cioè "dopo" l'aeroporto nel senso della migrazione, sono marcatamente meno di quelli osservati "prima" dell'aeroporto, come se in parte fossero stati attirati al suolo (fig. 2). Ciò a breve termine può influenzare negativamente la sopravvivenza dei soggetti implicati (che qui presentano difficoltà nel recupero adiposo), e quindi a lungo termine può influenzare negativamente la consistenza delle popolazioni implicate.

Al momento attuale si possono ipotizzare due misure di mitigazione relative all'impatto sui migratori notturni: 1) utilizzo di fonti illuminanti a minore impatto e dirette verso il suolo; 2) incremento delle risorse disponibili per i migratori attraverso la piantumazione di specie baccifere autoctone. Le modalità di impianto ottimali dovranno essere determinate con approfondimenti specifici.

L'impatto ipotizzato sui migratori diurni dovrà venire valutato con studi a lungo termine; il meccanismo eventuale è probabilmente connesso alle rotte seguite dai velivoli in prossimità dell'aeroporto.

BIBLIOGRAFIA

- Busse P. (1995). New technique of a field study of directional preferences of night passerine migrants. *The Ring*, 17: 97-116.
- Fornasari L. (1987). Le stazioni di inanellamento della Lombardia. *Sitta*, 2: 143-164.
- Froncisz W., Piasecki W., Koteja P., Stalinski J. & Weiner J. (1994). A new instrument for non-invasive measurement of total body water and fat content in small mammals. *Pol. ecol Stud.*, 20: 323-328.
- Lardelli R. & Liechti F. (1999). Il «moonwatch». Lo studio della migrazione notturna utilizzando la luna piena. In Brichetti P. e Gariboldi A. (eds.), "Manuale pratico di ornitologia, Vol.2, Edagricole, pp.3-20.
- Zuercher G.L., Roby D.D. & Rextad E.A. (1997). Validation of two new total body electrical conductivity (TOBEC) instruments for estimating body composition of live northern red-backed voles *Chletrionomys rutilus*. *Acta Theriologica*, 42: 387-397.

SSUEm 118 VARESE: ORGANIZZAZIONE TERRITORIALE IN CASO DI INCIDENTE AEREO

*G.Mazzi, **C.Mare, G.Garzena, L.Botta, A.Cantoni, M.De Felice, D.Franchi, R.Troiano, G.Zocchi

*Responsabile SSUEm 118 Varese, Ospedale di Circolo e Fondazione Macchi Varese

**Primario Anestesia e Rianimazione Ospedale San A.Abate, Gallarate (Va)

SOMMARIO

Il crash aereo risulta tra le catastrofi statisticamente più probabili ai giorni nostri dato il frequente utilizzo dell'aereo come mezzo di trasporto. In provincia di Varese, all'interno del territorio di competenza del SSUEm 118 di Varese, è ubicato l'aeroporto internazionale di Malpensa 2000, scalo aeroportuale dove giornalmente transitano migliaia di viaggiatori. E' stato compito del sistema d'emergenza territoriale stabilire dei piani di intervento in caso di incidente aereo, adeguando le proprie risorse alle necessità incombenti, confrontandosi con tutte le strutture e gli enti interessati.

INTRODUZIONE

10. L'incidente aereo è un evento causato da uno o più aeromobili che comporta la distruzione o danni immediatamente non reversibili a persone e/o infrastrutture e/o servizi e/o interruzione della circolazione.

Tra le catastrofi che vengono classificate come "tecnologiche", il crash aereo risulta tra quelle statisticamente più probabili, dato il notevole utilizzo odierno di vettori aerei come mezzi di trasporto.

La sproporzione esistente tra le risorse immediatamente disponibili e le esigenze di assistenza che un evento di tal genere comporta, risulta indispensabile l'esistenza di un valido modello organizzativo sia nell'ambito dell'area aeroportuale che sul territorio. [1]

Per quanto riguarda l'emergenza territoriale, l'aeroporto internazionale di Malpensa 2000 è situato nell'ambito del territorio di competenza del SSUEm 118 di Varese, a cui è demandata la gestione della fase pre-ospedaliera dei soccorsi, il ricovero mirato delle vittime, l'individuazione delle strutture ospedaliere più appropriate e disponibili in caso di incidente aereo. [2]

Il territorio citato è uno dei più attivi del nord Italia dal punto di vista commerciale: ha una popolazione di 200.000 abitanti, è solcato dalle autostrade A8 – A4 – A26, dalla rete ferroviaria dello Stato e delle Ferrovie Nord Milano ed è occupato da numerosi complessi industriali. Il recente ampliamento dell'aeroporto internazionale di Malpensa, ha portato ad un incremento del numero di passeggeri in transito, del movimento merci e del personale addetto.

La C.O. S.S.U.Em 118 di Varese ha predisposto, come di sua competenza, dei protocolli di intervento atti alla gestione immediata dei soccorsi necessari qualora si verificasse un incidente aereo.

DISCUSSIONE

L'attivazione dei soccorsi riconosce una fase di pre-allarme ed una di allarme innescate dalla torre di controllo dell'aerostazione. Ambedue comportano l'avvio di procedure riportate su due check list dedicate all'emergenza da crash aereo.

Il piano prevede, in fase di preallarme l'attivazione sia del medico in servizio che del responsabile della C.O. S.S.U.Em.118, l'allertamento delle sedi C.R.I. di Gallarate, Busto A., Somma L. (vedi tab. 1).

La fase di allarme implica invece l'attivazione sia del personale sanitario della C.O. reperibile a riposo oltre ovviamente a quello in servizio, i referenti della Prefettura, della Protezione Civile, dei V.V.F.F., della C.R.I. e A.N.P.A.S., le C.O. dei 118 limitrofi con le relative basi di elisoccorso e gli ospedali di Varese, Gallarate, Busto Arsizio, Legnano e Tradate, l'invio sul posto, presso il PMA, dei carrelli sanitari e gli zaini con i mezzi C.R.I. dotati di gancio traino e l'invio da parte della C.R.I. della C.O. mobile sul posto (vedi tab.2). Contemporaneamente è previsto l'invio di mezzi di soccorso BLS (Basic Life Support) dalle sedi C.R.I. di Gallarate, Busto A., Somma L., del VLV con a bordo il medico e l'infermiere professionale in servizio presso la C.O. S.S.U.Em.118 di Varese che si posizionerà al di fuori del Terminal 1 qualora l'incidente avvenga all'interno del perimetro dell'aeroporto, mettendosi a disposizione della struttura sanitaria di Malpensa, con il compito di valutare le dimensioni dell'evento, di quantificare il numero dei mezzi necessari, in modo da coordinare poi l'invio delle vittime agli ospedali di riferimento.

Nell'ipotesi in cui il crash si verifichi al di fuori del perimetro dell' aeroporto il medico giunto sul posto dovrà inoltre operare il triage delle vittime, ovvero la classificazione delle vittime in categorie di severità clinica in base alle priorità di trattamento e trasporto (codici colore: tab. 3) e organizzare il o i P.M.A. (posto medico avanzato) come sancito nell'ambito della medicina delle catastrofi (vedi tab. 3). [3,4]

A riguardo della metodica da impiegare per effettuare il triade, la centrale operativa SSUEm 118 Varese ha stabilito di impiegare il protocollo START.

Il protocollo START elaborato nel 1984 a New Port Beach-Hoagh Memorial Hospital Presbyterian da paramedici delle ambulanze e Vigili del Fuoco, adottato da diversi Dipartimenti d'urgenza (tra cui il SSUEm Varese) è utilizzato prevalentemente da personale medico ed è un procedimento "step by step" che consente al soccorritore di osservare le funzioni vitali in un ordine prestabilito, in un tempo massimo di un minuto e senza eseguire indagini diagnostiche approfondite. [5] (fig.1)

Il trattamento dei feriti sul posto , al P.M.A., il loro trasferimento rapido nei locali di P.S. aeroportuale od in altro luogo dovrà essere deciso dal R.E.S. (Responsabile dell'emergenza) a seconda della tipologia dell'evento, delle condizioni cliniche degli infortunati e della momentanea logistica aeroportuale.

Tutto ciò presuppone l'invio di un numero di mezzi di soccorso e di personale prontamente disponibili, senza trascurare in modo rilevante la gestione dell'attività routinaria. [6]

La strategia di intervento sopra descritta è stata oggetto di confronto con quella adottata in Israele, aeroporto internazionale di Tel Aviv, nell'ambito del MOSAN (Mostra Sanitaria) tenutosi a Milano nell'ottobre 1999.

Da questo confronto è emersa sostanzialmente una grande differenza riguardante soprattutto i mezzi e le risorse umane prontamente reperibili ed adeguatamente addestrate che caratterizzano il sistema d'urgenza-emergenza israeliano.

E' utile sottolineare l'evoluzione in corso in tale campo che è in atto in Lombardia, evoluzione che ha individuato come punti nevralgici della programmazione di un intervento d'emergenza oltre alla disponibilità di personale sanitario e di strutture ospedaliere adeguatamente attrezzate:

- il ruolo del personale volontario
- i rapporti con gli Enti istituzionali interessati
- i rapporti Centrale Operativa 118 – Aeroporto
- il coordinamento delle comunicazioni

CONCLUSIONI

Riteniamo indispensabile, al fine di rendere la gestione di un eventuale incidente aereo sul nostro territorio la più proficua possibile, lo sviluppo dei punti sopra citati, essendo spesso l'esiguità dei rapporti tra i vari Enti interessati, compreso lo staff sanitario dell'aerostazione e la mancata definizione dei ruoli a priori l'origine di incomprensioni e difficoltà che minano l'efficienza dei soccorsi.

A riguardo non è possibile tralasciare l'importanza della figura del "volontario" nell'ambito dell'attività routinaria e straordinaria del S.S.U.Em118, in quanto tale ruolo condiziona pesantemente il numero dei mezzi di soccorso disponibili.

Da tutto ciò si desume l'importanza della codificazione di piani di intervento ben noti a tutte le forze in gioco, nonché la necessità di formare tutto il personale, sanitario o meno.

BIBLIOGRAFIA

1. Baskett P. Weller R. (1988) Medicine for disasters. Wright Edizioni.
2. Oster N.S. (1997) Disaster Medicine. American College of Emergency Physicians. Mt Sinai J Med, sept-oct; 64:323-8
3. Noto R., Huguenard P., Larcan A. (1989) Medicina delle catastrofi. Masson Edizioni.
4. Chiara O. (1995) Algoritmi di valutazione primaria e secondaria nel politrauma. Edizioni Minerva Medica. Milano.
5. Chiaranda M. (1999) Guida illustrata delle emergenze. Edizioni Piccin. Padova.
6. Badiali S., Zappi A. (1996) Organizzazione dell'emergenza. Edizioni Masson. Milano.

Tabella n°1: fase di PRE-ALLARME INNESCATO DALLA Torre di Controllo

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">❑ Allerta il medico di C.O.❑ Allerta le sedi C.R.I. di Gallarate (tel.7121), Somma Lombardo (tel.7129), Busto Arsizio (7120). Varese (tel. 7119)❑ Attendi informazioni da torre di controllo |
|--|

Tabella n°2: fase di ALLARME

- Allerta il medico di C.O.
- Allerta il responsabile di C.O. Dott. G. Mazzi (tel. 0332.725136 – 0338.9629988)
- Allerta la caposala della C.O. IPAFD Tavelli (tel. 0347.7616064)
- Verifica l'evento e allerta: Prefettura (tel. 0332.801111, ISDN 7105, 112;113,115)
- Raccogli le seguenti informazioni:**
- Incidente avvenuto a terra
- Incidente avvenuto in volo
- Tipo di evento
- Località
- Allerta il Direttore Provinciale C.R.I. Sig. R. Antonini (tel. 0339.1006138, 0339.6849136, 0332.820512, 0332.813163)
- Allerta il Vicepresidente ANPAS Lombardia Sig. M. Ampollini (tel. 0335.388131, 0332.425660, 0331.867111, SOS Malnate ISDN 7133)
- Allerta il Responsabile Regionale per la Protezione Civile (tel. 0335.6963759, 0335.462294)
- Allerta la C.O. 118 di Como ELISOCCORSO tel. 031.585585, ISDN 7117
- Allerta la C.O. 118 di Milano ELISOCCORSO tel. 02.66106610, ISDN 7118
- Allerta la C.O. 118 di Novara ELISOCCORSO tel. 800.333118
- Richiama in servizio tutto il personale reperibile e/o a riposo
- Allerta gli ospedali di riferimento: Varese tel. 2006, Gallarate 7112, Busto Arsizio tel. 7110, Legnano tel. 7159, Tradate tel. 7111

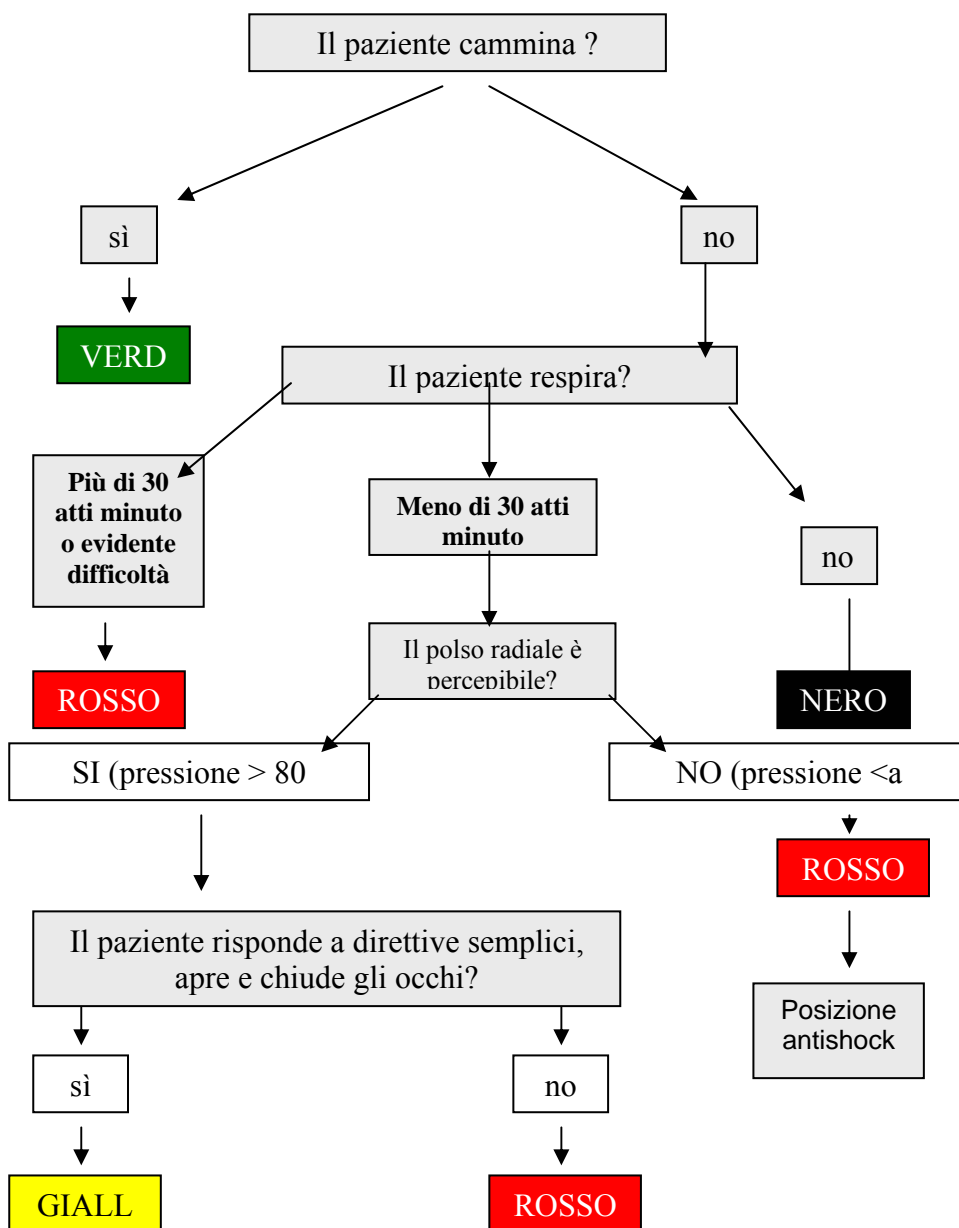
- VERIFICA:**
- Tutti gli allarmi sono partiti?
- Gli ospedali sono stati allertati?
- RICORDA:**
- Hai la possibilità di poter usufruire dell'Elisoccorso della C.O. 118 di Borgosesia tel. 011.4018111, tel. C.O. 800.311118
- C.R.I. Cislago tel. 02.96382121
- C.R.I. Arona tel. 0332.480000
- C.R.I. di Oleggio 0321.93500
- Croce Azzurra Cuggiono tel. 02.97241170

Tabella n°3: check list del primo equipaggio giunto sul posto

- Verifica la natura e le dimensioni dell'evento
- Analizza i rischi attuali ed evolutivi
- Esegue una ricognizione
- Valuta il numero delle vittime
- Esegue una classificazione sommaria
- Valuta l'accessibilità dei feriti
- Verifica la viabilità e le condizioni ambientali
- Valuta lo spazio operativo per il PMA

Figura n°1: protocollo di triage START

START (Simple Triage And Rapid Treatment)



Come scegliere tra due varianti stradali quella con minor impatto ambientale? L'analisi di sensitività e di incertezza applicata a indicatori ambientali.

Nicla Giglioli e Andrea Saltelli, Gruppo di Statistica Applicata, Centro Comune di Ricerca della Commissione Europea, Via E. Fermi, Ispra, Varese.
E-mail: nicla.giglioli@jrc.it, andrea.saltelli@jrc.it

Sommario

Lo scopo del nostro lavoro é l'utilizzo innovativo di tecniche di analisi dell'incertezza (UA) e di sensitività (SA) applicate a GIS-based model¹. Di seguito verrà descritto un procedimento che permetterà di scegliere tra due strade da costruire, quella con minor impatto ambientale utilizzando un indicatore. L'analisi di incertezza e di sensitività applicata a tale indicatore permetterà di individuare tra diversi input del modello quali sono quelli che influenzano maggiormente la scelta della strada (per esempio il livello di risoluzione delle mappe). Le conclusioni che seguono dall'analisi possono migliorare la fase dispendiosa di raccolta e gestione delle risorse ed inoltre, si possono valutare la qualità dei risultati ottenuti e sostenere la fase critica di scelta della variante da costruire.

1. INTRODUZIONE

Obiettivo di questo articolo é la descrizione di un lavoro finanziato e svolto nell'ambito di un progetto di ricerca europeo: "Development of advanced corroboration-verification techniques for models embedded in Geographic Information Systems" svolto come supporto all'Ufficio Statistico Europeo, EUROSTAT, ed in particolare a GISCO (Geographic Information System of the European COMmission) l'ente Europeo che gestisce il rilevamento e la gestione dei dati spaziali.

Lo scopo del progetto é l'utilizzo innovativo di tecniche di analisi di incertezza (UA) e di sensitività (SA) a GIS-based model con l'obiettivo di:

- Testare la robustezza del modello.
- Appurare la rilevanza e la parsimonia del modello.
- Ottimizzare le procedure di raccolta dei dati.
- Verificare la qualità e affidabilità del modello.

L'analisi di sensitività (SA) può essere definita come lo studio delle relazioni tra le informazioni che entrano in un modello (input data, parametri del modello...) e quelle che escono (l'output).

Esistono diverse tecniche di SA (per maggiori informazioni vedi [Saltelli et al, 2000](#)) che possono essere raggruppate, per comodità, in metodi di screening, locali e globali. La scelta dipende dal problema in esame e dall'obiettivo dell'analisi.

¹ Per GIS-based model si intende qualsiasi modello che sia funzione di dati spaziali.

Le tecniche di SA che permettono di valutare la parsimonia e la qualità del modello si basano sulla decomposizione della varianza totale dell'output del modello rispetto ai fattori di input.

L'analisi dell'incertezza (UA) avviene stimando la distribuzione di densità dell'output del modello e valutando la precisione delle sue stime. Questo tipo di analisi permette di capire come gli errori in input si propagano generando incertezza nell'output del modello.

La verifica della robustezza di un modello avviene valutando il livello di incertezza nelle previsioni del modello. Se l'intervallo di variazione dell'output rientra nei limiti richiesti il modello è robusto. Se non fosse così, le tecniche UA e di SA vengono applicate iterativamente per una migliore ridefinizione del modello.

Infine, le tecniche globali di UA e SA possono essere utilizzate per valutare quale sia il livello di risoluzione ottimale dei dati. Quest'ultimo utilizzo può essere utile nella fase dispendiosa di raccolta dei dati.

Nell'esercizio preso in esame, la scelta della variante con minor impatto ambientale, l'obiettivo è quello di individuare quali sono i fattori che influenzano maggiormente la scelta. La fase decisiva di scelta viene in questo modo supportata da un'analisi che tiene in considerazione anche l'effetto di incertezza dovuto agli errori di misura dei dati, del livello di risoluzione delle mappe ed infine delle caratteristiche del modello utilizzato.

Il prossimo paragrafo presenta un'introduzione alla metodologia applicata. Seguirà la descrizione dell'esercizio svolto ed infine le conclusioni.

2. METODOLOGIA APPLICATA

Un modello può essere semplicemente definito come una rappresentazione ideale di un sistema sotto osservazione. L'output del modello, di seguito indicato con Y , è una funzione di dati in ingresso X_1, X_2, \dots, X_k . Gli X_i sono variabili (ad esempio l'errore associato alla mappa di profondità del suolo, il valore del peso attribuito ad una classe di copertura del suolo, etc..) che possono essere dei dati in ingresso al modello o parametri del modello. Per gli scopi di UA e SA i dati in input sono trattati come variabili casuali, sono cioè caratterizzati da una distribuzione di densità che si suppone nota a priori.

La stima della distribuzione di densità di Y è l'obiettivo di UA.

2.1 Analisi dell'incertezza (UA)

Esistono diversi metodi per valutare l'incertezza dell'output Y (Helton, 1993). Di seguito l'attenzione è rivolta al metodo Monte Carlo, che permette di esplorare completamente il range delle variabili in input ed è indipendente dal tipo di modello in esame.

Il metodo Monte Carlo (MC) si basa su valutazioni multiple del modello in un insieme di punti scelti casualmente. La procedura MC si può sintetizzare in quattro fasi:

- 1) Assegnazione a ciascuno degli input della distribuzione di densità. E' un punto critico, perché la scelta delle distribuzioni deve essere fatta con cura.
- 2) Generazione del campione degli input con un opportuno metodo (per esempio random, stratificato....). La scelta del metodo dipende dagli obiettivi dell'analisi.
- 3) Valutazione del modello nei punti campionati. Può essere una fase dispendiosa computazionalmente se il modello è molto complesso.
- 4) Analisi dell'output ottenuto. Calcolo di media, varianza, intervallo di confidenza e studio dell'istogramma dell'output del modello.

Il costo computazionale della procedura è legata soprattutto fase di valutazione del modello. La generazione del campione in genere ha un costo molto basso.

2.2 Analisi della sensitività (SA)

SA permette di valutare il contributo di ogni input all'incertezza dell'output Y . Attraverso SA si decompone la varianza di Y rispetto alle sorgenti di incertezza (gli input). Utilizzando degli indici di sensitività si quantifica l'importanza dell'incertezza dell'input e si individuano i fattori più importanti per i quali è più utile dedicare risorse. Supponendo che il livello di risoluzione sia importante, allora può essere richiesta una raccolta più accurata dei dati.

Esistono diverse tecniche di SA proposte in letteratura. Una descrizione ampia si può trovare in [Saltelli et al, 2000](#).

Nel progetto è stato usato il metodo Extended Fast (vedi [Saltelli et al. 1999](#)), basato sulla scomposizione della varianza e con i fattori supposti indipendenti. Esistono opportuni metodi che si applicano nel caso di variabili dipendenti ([vedi Mckay, 1995 and Bedford, 1998](#)).

Di seguito verrà presentato il concetto di scomposizione della varianza e come si calcolano gli indici di sensitività.

3.1.1 Tecniche basate sulla varianza

Sia Y l'output del modello, la sua varianza totale può essere scomposta come:

$$V = \sum_i V_i + \sum_{i < j} V_{ij} + \sum_{i < j < m} V_{ijm} + \dots + V_{12\dots k}$$

dove $V_i = V(E(Y|X_i = x_i^*))$, e $V_{ij} = V(E(Y|X_i = x_i^*, X_j = x_j^*)) - V_i - V_j$.

$E(Y|X_i = x_i^*)$ è la media attesa condizionata di Y fissato un valore X_i . Questa quantità permette di misurare l'effetto del fattore X_i su Y . Se al variare degli X_i c'è differenza tra le medie condizionate significa che esiste una certa influenza del fattore sull'output del modello.

La decomposizione della varianza $V(Y)$ é unica se gli X_i sono indipendenti.

L'indice di sensitività é definito come il rapporto $S_i = \frac{V_i}{V}$ per il fattore X_i , e

permette di valutare il contributo del fattore sull' output del modello.

Tra i metodi di stima per S_i , ci sono FAST, il metodo di Sobol' e altri (per maggiori informazioni vedi [Saltelli et al, 2000](#))

Gli indici di sensitività di ordini superiori, che tengono conto delle interazioni tra i fattori in ingresso, vengono raramente calcolati poiché sono computazionalmente costosi. Un metodo che può tenere conto delle interazioni simultanee dei fattori senza richiedere grossi costi computazionali é il metodo Extended FAST ([Saltelli et al, 1999](#)). Questo metodo calcola indici di sensitività totali S_{ij} definiti come somma di tutti gli indici (S_i e di ordine superiore) dove il fattore X_i é contenuto. In un solo termine tutti gli effetti che coinvolgono X_i sono considerati. La coppia (S_i, S_{ij}) permette di valutare l'importanza del fattore X_i da solo su Y e di valutare l' impatto di X_i attraverso le interazioni con altri fattori su Y .

Per ulteriori informazioni vedi [Saltelli et al, 1999 and 2000](#).

3. DESCRIZIONE DELL' ESERCIZIO

Il caso preso in esame é stato l'aeroporto di Malpensa 2000, ed in particolare la valutazione dell'impatto ambientale della costruzione della strada che collega l'aeroporto all'autostrada Milano-Torino. Tale valutazione é stata fatta considerando due varianti (vedi Figura 1) e utilizzando diversi dati relativi alla qualità del sottosuolo (acidità, profondità, drenaggio), alla qualità del suolo (aree protette, aree urbane, fiumi) e alla presenza di altre strade nell' area circostante l'aeroporto. I dati sono stati resi disponibili da E.R.S.A.L. (Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia).

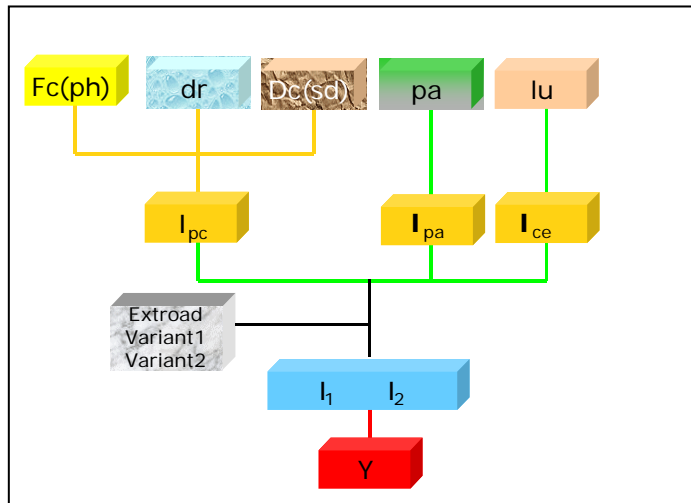


Figura 2 Diagramma del modello. ph acidit , dr drenaggio, sd profondit  del suolo, pa aree protette e lu uso del suolo

Il confronto tra i due indici consente di scegliere la strada con minor impatto ambientale. Per questo motivo l' output del nostro modello   stato definito come:

$$Y = \log_{10} \frac{I_1}{I_2}$$

in modo tale che per valori positivi la prima variante verr  selezionata, in caso contrario la seconda.

3.1 Incertezza nei dati

L'importanza di questo approccio sta nel fatto che alcuni dei fattori prima descritti vengono considerati insieme alla loro incertezza, sono cio  caratterizzati da una distribuzione di densit .

La tabella seguente contiene una lista dei fattori classificati per il tipo di incertezza che manifestano e con le rispettive distribuzioni di densit  ipotizzate.

Incertezza nella misura dei dati	Fattore X_i	Distribuzione
Profondità del suolo	ε^{sd} , errore moltiplicativo associato alla mappa della profondità del suolo	U(0.8,1.1)
Acidità	ε^{pH} , errore moltiplicativo associato alla mappa di acidità del suolo.	U(0.8,1.1)
Incertezza nella specificazione del modello		
Pesi associati alla mappa dell'uso del suolo e alla mappa delle aree protette	W_{urban} W_{agr} W_{water} W_{prot}	U(80,100) U(30,80) U(100,120) U(100,200)
Dimensione del buffer attorno alla strada	$Width_{buffer}$	U(30,50)
Incertezza nel livello di risoluzione dei dati		
Per selezionare tra i due livelli di risoluzione	$X_{resolution}$	U(0,1)

Tabella 1 Lista dei fattori

3.1.1 Errori nelle mappe

Le mappe sono soggette a fattori di incertezza soprattutto legati alla misurazione della variabile. Nonostante esistano modelli sofisticati che permettono di tener conto di questa incertezza, in questo esercizio si suppone che siano errori incorrelati spazialmente. Pertanto l'errore di misura attribuito ad ogni mappa si presenta nella forma di un coefficiente moltiplicativo, ε_{pH} e ε_{sd} . Questi errori sono uniformemente distribuiti nell'intervallo [0.8;1.1]. All' n -esimo run del metodo MC, il valore contenuto nel pixel della mappa viene moltiplicato per il valore dell'errore campionato. La mappa del drenaggio ha dati espressi in forma qualitativa. Questi sono stati opportunamente riclassificati e considerati esenti da errore.

3.1.2 Incertezza nel livello di risoluzione dei dati

Le mappe sono disponibili a due livelli di risoluzione 30m e 120m. Per valutare l'importanza della risoluzione spaziale simultaneamente agli altri fattori, si è utilizzato un fattore $X_{resolution}$ che si comporta come un interruttore. Ad ogni run del metodo MC viene selezionato un livello di risoluzione:

Se $X_{resolution} < 0.5$ uso il livello di risoluzione a 30m, altrimenti 120m.

3.1.3 Incertezza dei pesi ottenuti da esperti

I pesi sono stati ottenuti attraverso una consultazione di esperti che inevitabilmente comporta una certa soggettività di valutazione. Per tenere conto

di questo fattore, i pesi si sono ipotizzati variabili in opportuni range specificati nella Tabella 1.

3.2 RISULTATI

Il modello é stato codificato in ArcView 3.1² e l'analisi di sensitività e incertezza é stata effettuata con SimLab (SimLab, 2000).

Il modello ha un totale di $k=8$ fattori. Un campione di dimensione $N=137$ é stato generato utilizzando il metodo Extended Fast. La valutazione del modello é stata una parte piuttosto dispendiosa dell'analisi. L'analisi dell'output con il metodo Extended FAST ha permesso la stima delle otto coppie (S_i, St_i).

L'analisi dell'incertezza, ottenuta analizzando l'istogramma dell'output Y (Figura 3), mostra che la prima variante é la preferita, infatti tutte le valutazioni del modello Y sono positive:

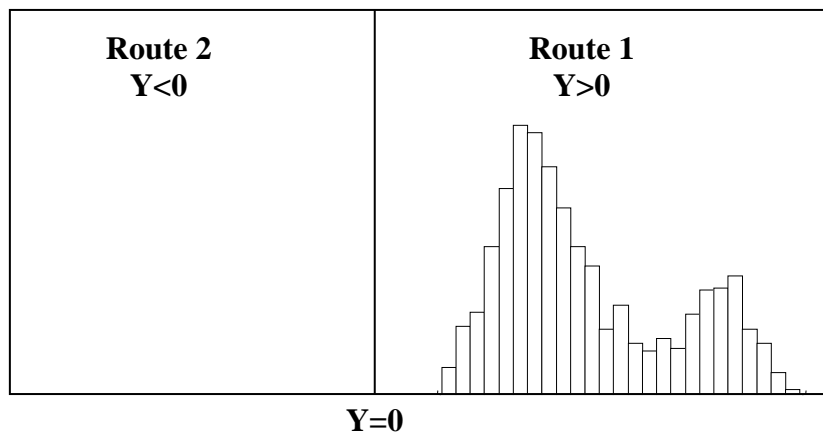


Figura 3 Istogramma dell' output del modello Y

L'analisi di sensitività attribuisce la bimodalità dell'istogramma ai fattori $X_{resolution}$ per la scelta del livello di risoluzione e $width_{buffer}$ la dimensione del buffer. Questi sono i fattori piú importanti che maggiormente influenzano l'output del modello (vedi Tabella 2). Il livello di risoluzione cattura il 59% della varianza totale ($S_{resolution}=0.59$), mentre la dimensione del buffer il 23% ($S_{widthbuffer}=0.23$). Gli altri fattori non influenzano con interesse l'output.

La somma degli S_i é 0.92. Questo valore molto vicino a 1 indica che il modello é quasi additivo. Una piccola frazione della varianza 8% e' da attribuire alle interazioni tra i fattori.

Si puó quindi concludere che non é necessario spendere risorse nell'acquisizione dettagliata dei pesi da attribuire alle mappe, perché non migliorerá il processo di decisione.

² ArcView GIS Version 3.1, Copyright© Environment System Research Institute, Inc. All rights reserved

X_i	S_i	S_{Ti}
$X_{resolution}$	0.59	0.78
$width_{buffer}$	0.23	0.45
ε^{sd} , ε^{pH} , W_{urban} , W_{agr} , W_{water} , W_{prot}	(0 - 0.02)	(0.04 - 0.14)

Tabella 2 Indici di sensitività del primo ordine e totali

Un'altra conclusione interessante riguarda la scelta del livello di risoluzione da utilizzare. Poiché l'output del modello é sempre positivo per ogni run MC, si deduce che la scelta della variante si puó considerare certa anche con il livello di risoluzione peggiore, nel nostro caso 120m. Per ulteriori considerazioni vedi [Tarantola et al. 1999 e 2000](#).

CONCLUSIONI

L'analisi di incertezza e di sensitività permette di individuare tra diversi input del modello (errore associato alla mappa dell'acidità del suolo, dimensione del buffer attorno alla autostrada etc...), quali sono quelli che influenzano maggiormente la scelta della strada con minor impatto ambientale. Questa metodologia, permette di rendere piú efficiente ed accurata la gestione delle risorse, soprattutto per la fase onerosa di raccolta dati. Se per esempio il fattore risoluzione della mappa non é importante allora non é necessario investire risorse nella acquisizione accurata di dati ma sará piú utile investirle in altre direzioni. La stessa metodologia consente di rendere piu' trasparente l'uso di modelli e di indicatori e come test di qualita' dei modelli in caso di conflitti fra gruppi di esperti. In particolare permette di confrontare l'incertezza dovuta all'adozione di metriche e indicatori diversi con l'incertezza intrinseca del problema.

BIBLIOGRAFIA

- Bedford, T.,(1998), *Sensitivity Indices for (Tree-) Dependent Variables*, in Chan, K., S. Tarantola, S., and F. Campolongo F., Eds., Proceedings of the Second International Symposium on Sensitivity Analysis of Model Output (SAMO98), EUR report 17758 EN, Luxembourg, 17-20.
- Helton J. C. (1993). *Uncertainty and sensitivity analysis techniques for use in performance assessment for radioactive waste disposal*. Reliability Engineering and System Safety 42 327-367.
- Mckay, M. D., (1995), *Evaluating prediction uncertainty*, Los Alamos National Laboratories report NUREG/CR- 6311, LA-12915-MS
- Saltelli A., K. Chan, M. Scott, Editors, (2000), *Sensitivity Analysis*, John Wiley & Sons publishers, Probability and Statistics series.

- Saltelli A., Tarantola S., and Chan K., (1999), *A quantitative, model independent method for global sensitivity analysis of model output*, *Technometrics*, 41(1), 39-56.
- Sanesi G. (1982) *Metodi analitici di valutazione della attitudine dei suoli per usi specifici: alcuni risultati sperimentali*. In Società Italiana della Scienza del Suolo, atti del convegno "Metodologie di rilevamento e rappresentazione cartografica per la valutazione del territorio", 12,15 Oct, 1982. Palermo. Servizio Geologico d'Italia, 1932 – Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100,000, F0 31 Varese.
- SimLab v1.1 Reference Manual* (2000), POLIS-JRC/ISIS, Ispra 2000.
- Tarantola, S., Giglioli, N. J. Jesinghaus and A. Saltelli, (2000) *Can Global Sensitivity Analysis steer the implementation of models for environmental assessments and decision making?*, Submitted to *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*
- Tarantola, S., Giglioli N., Crosetto M. (1999) Mid-term report of "*Development of advanced corroboration-verification techniques for models embedded in Geographic Information Systems*", Lot 20 EUROSTAT SUPCOM 1998, JRC reference Administrative Arrangement 14756-1999-01 A1CA ISP LU, Prepared by European Commission, Joint Research Centre, Institute for Systems, Informatics and Safety.

Bioindicazione della qualità dell'aria nella Valle del Ticino tramite l'utilizzo di licheni epifiti

Guidetti Luigi, Casarini Patrizia, Furlanetto Dario, Genoni Pietro, Roella Valeria, Barbarewicz Caterina, Brusa Guido, De Lucchi Cristina, Parco Valentina, Lanticina Marina, Penna Gabriella.

4. SOMMARIO

La bioindicazione della qualità dell'aria, tramite licheni epifiti, ha evidenziato aree critiche, ad elevata alterazione, soprattutto nei territori delle province di Novara, di Milano e di Varese, dove sono presenti importanti centri tecnologici, oltre che a sud del centro abitato di Pavia. La qualità migliore è stata riscontrata in ampie zone a nord-ovest nel novarese e in altre aree più limitate del territorio sottoposto ad indagine, ricadenti nelle province di Varese e di Pavia.

Nell'area limitrofa all'aeroporto di Malpensa è stata rilevata una buona qualità dell'aria, che dovrà essere oggetto di approfondimenti futuri per poter seguire nel tempo l'evolvere della buona condizione riscontrata.

Il confronto con indagini pregresse, nello stesso territorio, ha permesso di registrare un aumento della biodiversità lichenica e quindi della qualità dell'aria, in tutta l'area di studio.

5. INTRODUZIONE E DISCUSSIONE DEI RISULTATI

L'obiettivo della presente indagine è stato quello di valutare gli effetti

dell'inquinamento atmosferico nella Valle del Ticino tramite la rilevazione della biodiversità di licheni epifiti.

La crescita e la distribuzione dei licheni sono influenzate da una varietà di elementi e composti chimici che si trovano nell'atmosfera. Tra questi vi sono soprattutto gli inquinanti primari, come il biossido di zolfo (SO₂), il biossido d'azoto (NO₂) ed i fluoruri, che permangono nella medesima forma chimica dopo essere stati immessi in atmosfera.

I licheni sono sensibili anche agli effetti degli inquinanti secondari, derivanti da reazioni chimiche che coinvolgono gli inquinanti primari e comprendono l'ozono (O₃), i perossiacetilnitrati (PAN) ed i componenti delle piogge acide, quali l'acido solforico (H₂SO₄) e l'acido nitrico (HNO₃).

Lo studio è stato effettuato da operatori del Parco del Ticino e delle Agenzie Regionali per l'Ambiente di Lombardia e Piemonte (ARPA), tra il febbraio e il luglio 1999 su un territorio vasto oltre 120.000 ettari, corrispondente alla valle del Ticino sublacuale, comprendente l'intero territorio amministrativo di 58 comuni: 47 in Lombardia, in provincia di Varese, Milano, Pavia e 11 in Piemonte, in provincia di Novara.

Per la stesura del protocollo operativo si è fatto riferimento alle "Linee-guida per la bioindicazione degli effetti dell'inquinamento tramite la biodiversità dei licheni epifiti" proposte da Nimis (1999a, 1999b).

Il metodo si basa sul calcolo della biodiversità lichenica sui tronchi d'albero, intesa come somma delle frequenze delle specie in una griglia di rilevamento di dimensioni fisse. La metodica non differisce, nelle linee essenziali, da quello già utilizzato in Italia e noto come "metodo I.A.P. - Index of Atmospheric Purity" (Nimis *et al.*, 1989).

La campagna di monitoraggio si è concretizzata attraverso l'effettuazione di 2.353 rilievi su alberi idonei, per un totale di 627 stazioni, ciascuna composta da tre a cinque alberi di tiglio e/o quercia.

I rilievi sistematici sono stati effettuati all'interno di quadranti di lato pari a 1,5 km, ma per la rappresentazione cartografica d'insieme si è stabilito di utilizzare il valore di BLs più elevato in maglie di 3x3 km. Questa scelta è stata dettata dalla constatazione che l'estremo dettaglio, considerata l'ampiezza della scala territoriale, non permetteva di avere una visione d'insieme soddisfacente, dal momento che assumevano eccessivo risalto i singoli impatti a livello locale. In questo modo si è anche perfezionata l'individuazione dei siti di campionamento

più idonei per lavori futuri. In conseguenza di ciò sono state utilizzati valori di BLs corrispondenti a 182 stazioni, 151 delle quali ricadono all'interno dei confini dei comuni dei due Parchi.

In base alle sette classi di naturalità/alterazione proposte da Nimis (1999), le 151 stazioni considerate risultano distribuite come indicato nella **tabella 1**. La maggior parte delle stazioni (circa i tre quarti del totale) presentano un grado di alterazione medio e basso, con valori di BLs compresi tra 11 e 30. Le situazioni più critiche (alterazione alta) riguardano complessivamente circa il 16% delle stazioni indagate; una percentuale analoga si osserva anche considerando i singoli territori provinciali. All'estremo opposto, solo per un limitato numero di stazioni (circa l'8%) si può parlare di un grado di naturalità media o alta; il territorio di Novara è l'unico a presentare stazioni con valori di BLs ad alta naturalità, ossia superiori a 40.

Tabella 1. Distribuzione (%) delle 182 stazioni nelle classi di naturalità/alterazione (Nimis, 1999)

Valori di BLs	Naturalità/Alterazione	Dati complessi	Provinci a	Provinci a	Provinci a	Provinci a
0	Alterazione molto alta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1-10	Alterazione alta	15,9	19,4	13,2	14,5	19,5
11-20	Alterazione media	45,6	45,2	55,3	43,4	36,6
21-30	Naturalità bassa/alterazione bassa	30,2	32,3	26,3	34,2	26,8
31-40	Naturalità media	6,6	3,2	5,3	7,9	9,8
41-50	Naturalità alta	1,6	0,0	0,0	0,0	7,3
>50	Naturalità molto alta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

La carta di qualità dell'aria (figura 1) indica che in tutto il territorio dei Parchi non esistono aree a naturalità molto alta (valori di BLs superiori a 50), dove non siano evidenti gli effetti degli inquinanti atmosferici. Solo nella parte nord-occidentale, in provincia di Novara, figurano aree ad alta naturalità, contraddistinte dal colore verde scuro. Particolarmente critico appare il quadro ambientale nella fascia che va da Cerano-Novara a Gallarate, dove si concentrano le più evidenti alterazioni (colore rosso tendente al cremisi). Le situazioni più frequenti sono contraddistinte da alterazioni medie e basse che sono segnalate dai colori arancione e giallo.

Esaminando in dettaglio la situazione nei singoli territori provinciali si possono mettere in evidenza impatti di varia natura, dovuti a sorgenti puntiformi o diffuse di inquinamento.

L'area in **provincia di Varese**, ricompresa nel Parco Lombardo del Ticino, è la più urbanizzata ed industrializzata di tutta la provincia: in tale zona, prevalentemente pianeggiante ed a tratti collinare nella parte a nord, sono situati i comuni di Gallarate, terzo per numero di abitanti dopo Varese e Busto Arsizio, Somma Lombardo, Lonate Pozzolo e Sesto Calende e sono concentrate numerose industrie manifatturiere, tessili e chimiche.

Unitamente a tali fattori, l'ampliamento delle strutture di Malpensa e la presenza di

strade di grande comunicazione, possono spiegare la compromissione della qualità

dell'aria, che è maggiormente evidente nell'area aeroportuale ed in quelle circostanti e

nella zona sud del comune di Sesto Calende, in prossimità dell'ingresso dell'autostrada

A8.

La porzione territoriale con miglior qualità dell'aria, con valori di BLs compresi tra 31 e 40, è ubicata tra i confini del comune di Golasecca e di Somma Lombardo, meno interessata da elevato traffico autoveicolare e da emissioni industriali.

Buona parte del territorio della **provincia di Milano** che ricade all'interno del Parco del Ticino presenta valori di BLs collocabili in una classe di alterazione media, ossia compresi tra 11 e 20. La situazione più critica è riscontrabile nella parte settentrionale dell'area considerata (comuni di Robecchetto con Induno, Turbigo, Castano Primo e Vanzaghella), nella quale è presente una rilevante sorgente di emissioni rappresentata dalla centrale termoelettrica ENEL di Turbigo.

L'attraversamento da parte di importanti arterie di traffico, quali l'autostrada A4, non

sembrano influenzare significativamente la qualità dell'aria, almeno in relazione alla

scala territoriale utilizzata.

Seguendo l'asta del fiume verso sud, gli effetti dell'inquinamento atmosferico risultano sensibilmente meno evidenti ed è possibile riscontrare alcune aree localizzate in cui la comunità lichenica presenta un grado di alterazione basso.

Nella **provincia di Pavia** spiccano due aree a naturalità media (color verde chiaro) a ovest di Vigevano e a nord di Pavia. Prevalgono, come in tutto il resto dei Parchi, condizioni di naturalità media e bassa. Si evidenzia poi un'area ad elevata alterazione a sud del capoluogo, dove sembra di cogliere il negativo impatto di due vie di grande comunicazione, la strada statale 35 e la strada statale 596, considerato che la direzione prevalente del movimento dell'aria nell'area considerata è da sud-ovest a nord-est. Occorre, tuttavia, tenere presente che in quella zona si sono incontrate notevoli difficoltà nell'individuazione di alberature idonee ai rilievi, che sono stati effettuati quasi esclusivamente su querce in aree agricole e possono aver risentito degli effetti di locali pratiche agronomiche.

In **provincia di Novara** si osservano le situazioni estreme più evidenti di alterazione/naturalità dell'intera area di studio. Procedendo da nord a sud si passa, infatti, da zone caratterizzate da media ed alta naturalità a situazioni di elevata compromissione della qualità dell'aria.

Questa varietà di situazioni è da imputare principalmente ad una non omogenea distribuzione degli insediamenti industriali. Infatti, l'area che risulta più alterata è quella a sud comprendente i comuni di Trecate e Cerano. In questa zona sono presenti attività di tipologia produttiva molto varia comprendenti industrie chimiche, metallurgiche e tessili. Di particolare rilevanza è la presenza nel territorio di Trecate della raffineria *Sarpom* e della *Columbian Carbon Europa*, produttrice di nerofumo. Oltre alle attività industriali, anche la vicina centrale termoelettrica di Turbigio e le diverse arterie stradali d'importanza interregionale esercitano un impatto ambientale negativo. Aree a medio-alta alterazione sono evidenti anche nella fascia comprendente la periferia dei comuni di Oleggio e Bellinzago, territori moderatamente industrializzati.

La zona a naturalità medio-alta è rappresentata dall'area nord-ovest, in cui sono presenti numerose strutture residenziali e le relative sedi stradali con modesto traffico veicolare.

Altri fattori hanno probabilmente avuto un ruolo importante nella determinazione delle condizioni di alterazione e naturalità, come ad esempio l'altitudine, i venti e la presenza di boschi fitti nella zona settentrionale.

La migliore qualità dell'aria, riscontrata nella zona più a nord, comprendente il comune di Castelletto Ticino ed aree contermini, è probabilmente da attribuirsi

al fatto che nel territorio della provincia di Novara esiste un discreto dislivello verso nord: si passa dalle zone pianeggianti, con un'altitudine di circa 100 m.s.l.m. , alle zone che raggiungono 250-500 m.s.l.m. Questa differenza di quota, unita al fatto che i venti spirano di solito dalle zone settentrionali verso quelle meridionali, può avere favorito una separazione fra masse inquinate a valle e masse salubri sulle colline.

Il confronto con le indagini svolte nel 1994 (Casarini *et al.*, 1995) nel parco Lombardo e nel 1997 in quello Piemontese (Tognoni, 1997) ha permesso di valutare l'evolversi della situazione: in particolare l'aumento della biodiversità lichenica, conseguente alla riduzione dei principali inquinanti atmosferici, appare generalizzato in tutta l'area di studio. Gli esempi più significativi di ricolonizzazione lichenica si apprezzano nel parco Lombardo, dove le indagini sono state ripetute dopo un intervallo di tempo maggiore. Il fenomeno può essere messo in relazione principalmente con la sensibile e progressiva diminuzione della concentrazione di anidride solforosa in atto da oltre vent'anni nel nostro paese, trend da attribuire all'uso di combustibili a basso tenore di zolfo, alla maggior diffusione dell'utilizzo del metano per l'alimentazione degli impianti di riscaldamento, alla riduzione degli insediamenti produttivi, all'applicazione di migliori tecniche di abbattimento degli inquinanti e, infine, al miglioramento del parco autoveicolare.

Conclusioni

L'elaborazione cartografica dei dati rilevati ha permesso di evidenziare le zone a diverso grado di deviazione da condizioni naturali, stimando gli effetti biologici degli inquinanti sulla comunità lichenica epifita. Con questo strumento è stato possibile individuare aree a rischio che necessitano interventi di risanamento e nelle quali può essere utile collocare centraline per la misura degli inquinanti atmosferici, essendovi in tali aree una più alta probabilità di raggiungimento dei loro limiti-soglia.

I dati raccolti rappresentano la base su cui si potrà, in futuro, evidenziare l'efficacia delle misure per la riduzione delle emissioni od il peggioramento arrecato da nuove sorgenti inquinanti.

In particolare, l'area compresa tra Golasecca e Somma Lombardo, limitrofa all'aerostazione intercontinentale di Malpensa, che presentava, al momento dell'indagine una buona qualità dell'aria, dovrà essere oggetto di approfondimenti futuri per seguire nel tempo l'evolvere delle condizioni conseguenti alla messa in funzione dell'aeroporto. Essendo i licheni bioindicatori che evidenziano gli effetti dell'inquinamento in tempi medio-lunghi, i risultati dell'indagine svolta nel 1999 possono essere considerati relativi al periodo antecedente alla messa in esercizio della struttura aeroportuale. Eventuali alterazioni della biodiversità lichenica potranno essere rilevate con una nuova campagna di indagine da realizzarsi entro 4-5 anni; solo allora, unitamente alla valutazione di dati derivanti da altre indagini, sarà possibile evidenziare il contributo dell'attività aeroportuale ad un eventuale peggioramento della qualità dell'aria.

Bibliografia

Casarini P., Genoni P., Roella V., 1995. *La qualità dell'aria nel Parco Regionale Lombardo della Valle del Ticino. Monitoraggio effettuato mediante analisi dei licheni.* Parco Ticino, 47 pp.

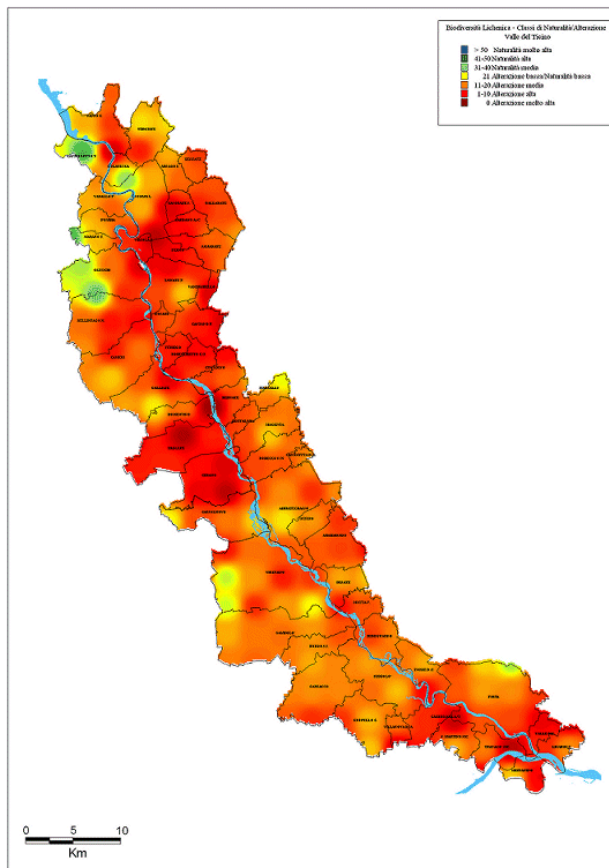
Nimis P.L., Ciccarelli A., Lazzarin G., Bargagli R., Benedet A., Castello M., Gasparo D., Lausi D., Olivieri S., Tretiach M., 1989. I licheni come bioindicatori di inquinamento atmosferico nell'area di Schio - Thiene - Breganze (VI). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona.* Vol.16.

Nimis P.L., 1999a. Il biomonitoraggio della "qualità dell'aria" in Italia. In: Piccini C. e Salvati S. (eds.). *Atti del Workshop "Biomonitoraggio dell'aria sul territorio nazionale"*, Roma, 26-27 novembre 1998. ANPA, *Serie Atti 2/1999*: 173-189.

Nimis P.L., 1999b. Linee-guida per la bioindicazione degli effetti dell'inquinamento tramite la biodiversità dei licheni epifiti. In: Piccini C. e Salvati S. (eds.). *Atti del Workshop "Biomonitoraggio dell'aria sul territorio nazionale"*, Roma, 26-27 novembre 1998. ANPA, *Serie Atti 2/1999*: 267-277.

Tognoni R., 1997. *Biodiversità delle cenosi licheniche come indice delle perturbazioni antropiche nel Parco Piemontese Valle del Ticino.* Tesi di laurea in Scienze Biologiche. Università degli Studi di Milano, anno accademico 1996-'97, 96 pp.

Allegati:



Carta della qualità dell'aria nella Valle del Ticino ottenuta mediante la rilevazione della biodiversità lichenica.
Gli effetti dell'inquinamento antropico sono visualizzati per mezzo di colori corrispondenti a sette classi di saturabilità/alterazione delle comunità dei licheni epifiti.
A bassi valori di biodiversità corrispondono maggiori effetti negativi dell'inquinamento antropico e viceversa.

Figura 1 - Carta della qualità dell'aria della Valle del Ticino.

Inquinamento atmosferico causato da un *hub*: il caso dell'aeroporto di Milano Malpensa

Giovanni Lonati, Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale e del Rilevamento, sezione Ambientale

Roberto Andriani, Politecnico di Milano, Dipartimento di Energetica.

Giancarlo Cantù, Politecnico di Milano, Dipartimento di Energetica.

Umberto Ghezzi, Politecnico di Milano, Dipartimento di Energetica.

Sommario – Nel presente lavoro si stimano le emissioni in atmosfera di inquinanti primari associate all'esercizio dell'*hub* di Milano Malpensa dal 1997 al 2008. Con un approccio modellistico semplificato a "box" si valutano poi le concentrazioni di inquinanti atmosferici attese nell'area aeroportuale per il primo anno di piena operatività dello scalo (2000) e per il 2008. I valori di concentrazione così ottenuti si confrontano con i livelli di concentrazione osservati nella zona prima dell'apertura del nuovo *terminal* aeroportuale (1997-1999).

1. INTRODUZIONE

La valutazione dell'inquinamento atmosferico associato all'esercizio di una infrastruttura aeroportuale può essere effettuata con diversi livelli di aggregazione su scala spaziale e temporale. A livello spaziale le diverse scale dipendono essenzialmente dal tipo di attività degli inquinanti: microscala per inquinanti primari e scale più ampie per inquinanti secondari (tipicamente fotochimici) fino alla scala globale dei gas serra. A livello temporale le valutazioni riguardano sia le concentrazioni osservate come valori di punta (orari, giornalieri) sia i valori medi di lungo periodo (tipicamente annuale).

Valutazioni preliminari del grado di alterazione della qualità dell'aria nella zona aeroportuale possono essere ricavate attraverso l'applicazione di modelli "box", vale a dire un approccio modellistico semplificato che confina l'emissione, il trasporto, la diffusione e la trasformazione degli inquinanti nel volume di atmosfera sovrastante la zona interessata dall'infrastruttura. L'estensione superficiale del volume può essere definita in funzione del sedime aeroportuale mentre l'altezza può variare in relazione allo strato atmosferico rimescolato. I dati di ingresso di tali modelli, applicabili nel caso di emissioni areali diffuse, sono costituiti dal complesso delle emissioni associate all'esercizio dell'infrastruttura e dalle caratteristiche meteorologiche della zona. Il risultato della valutazione è la stima delle concentrazioni atmosferiche a cui sono esposti i soggetti all'interno del volume considerato. Per infrastrutture di questo tipo può essere opportuno valutare anche impatti che si registrano su scale più ampie di quella locale e che coinvolgono fenomeni di inquinamento fotochimico (produzione di ozono troposferico), acidità delle precipitazioni e contributi ad alterazioni globali dell'ambiente. Per questo ordine di valutazioni possono

risultare utili le applicazioni di metodologie che valutano gli impatti in termini di costi esterni.

Nel seguito si presenta l'applicazione di un modello "box" per la stima delle concentrazioni in atmosfera di inquinanti primari associati all'esercizio dell'aeroporto intercontinentale di Milano Malpensa, entrato in funzione nell'ottobre del 1998 con un piano di sviluppo che prevede un progressivo aumento del traffico aereo con oltre 400.000 movimenti nel 2008.

2. STIMA DELLE EMISSIONI

La stima complessiva delle emissioni associate all'esercizio di una infrastruttura aeroportuale comprende i contributi di tre tipologie di sorgenti:

- le emissioni del traffico aereo (ciclo atterraggio-decollo);
- le emissioni delle strutture di supporto a terra (centrali termiche, depositi di carburante) e dei veicoli di supporto per i velivoli;
- le emissioni associate al traffico stradale di accesso all'infrastruttura stessa.

La metodologia di valutazione delle emissioni degli aeromobili si basa su una specifica procedura definita dall'ICAO (*International Civil Aviation Organization*), riferita ad un ciclo standard di atterraggio-decollo (LTO, *Landing-Take Off cycle*). Per la valutazione si utilizzano specifici fattori di emissione (espressi in termini di massa di inquinante emesso per unità di combustibile), relativi alla condizione di spinta massima del motore, ricavati da misure sperimentali al banco sui diversi modelli di motori. Il ciclo standard di atterraggio-decollo prevede quattro fasi di durata prefissata (atterraggio, decollo, salita e movimento a terra) a cui corrispondono potenze erogate dal motore predefinite e consumi di combustibile caratteristici per ogni tipo di motore. Per ognuna delle quattro fasi predefinite che costituiscono il ciclo standard di atterraggio-decollo, i fattori di emissione sono espressi come percentuale dell'emissione corrispondente a quella di massima spinta e la stima dell'emissione si ottiene pertanto dal prodotto tra il fattore di emissione ed il consumo di combustibile. I risultati della singola valutazione sono le emissioni dei diversi inquinanti per ciclo di atterraggio-decollo effettuato da ogni motore montato sui velivoli. I fattori di emissione forniti dall'ICAO (ICAO, 1995) sono relativi a idrocarburi (HC), monossido di carbonio (CO) ed ossidi di azoto (NO_x); le valutazioni delle emissioni di ossidi di zolfo (SO_x) e di polveri, per cui non sono forniti dati, sono state invece sviluppate sulla base di specifici fattori di emissione (Brosseur et al., 1998).

Nelle elaborazioni effettuate relative all'*hub* di Milano Malpensa, le durate delle singole fasi del ciclo LTO sono state lievemente modificate, prolungando i tempi di salita e di atterraggio, secondo le recenti indicazioni fornite dall'EPA e valutando la durata dei movimenti a terra per lo specifico caso di Malpensa (Tabella 1). Per la particolare disposizione delle piste di decollo ed atterraggio tale durata risulta superiore a quella standard di 26 minuti indicata dall'ICAO è

può essere stimata in 30 minuti, con durate ancor maggiori (36 minuti) durante gli episodi di punte di traffico.

Tabella 1 - Potenza erogata e durata delle fasi del ciclo standard LTO indicate dall'ICAO e dall'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

La valutazione complessiva delle emissioni associate al traffico aereo si è basata sugli scenari di traffico, caratterizzati in termini di numero di movimenti aerei, di tipologia di velivoli e delle corrispondenti motorizzazioni, osservati a partire dal 1997 e previsti per il futuro secondo il piano di sviluppo dell'aeroporto (Fig. 1). La composizione tipica della flotta aerea che transita a Malpensa è stata valutata sulla base dei movimenti osservati nel mese di settembre del 1999; per gli scenari futuri la composizione della flotta è stata ipotizzata in base al rinnovo delle attuali flotte con nuovi modelli di aerei già in servizio o previsti per i prossimi anni. Per semplicità, nel calcolo delle emissioni ad ogni velivolo è stato associato il tipo di motore più frequentemente montato sebbene per ciascun modello di aeromobile sia disponibile più di un tipo di motorizzazione. Questa semplificazione non incide sensibilmente sul computo delle emissioni in quanto i fattori di emissioni dei diversi motori non presentano differenze rilevanti a parità di categoria di spinta e di anno di messa in servizio.

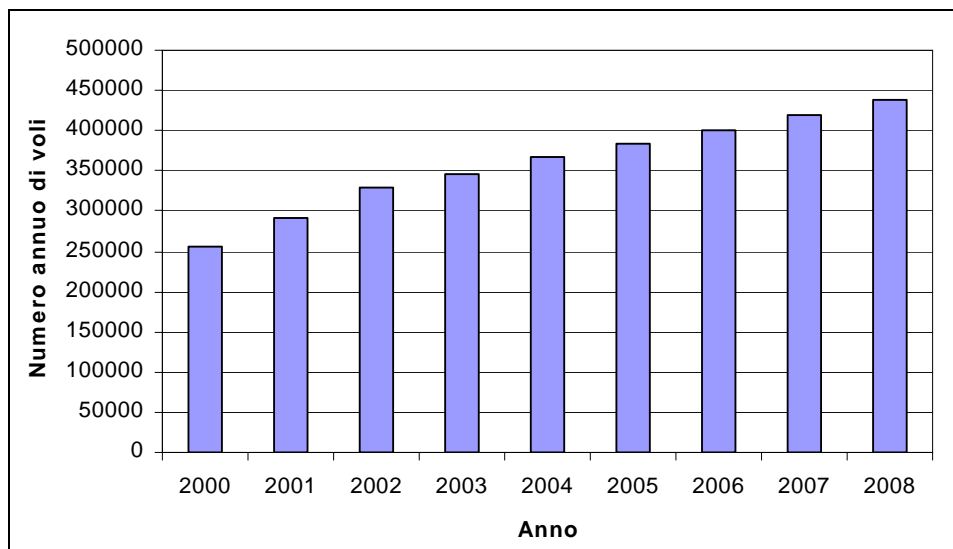


Figura 1 - Numero annuo di voli previsti a Malpensa nel periodo 2000-2008.

La valutazione delle emissioni delle strutture di supporto a terra è stata effettuata in base ai dati progettuali delle potenze termiche installate ed ai volumi di traffico aereo previsti, da cui dipendono le quantità di carburanti movimentate e le emissioni dei veicoli di supporto per i velivoli. Sulla base delle previsioni dei volumi di traffico aereo sono stati altresì definiti gli scenari di traffico stradale di accesso all'aeroporto: facendo riferimento a metodologie ormai consolidate anche a livello europeo (Ntziachristos & Samaras, 2000), le corrispondenti emissioni sono state quindi valutate attraverso opportuni fattori di emissione, differenziati per categoria di veicolo, sulla base del volume e della tipologia del traffico automobilistico e della distanza totale percorsa lungo le arterie di accesso all'aeroporto. Per le emissioni associate ai movimenti nei parcheggi sono stati inoltre utilizzati specifici fattori di emissione, differenziati per le partenze a caldo e a freddo.

Le stime delle emissioni annue complessive di HC, CO, NO_x, SO_x e polveri dovute alle tre tipologie di sorgenti sono riportate in Tabella 2 per il periodo 1997-2008.

Tabella 2 - Emissioni complessive [kg anno⁻¹] associate all'esercizio dell'aeroporto.

Ann o	Inquinante				
	HC	CO	NO _x	SO _x	Polve ri
1997	88013	517221	329544	22914	6428
1998	148460	892121	595962	40687	11529
1999	311628	2020449	1407604	95234	30375
2000	396131	2520328	1783183	120512	36591
2001	453321	2896613	2041127	137695	42265
2002	509949	3258407	2296025	154702	47487
2003	538262	3439288	2423473	163205	50097
2004	567847	3626432	2556547	172091	52755
2005	354176	3495576	2725231	178750	55135
2006	371025	3661901	2854910	187183	57736
2007	387874	3828229	2984588	195616	60338
2008	405506	4001186	3121171	204508	62997

Gli andamenti temporali delle emissioni di SO_x e polveri rispecchiano esattamente il previsto aumento del traffico aereo mentre quelli di HC, CO e NO_x risentono anche degli effetti del

rinnovo delle flotte con modelli di aeromobili più recenti. L'introduzione di nuove motorizzazioni, caratterizzate da temperature di combustione più elevate e quindi da combustioni più complete, comporterà infatti sia un incremento delle emissioni specifiche di NO_x sia minori emissioni di CO e, soprattutto, di idrocarburi che si manifesteranno a partire dal 2005. Pertanto, se nel periodo 2000-2008 per gli NO_x si stima un incremento percentuale delle emissioni (+ 75%) superiore a quello del volume di traffico aereo, per il CO si prevede un incremento più contenuto (+ 58,7%). Nello stesso periodo le emissioni di HC sono pressoché costanti (+ 2,4%): l'aumento del numero di movimenti aerei è infatti compensato dalle minori emissioni specifiche dovute al rinnovo delle flotte.

3. CARATTERISTICHE METEOROLOGICHE

La caratterizzazione meteorologica del sito ha riguardato i due parametri di interesse per la successiva applicazione del modello "box": l'altezza dello strato rimescolato, che determina lo sviluppo verticale del volume di atmosfera, e la velocità del vento in tale strato, che determina il ricambio d'aria nel volume considerato. Alcune valutazioni preliminari hanno inteso individuare la combinazione di tali parametri a cui corrispondono le condizioni più sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti emessi nonché la frequenza di accadimento di tale congiuntura.

L'altezza dello strato rimescolato presenta un tipico andamento giornaliero caratterizzato dal suo progressivo aumento nel corso della giornata; ciò è dovuto ai moti turbolenti di origine convettiva che si sviluppano per il riscaldamento della superficie terrestre per effetto della radiazione solare. Tale andamento giornaliero è particolarmente esaltato nei mesi tardo primaverili ed estivi, nei quali sia la variazione oraria dell'altezza dello strato sia l'altezza massima raggiunta sono decisamente superiori a quelli del trimestre invernale. Nei rilevamenti effettuati a Milano-Linate (Tebaldi, 2000) il mese di gennaio presenta l'andamento giornaliero caratterizzato dai valori orari più bassi, con uno sviluppo massimo inferiore a 500 m ed un'altezza media di circa 150 m, anche per effetto dei fenomeni di inversione termica al suolo che costituiscono una caratteristica climatica invernale di tutta la pianura padana occidentale (Fig. 2).

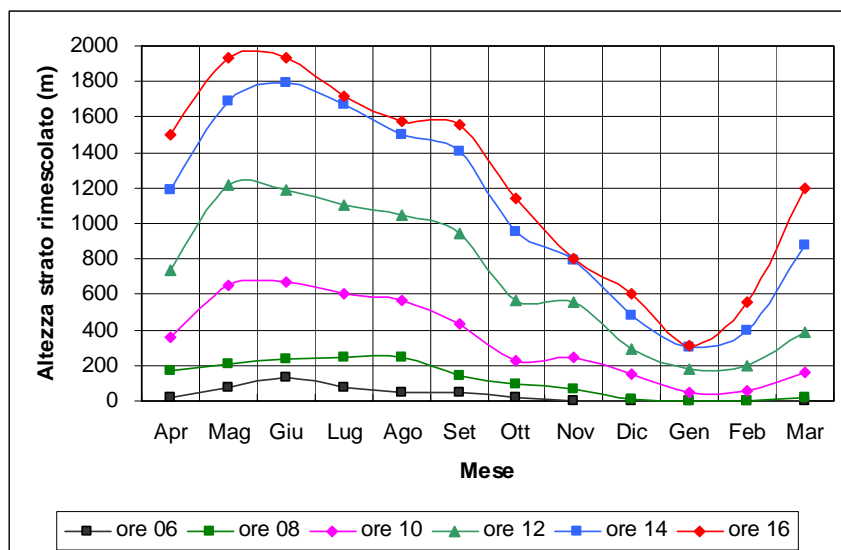


Figura 2 - Andamento giornaliero e stagionale dell'altezza dello strato rimescolato a Milano-Linate (Tebaldi, 2000).

Il regime anemologico di Malpensa è prevalentemente caratterizzato da calme e da venti deboli: nella distribuzione annua delle velocità i venti inferiori a $0,5 \text{ m s}^{-1}$ rappresentano il 53% del totale e quelli inferiori a 2 m s^{-1} il 77% (ENEL-SMAM, 1980). Tale distribuzione si osserva anche a livello delle singole stagioni, con un marcato aumento della frequenza delle calme nel semestre freddo (Fig. 3). Il trimestre invernale (Dicembre-Febbraio), in particolare, presenta il valore minimo della velocità media del vento, pari a $1,3 \text{ m s}^{-1}$.

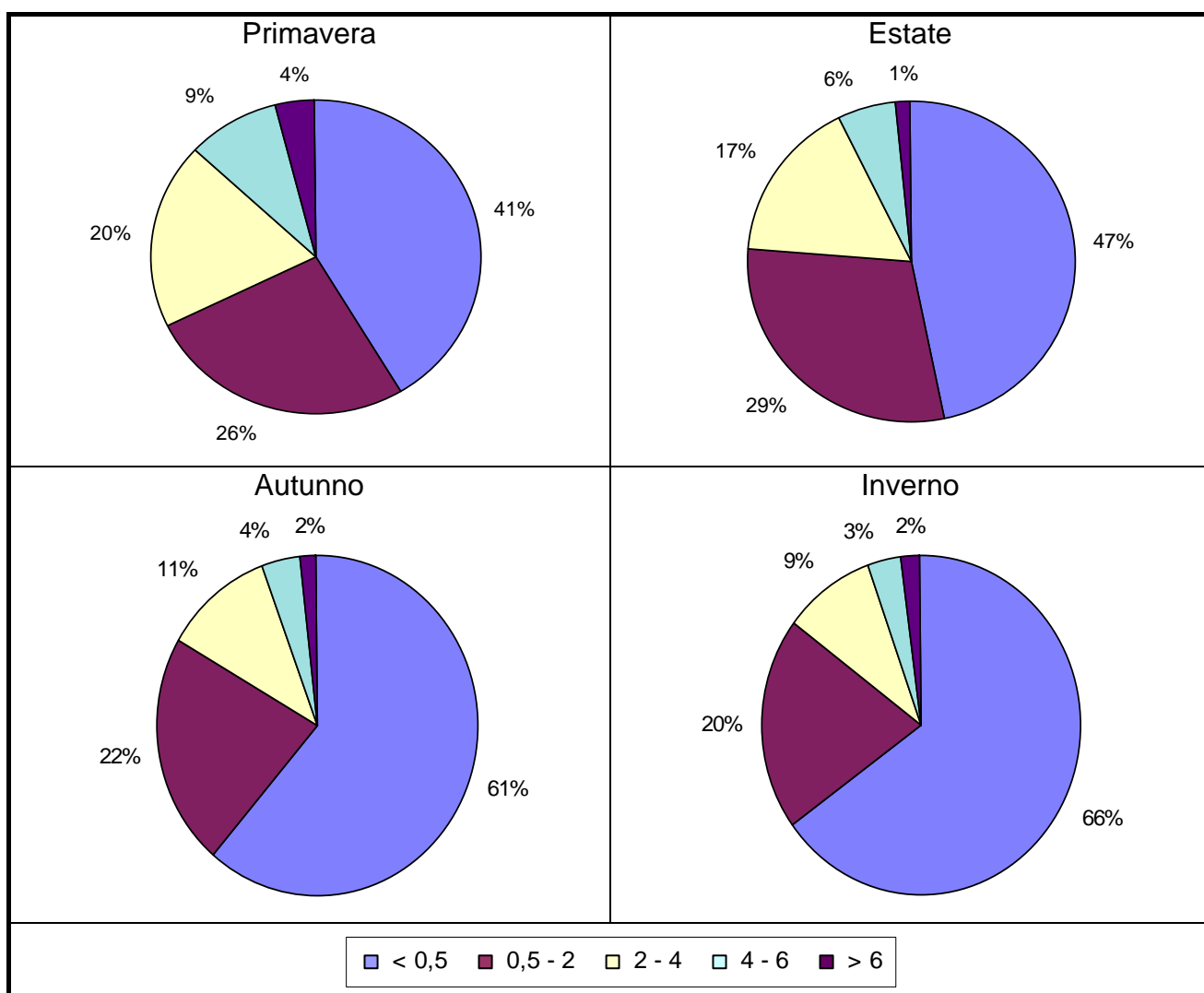


Figura 3 - Distribuzione stagionale della velocità del vento (m s^{-1}) a Malpensa

Le acquisizioni sull'altezza dello strato rimescolato e sul regime anemologico hanno portato ad individuare nel mese di gennaio il periodo meteorologicamente più sfavorevole per la dispersione degli inquinanti emessi in atmosfera. Le successive elaborazioni riguardano pertanto tale periodo e sono state sviluppate sulla base di un'altezza dello strato rimescolato di 150 m ed una velocità media al suolo di $1,3 \text{ m s}^{-1}$.

La valutazione della velocità media del vento v_m (m s^{-1}) lungo l'altezza dello strato rimescolato è stata effettuata seguendo una procedura riassumibile nella seguente formulazione:

$$v_m = \sum_i \left[f_i \frac{v_{m,\text{rif}}}{150} \int_0^{150} \left(\frac{z}{z_{\text{rif}}} \right)^{p_i} dz \right]$$

in cui:

f_i è la frequenza di accadimento della singola classe di stabilità atmosferica;

p_i è un parametro dipendente dalla classe di stabilità atmosferica (EPA, 1995);

$v_{m,\text{rif}}$ è la velocità media alla quota di riferimento z_{rif} ;

e la sommatoria è estesa alle 6 classi di stabilità atmosferica (Pasquill, 1961).

Tale procedura consiste, in pratica, nella ricostruzione del profilo verticale di velocità del vento per ciascuna classe di stabilità, nel calcolo dei corrispondenti valori medi in uno strato di 150 m e nel calcolo della media di questi ultimi valori pesati per l'effettiva frequenza con cui, su base climatologica, ciascuna classe di stabilità è stata osservata nel trimestre invernale (ENEL-SMAM, 1980). Tale distribuzione, riportata in Fig. 4, evidenzia la netta predominanza di situazioni di neutralità (classe D) e di forte stabilità (classe F). L'applicazione della procedura ha portato a stimare in $2,4 \text{ m s}^{-1}$ la velocità media lungo tutto lo sviluppo verticale del volume di atmosfera considerato.

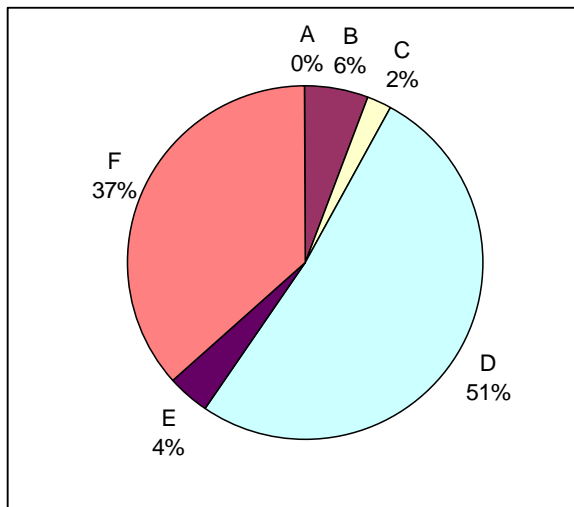


Figura 4 - Distribuzione percentuale delle classi di stabilità atmosferica a Malpensa nel trimestre invernale

4. APPLICAZIONE DEL MODELLO

Nella sua forma più semplice, relativa a sorgenti areali diffuse e stato stazionario, il modello "box" per la stima della concentrazione C (massa di inquinante per unità di volume) uniforme nel volume di atmosfera considerato assume la seguente formulazione (Hanna et al., 1981):

$$C = L \cdot Q \cdot (h \cdot v_m)^{-1}$$

in cui:

L è la lunghezza dell'area considerata;

Q è la portata di inquinante emesso per unità di superficie dell'area considerata;

h è l'altezza del volume di atmosfera considerato;

v_m è la velocità media del vento.

Il modello è stato applicato ad una superficie di $5 \times 5 = 25 \text{ km}^2$ comprendente il sedime aeroportuale, con una estensione verticale h pari a 150 m. Seguendo la metodologia precedentemente descritta sono state stimate le emissioni che ricadono effettivamente nel volume di atmosfera così definito: in particolare, per quanto riguarda le emissioni del traffico aereo, sono state ricalcolate le emissioni durante il ciclo di decollo ed atterraggio considerando solo parte delle emissioni associate alla fase di atterraggio (dalla quota di 150 m a terra) e trascurando quelle relative alla fase di salita, che convenzionalmente ha inizio dalla quota di 150 m. Le emissioni complessive così ottenute sono state considerate uniformemente distribuite nella superficie di riferimento.

Le valutazioni dell'impatto sulla qualità dell'aria sono state sviluppate per due distinti scenari, riferiti rispettivamente all'anno 2000 ed all'anno 2008, sia per situazioni di traffico normale che per situazioni caratterizzate da punte giornaliere di traffico; per quest'ultima valutazione le emissioni sono state

stimate applicando ai valori delle emissioni medie un coefficiente di punta pari a 1,2 (Tabella 4).

Tabella 4 – Concentrazioni stimate per gli anni 2000 e 2008.

Inquinante	Anno 2000		Anno 2008	
	Concentrazione media ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Concentrazione giornaliera di picco ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Concentrazione media ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Concentrazione giornaliera di picco ($\mu\text{g m}^{-3}$)
CO	43,4	52,1	66,3	79,5
NO _x	15,7	18,8	27,5	33,0
SO _x	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

I risultati ottenuti sono stati confrontati con i livelli di concentrazione osservati nella stazione di rilevamento della qualità dell'aria di Lonate Pozzolo (Tabella 5), situata a circa 5 km dall'aeroporto, dove non sono però disponibili rilevamenti di idrocarburi e polveri. I valori di concentrazione media annua di CO, NO_x e SO₂ osservati nel triennio 1997-1999 sono stati assunti come valori rappresentativi dell'area in esame quando il nuovo aeroporto non era ancora in funzione.

Tabella 5 - Concentrazioni medie annue di CO, NO_x e SO₂ osservate nel triennio 1997-1999 a Lonate Pozzolo.

Inquinante	Concentrazione media annua
CO	0,91 mg m ⁻³
NO _x	77,7 $\mu\text{g m}^{-3}$
SO ₂	11,3 $\mu\text{g m}^{-3}$

L'analisi comparata delle Tabelle 4 e 5 evidenzia che l'impatto più significativo è dovuto agli ossidi d'azoto, con una concentrazione stimata dello stesso ordine di grandezza di quella osservata. Le concentrazioni di NO_x stimate sono comprese tra il 20% (anno 2000) ed il 35% (anno 2008) del valore medio annuo osservato. Poiché la combinazione particolarmente sfavorevole dei fattori meteorologici si verifica per un mese all'anno, il contributo delle concentrazioni stimate si riduce però rispettivamente all'1,7% ed al 2,9% se valutato su base annua. L'attività dell'aeroporto può tuttavia determinare impatti più significativi sui valori di concentrazione a breve termine: infatti, durante gli episodi di punte di traffico, le concentrazioni di NO_x stimate risultano pari al 14% (anno 2000) ed

al 25% (anno 2008) della corrispondente concentrazione media giornaliera osservata nel periodo invernale ($130 \mu\text{g m}^{-3}$) durante il triennio 1997-1999.

5. CONCLUSIONI

Il piano di sviluppo dell'aeroporto di Milano Malpensa prevede un progressivo aumento del traffico aereo, con oltre 400.000 movimenti annui nel 2008. Conseguentemente per i prossimi anni si prevedono andamenti crescenti delle emissioni di inquinanti atmosferici primari associate all'esercizio dell'aeroporto, comprendenti i contributi del traffico aereo, delle strutture e dei veicoli di supporto a terra, nonché quello del traffico stradale di accesso all'infrastruttura stessa. Il rinnovo delle flotte previsto per i prossimi anni comporta tuttavia un incremento percentuale delle emissioni di NO_x più accentuato rispetto a quello degli altri inquinanti e soprattutto rispetto agli idrocarburi, le cui emissioni rimangono pressoché costanti nel tempo nonostante l'aumento del numero di movimenti aerei.

L'applicazione di un modello "box" per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria dell'esercizio aeroportuale, sviluppata con riferimento agli scenari di traffico degli anni 2000 e 2008, ha riguardato una situazione meteorologica particolarmente sfavorevole per la dispersione degli inquinanti, tipicamente osservata nel mese di gennaio. L'impatto più significativo è dovuto agli NO_x : le concentrazioni stimate sono comprese tra il 20% (anno 2000) ed il 35% (anno 2008) del valore medio annuo osservato in prossimità dell'aeroporto prima della sua piena operatività (1997-1999). Poiché la sfavorevole combinazione dei fattori meteorologici considerata si verifica per circa un mese all'anno, il contributo delle concentrazioni stimate si riduce però rispettivamente all'1,7% ed al 2,9% se valutato su base annua. Impatti più significativi possono invece riguardare le concentrazioni medie giornaliere, soprattutto in occasione degli episodi di punte di traffico invernali, in cui le concentrazioni di NO_x stimate risultano pari al 14% (anno 2000) ed al 25% (anno 2008) della corrispondente concentrazione media giornaliera osservata nel periodo invernale durante il triennio 1997-1999.

Bibliografia

- Brasseur G., Cox R.A., Isaksen I., Lelieveld J., Lister D.H., Sausen R., Schumann U., Wahner A., Wiesen P. (1998). *European Assessment on the Atmospheric Effects of Aircraft Emissions*. Atmospheric Environment., 32, 2327-2422.
- ENEL- SMAM (1980). *Caratteristiche diffusive dei bassi strati dell'atmosfera*.
- Hanna S.R., Briggs G.A., Hosker R.P. (1981). *Handbook of atmospheric diffusion*.
Technical Information Center U.S. Department of Energy.
- ICAO (1995). *Engine Exhaust Emissions Data Bank*. (Doc 9646).
<http://www.dera.gov.uk/aviation-emissions-databank.htm>
- Ntziachristos L., Samaras Z. (2000). *Copert III, Computer Programme to calculate Emissions from Road Transport - Methodologies and Emission*

- Factors, (Version 2.1)*, European Topic Centre on Air Emissions, European Environment Agency, October 2000.
- Pasquill F. (1961). *The estimation of the dispersion of windborn material*. Meteorological Magazine, 90, 33-49.
 - Tebaldi G. (2000). *Caratterizzazione del territorio della regione sotto il profilo climatologico per zone omogenee*. Regione Lombardia. Piano Regionale per la Qualità dell'Aria. Attività A 1.2 Climatologia.
 - U.S. E.P.A. (1995). *User's guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models*. EPA-454/B-95-003b.

ORGANIZZAZIONE DELL' OSPEDALE IN CASO DI ELEVATO AFFLUSSO DI PAZIENTI.

Mare Claudio, Responsabile U.O. Anestesia e Rianimazione Ospedale "S. Antonio Abate" Gallarate.

Mantovani Rita, Colombo Stefano, Damante Salvatore, Porrinis Lara, Uslenghi Francesca, Mascheroni Cristina. Dirigenti I livello U.O. Anestesia e Rianimazione Azienda Ospedaliera "S. Antonio Abate" Gallarate.

Canavesi Maria Grazia, Caposala U.O. Anestesia e Rianimazione Azienda Ospedaliera "S. Antonio Abate" Gallarate, via Pastori, 4, Cap 21013.

SOMMARIO

Per un ospedale si definisce situazione di disastro un'evenienza nella quale il numero di feriti in arrivo supera la normale capacità di ammissione.

La preparazione e l'organizzazione per affrontare questo stato di emergenza sono complesse: è indispensabile che l'ospedale stesso predisponga un suo piano, che deve entrare in funzione durante lo stato di emergenza e la cui durata può essere più o meno breve.

Gli obiettivi primari immediati di un piano di tale tipo devono essere:

- **salvare il maggior numero di vite umane**
- **attenuare il dolore e lo sconforto**
- **completare il trattamento primario in tutti i pazienti entro un tempo variabile dalle 6 alle 8 ore dalla lesione.**

INTRODUZIONE

Un disastro è un evento distruttivo che provoca molte vittime, di solito entro un breve periodo di tempo, e che va al di là delle risorse di soccorso normalmente disponibili.

L'afflusso contemporaneo di una mole considerevole di pazienti acuti comporta, dunque, una più o meno prolungata paralisi delle attività normali dell'ospedale, sottoponendolo ad un carico di lavoro veramente critico.

Previsioni:

- **Prolungata paralisi delle attività normali dell'ospedale**
- **Carico di lavoro "critico"**
- **Difficoltà nella gestione e nella collocazione dei pazienti**
- **Difficoltà negli approvvigionamenti dei materiali**

Commento: il sistema di gestione delle urgenze territoriali deve essere in grado di ottimizzare la distribuzione dei pazienti tra i vari stabilimenti di cura presenti sul territorio.

L'ospedale deve programmare una sua strategia.

1.1. ORGANIZZAZIONE NELL'AMBITO DELL'AZIENDA OSPEDALIERA "S. ANTONIO ABATE" DI GALLARATE.

Modalità di lavoro: nomina, da parte del Direttore Generale, di una Task Force che si deve occupare di studiare e redigere un piano ospedaliero per le grandi emergenze.

6. COMMENTO: IL GRUPPO DI LAVORO È COSTITUITO DA OPERATORI OSPEDALIERI TRA CUI IL DIRETTORE DEL PRESIDIO OSPEDALIERO DI GALLARATE, IL RESPONSABILE DELL' U.O. PS, IL RESPONSABILE DELL' U.O. T.I. ED È COORDINATO DAL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO DI EMERGENZA.

1.1.1. OBIETTIVI DEL GRUPPO DI LAVORO

Concepire il piano di emergenza:

- 1) **delineare gli obiettivi del piano ed individuare le responsabilità della figura del coordinatore per il disastro e dei membri della amministrazione ospedaliera**
- 2) **definire lo stato di allerta e specificare chi nominalmente è autorizzato a dare inizio alla procedura di chiamata interna/esterna**

- 3) stabilire con la migliore approssimazione possibile il grado di ricettività dell'ospedale.
- 4) stabilire dei criteri univoci di Triage.
- 5) individuare un'area di atterraggio per gli elicotteri.
- 6) individuare vie di accesso preferenziali per le ambulanze.
- 7) identificare un'area di accettazione dei pazienti espansibile in modo rapido e senza barriere architettoniche, nonché protetta dagli agenti atmosferici e dal passaggio di estranei al soccorso.
- 8) predisporre una squadra di triage con relativo coordinamento
- 9) predisporre procedure di richiamo in servizio del personale aggiuntivo.
- 10) predisporre procedure di rischieramento del personale già in servizio nelle aree critiche.
- 11) predisporre procedure di trasferimento interno e/o esterno di pazienti in fase di convalescenza (anche da aree intensive o semintensive).
- 12) predisporre procedure di reperimento scorte di materiali ed equipaggiamenti per l'assistenza a pazienti critici.
- 13) addestramento del personale e opportuna pubblicizzazione delle procedure previste per il piano di emergenza.
- 14) predisporre un centro di informazioni per i rapporti con i familiari dei pazienti e con gli organi di stampa.

Attuare il piano di emergenza:

- 1) isolare l'area di accoglimento dal flusso dei visitatori e degli utenti ordinari dell'ospedale
- 2) stabilire una linea di collegamento con il servizio di soccorso territoriale per avere il più tempestivamente possibile le notifiche dei pazienti in arrivo (possibilmente con il codice colore attribuito)
- 3) stabilire una o più linee di comunicazione con le varie U.O. per il trattamento del paziente critico (CTI, S.O....).
- 4) predisporre un opportuno quantitativo di materiale di uso comune (barelle leggere, bombole di ossigeno, scorte di infusioni, materiale da medicazione....).
- 5) suddividere l'area di accettazione in almeno 2 zone : a) urgenze assolute; b) urgenze relative.
- 6) attivare la ricerca di posti letto per il trasferimento di pazienti in sovrannumero o di degenti in fase di convalescenza
- 7) rischierare il personale per formare U.O. funzionalmente autonome per la gestione

dell'accoglimento di urgenza e per i trasferimenti esterni.

8) attivare linee di rifornimento in materiali e di equipaggiamenti, possibilmente secondo

protocolli prestabiliti.

9) mantenere almeno una équipe di rianimazione in riserva per eventuali emergenze

interne concomitanti.

10) attivare il piano di richiamo in servizio del personale di rinforzo.

Strumenti per attuare il piano di emergenza:

Il primo trattamento, nelle emergenze collettive, deve essere forzatamente limitato all'essenziale per cercare di garantire la sopravvivenza immediata del paziente.

L'elenco del materiale richiesto dal gruppo di lavoro è composto da una lista piuttosto "povera", la cui efficacia, però, non risulta affatto limitata, a condizione che il lavoro di pianificazione sia accurato e che agli operatori, al pubblico e ai parenti sia fornita una corretta informazione.

Questa lista di risorse si limita a:

- Adeguato numero di barelle leggere e teli portaferiti
- Adeguato numero di lampade portatili autocaricanti
- Adeguato numero di bombole di ossigeno ed elementari circuiti di distribuzione
- Adeguato numero di presidi di protezione termica
- Equipaggiamento protettivo per almeno una squadra di pronto intervento interna, in attesa dei soccorsi tecnici (WFF)
- Materiale per comunicazione a voce (megafono)
- Materiale per la classificazione dei pazienti (schede di triage)

Commento

Il punto nodale è la capacità organizzativa della struttura. La risposta alla grande emergenza richiede, infatti, la necessità di pensare e realizzare una risposta di sistema che coinvolga tutti i settori dell'ospedale. Affrontare

una situazione di emergenza sanitaria (semplice o complessa che sia) non è mai affare che riguardi un singolo settore o, peggio, singoli individui.

7.

8. CONCLUSIONI

Un disastro è un evento distruttivo che provoca molte vittime, di solito entro un breve periodo di tempo, e che va al di là delle risorse di soccorso normalmente disponibili.

Per un ospedale si definisce situazione di disastro un'evenienza nella quale il numero dei feriti in arrivo supera la normale capacità di ammissione.

Al fine di predisporre un efficiente piano per disastri l'ospedale deve istituire una commissione: di questa devono far parte tutti gli esperti dei servizi essenziali, che con tutta probabilità possono venire coinvolti al momento del disastro. Le aree che devono essere rappresentate comprendono:

- **dipartimento di emergenza**
- **sale operatorie**
- **servizi medici**
- **servizio infermieristico**
- **personale ausiliario**
- **farmacia**
- **manutenzione**
- **portinai**

Gli obiettivi primari immediati del piano devono essere:

- **salvare il maggior numero di vite umane**
- **attenuare il dolore e lo sconforto**
- **completare il trattamento primario in tutti i pazienti entro un tempo variabile dalle 6 alle 8 ore dalla lesione.**

Bibliografia

- **Auf der Heide E. *Disaster response. Principles of Preparation and Coordination.* Mosby, St. Louis, 1989.**
- **Champion H. R., *Field triage of the trauma patient.* Ann. Emerg. Med. 11:160, 1982.**
- **Croce Rossa Francese, Associazione Italiana Medicina delle Catastrofi. *Manuale di Protezione Civile.* Ed. PIEMME, Casale Monferrato, 1994.**
- **Mancini M. E., Klein J. *Decision Making in Trauma Management:* Deker, Philadelphia, 1991.**
- **Morra A., Romeo C., Sala C. *Il comportamento della struttura ospedaliera nelle emergenze.* Ed. Regione Piemonte, Servizio di Protezione Civile, Torino, 1994.**

- Rutheford W.H. and de Boer J. *The definition and classification of disaster. Injury.*, London, 1988.

DANNO FOGLIARE: MONITORAGGIO DELLO STATO DI SALUTE DELLA VEGETAZIONE ARBOREA MEDIANTE TECNICHE DI TELERILEVAMENTO DA AEREO E SUCCESSIVA FOTOINTERPRETAZIONE

Ing. Armando Cavazzini – Compagnia Generale Ripreseeree (Parma)
Prof. Enrico Martini – Fotointerpretazione

SOMMARIO – Alla C.G.R. (“Compagnia Generale Ripreseeree” di Parma) è stato commissionato dal Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino un volo su tutta l’Area Protetta della Valle del Ticino. Lo scopo della ricerca è stato quello di valutare lo stato di salute della vegetazione arborea mediante tecniche di telerilevamento da aereo e successiva fotointerpretazione. L’analisi dei livelli di *stress* della vegetazione arborea è stata riferita alle aree boscate ed ai pioppeti. La fotointerpretazione ha consentito il riporto delle immagini dei contorni delle aree aventi caratteristiche omogenee. Le aree individuate sui singoli fotogrammi sono poi state digitalizzate sulla cartografia regionale alla scala 1:10.000 consentendo di effettuare valutazioni complesse e ricerche di dati incrociate.

9. INTRODUZIONE E DISCUSSIONE DEI RISULTATI

La pellicola infrarossa falso colore (I.R.F.C.) – tra le lunghezze d’onda di 800 e 900 nm – è utilissima per censire lo stato di salute della vegetazione arborea.

I pregi dell’I.R.F.C. sono i seguenti:

- Eccezionale penetrazione della foschia atmosferica
- Risposta cromatica assai differenziata per alcune specie vegetali

- Rispondenza tra tonalità cromatica e stato di *stress* dei singoli esemplari arborei

Alla C.G.R. (“Compagnia Generale Ripreseeree” di Parma) è stato commissionato dal Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino un volo su tutta l’Area Protetta della Valle del Ticino. Le caratteristiche della ripresa aerea sono così riassumibili:

Quota di volo relativa:	1200 m
Quota di volo assoluta:	1350 m
Pellicola impiegata:	Kodak Aerochrome 2443
Fotocamera:	Leica RC30
Focale:	Wild 150 mm
Numero totale fotogrammi:	996
Dimensioni singolo fotogramma:	23 x 23 cm
Scala media del singolo fotogramma:	1:8.000
Periodo di volo:	prima decade di luglio 2000

In precedenza, commissionati dall’AGIP, erano stati eseguiti due voli all’I.R.F.C.: nel 1988 su 8500 ettari, e nel 1994 su 10.000 ettari. Il campionamento della vegetazione venne eseguito con il metodo svedese (metodo della quadrettatura, conteggio degli esemplari in aree elementari di un ettaro).

Per la presente ricerca si è preferito individuare i confini precisi delle aree danneggiate, raggiungendo un livello di conoscenza puntuale e non statistico. Si sono distinte cinque classi di livello di stress (in pratica di “danno”) occupanti le superfici indicate:

Prima classe	Assenza di danno	(5.645 ettari; 5.316 aree)
Seconda classe	Danno lieve	(9.396 ettari; 6.144 aree)
Terza classe	Danno medio	(10.937 ettari; 3227 aree)
Quarta classe	Danno grave	(2.122 ettari; 1.100 aree)

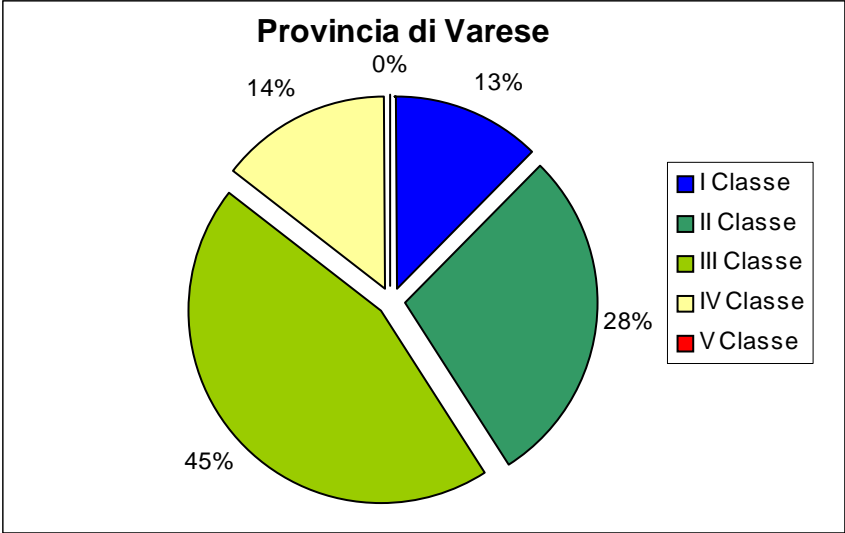
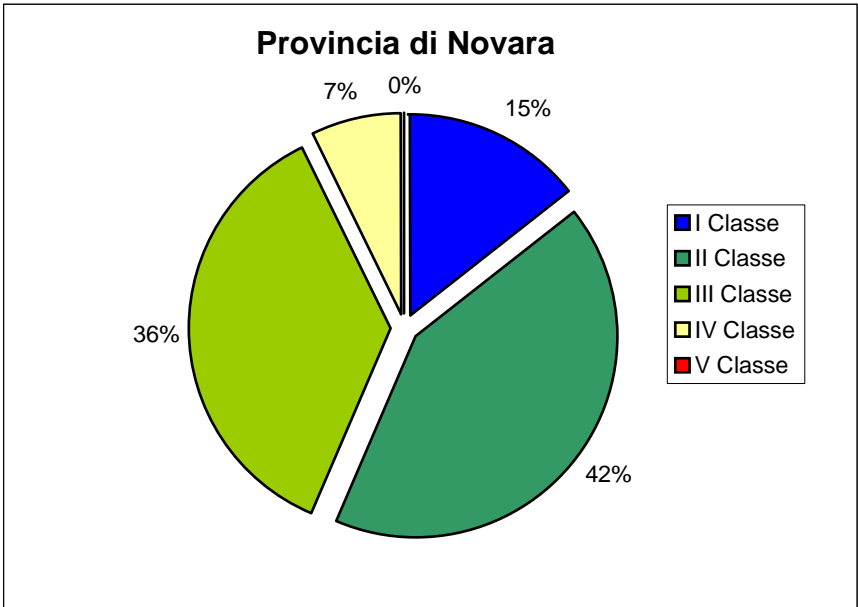
Quinta classe	Danno gravissimo	(1,5 ettari; 3 aree)
---------------	------------------	----------------------

Il valore della prima classe, a prima vista soddisfacente, deve essere considerato prudenzialmente, dato che, insieme alle aree boscate, sono stati considerati anche i pioppeti (quasi tutti in ottimo stato vegetativo all'atto del volo).

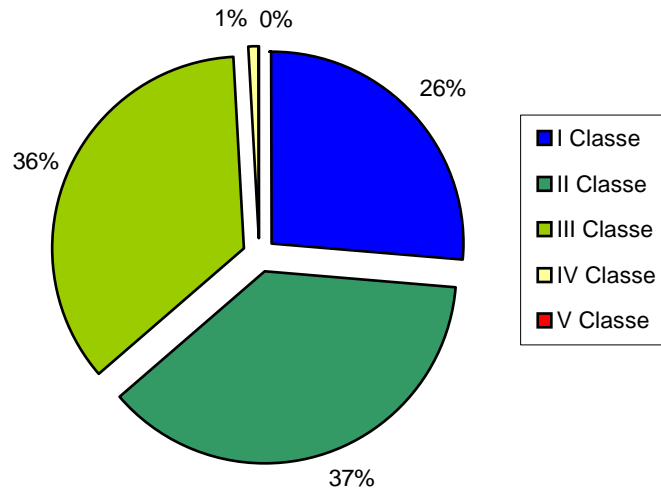
Complessivamente sono stati campionati 28.101,5 ettari di boschi e distinte 15.790 aree, valore elevato che testimonia il soddisfacente livello di approfondimento della ricerca.

Un altro elemento positivo è dato dall'estensione della superficie minima cartografata (0,1 ettari per la prima classe, 0,2 ettari per tutte le altre).

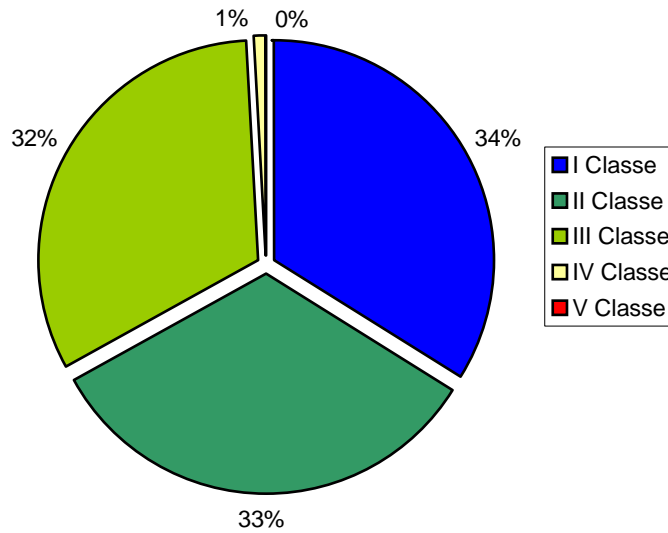
I grafici seguenti indicano la distribuzione delle diverse classi di danno nelle quattro province interessate dalla ricerca:



Provincia di Milano



Provincia di Pavia



Un elemento da tenere in considerazione consiste nell'estensione e nell'ubicazione dei lembi di bosco che hanno meritato valore migliore (I classe): essi occupano superfici ben modeste e soprattutto occupano aree frammentate, disperse in un tessuto relativamente degradato. Non esistono cioè nuclei boscati esenti da *stress* ad elevata qualità ambientale su superfici tanto ampie da risultare soddisfacenti.

L'attuale sperimentazione dimostra che i boschi ubicati a est, ovest e soprattutto, a nord e nord-est dell'aeroporto presentano livelli di stress particolarmente elevati su vaste superfici, assolutamente non paragonabili (sotto il profilo quantitativo) a quelli rilevati a sud dell'area indagata o, comunque, in aree distanti dall'aeroporto stesso.

Altri danni sono comparsi in contiguità di determinati impianti industriali, depuratori, cave.

Un confronto probante per valutare l'effettiva influenza dell'aeroporto sullo stato di salute della vegetazione arborea va rinviato ad un nuovo censimento che potrebbe essere effettuato tra quattro-cinque anni nelle medesime condizioni sperimentali.

Il controllo della qualità atmosferica nei siti aeroportuali

Lucio Palin (Ricercatore Universitario), Massimiliano Panella (Ricercatore Universitario).

Università degli Studi del Piemonte Orientale "A. Avogadro" – Facoltà di Medicina e Chirurgia – Dipartimento di Scienze Mediche – Cattedra di Igiene.
Via Solaroli 17, 28100 Novara

Sommario – L'incremento del traffico aeroportuale in Italia non permetterà più di ignorare il problema della valutazione dell'impatto ambientale specificatamente agli effetti derivanti dalla combustione di prodotti eliminati in fase gas, liquida o solida; in particolare diventerà necessaria per una vera tutela del territorio una mappatura dello stesso anche mediante l'utilizzo di indicatori di inquinamento di tipo secondario, quale il biossido di azoto.

10.

Attualmente sul territorio nazionale non risulta sia attivo alcun piano di monitoraggio, neppure sporadico, circa le dimensioni delle emissioni provenienti dai siti aeroportuali in conseguenza delle attività di arrivo e partenza degli aeromobili a differenza degli USA dove attraverso il Clean Air Act si controlla la qualità atmosferica analizzando le emissioni di ossido di carbonio, degli idrocarburi incombusti, degli ossidi di azoto e del particolato prodotti entro i 915 metri (3000 piedi) degli aeroporti più trafficati.

Le cifre correnti e le previsioni di movimentazione future di aeromobili in alcuni aeroporti italiani non permettono più di ignorare il problema di impatti ambientale, al momento attesi principalmente per la componente fisica di rumore prodotta nelle fase di decollo e di atterraggio, ma di valutare

attentamente anche gli effetti derivati dalla combustione di prodotti eliminati in fase gas, liquida o solida.

Nella tabella1 sono elencati gli inquinanti emessi e quali effetti sono connessi nell'atmosfera vicina (troposfera) e lontana (stratosfera). In sostanza i composti riportati sono già noti a tutti e sono assimilabili a quelli derivati dai fumi autoveicolari in grado di provocare effetti negativi indesiderabili già evidenziati in merito ampiamente da diverse ricerche.

Tabella 1: **Composti a maggior impatto potenziale rilasciati dagli aeromobili nella troposfera e nella stratosfera.**

11. ANIDRIDE CARBONICA, CO ₂	Aumento effetto radiativo IR, impatto climatico
Vapore acqueo, H₂O	Aumento effetto radiativo IR, impatto climatico. Produzione di scie di condensazione, di cirri. Produzione di nuvole stratosferiche e di reazioni chimiche (sorgenti di OH) e impatto di reazioni chimiche,
Ossidi di azoto, NO_x	Produzione di Ozono nella troposfera superiore associato con effetti climatici, Aumento nella troposfera di OH. Incremento della distruzione catalitica dello ozono nella media stratosfera ad impatto climatico, Diminuzione in stratosfera, esaurimento di ozono, da OH _x , ClO _x e BrO _x . Conversione a HNO ₃ e formazione di tipo I nuvole polari stratosferiche con attivazione potenziale di cloro ed impoverimento di ozono.
Idrocarburi	Produzione di ozono troposferico. Trasformazione di ClO _x a HCl Trasformazione di NO _x a PAN
Ossido di Carbonio	Perturbazioni nell'ozono troposferico e bilancio HO _x .
Particelle Incombuste	Nuclei di Condensazione e grandine. Aumento della superficie di contatto per reazioni eterogenee. Schermo radiativi ed effetto clima
Anidride solforosa, SO₂	Fonte di aerosol solfato con riflessi climatici. Modificazioni nelle proprietà della nuvola cirro. Attivazione delle particelle come nucleo di condensazione di nuvole e grandine. Aumento di superficie delle particelle con riduzione di NO _x , attivazione di cloro e diminuzione di ozono.

Al traffico aereo attuale è riconosciuto un consumo del 2-3% di combustibile rispetto agli tutti gli altri impieghi mondiali. Di questi oltre l'80% deriva per impieghi civili con un prevedibile aumento di oltre il 70% attuale ipotizzandosi un incremento del traffico aereo a fine 2015 del 260%.

Queste cifre sommarie desunte da uno studio recente di Brasseur devono far riflettere circa l'urgenza di impostare un piano di controllo di qualità atmosferica proprio in previsione di un affollamento di aeromobili nel circondario degli aeroporti durante le fasi di partenza e di atterraggio con tutte i rischi potenziali già evidenziati in ambito urbano.

Le problematiche relative al controllo della qualità atmosferica non dovrebbero essere, pertanto, prerogativa unica di attenzione e misurazione di realtà compromesse quali aree urbane congestionate dal traffico, zone di megapoli industriali, ma anche di altri luoghi, al momento mai indagati, per conoscerne le caratteristiche al fine di tutelarne al meglio le specifiche qualità proprio nell'intento di migliorare le azioni di difesa e di prevenzioni generali degli ambienti di vita.

Questa concezione più allargata, di salvaguardia delle zone indenni dall'inquinamento aerodiffuso, è stata acquisita e divenuta parte integrante delle ultime disposizioni legislative nazionali in virtù del recepimento della direttiva comunitaria 96/62/CE con il recente Decreto Legislativo n.351 del 4/8/1999 "Direttiva quadro sulla qualità dell'aria ambiente".

Nell'art. 1 sono dichiarate le finalità relative suddivise in quattro punti :

- a) stabilire gli obiettivi per la qualità dell'aria ambiente al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso,
- b) valutare la qualità dell'aria ambiente sul territorio nazionale in base a criteri e metodi comuni,

c) disporre di informazioni adeguate sulla qualità dell'aria ambiente e far sì che siano rese pubbliche, con particolare riferimento al superamento della soglia di allarme,

d) mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove è buona, e migliorarla negli altri casi.

Ancora all'art. 9 si riportano i requisiti applicabili alle zone con dei livelli inferiori ai valori limite dove le regioni provvedono, sulla base della valutazione preliminare di cui all'articolo 5, in prima applicazione, e, successivamente, sulla base dell'articolo 6, alla definizione delle zone e degli agglomerati in cui i livelli degli inquinanti sono inferiori ai valori limite e tali da non comportare il rischio di superamento degli stessi, e nelle zone e negli agglomerati di cui al comma 1, le regioni adottano un piano di mantenimento della qualità dell'aria al fine di conservare i livelli degli inquinanti al di sotto dei valori limite e si adoperano al fine di preservare la migliore qualità dell'aria ambiente compatibile con lo sviluppo sostenibile secondo le direttive emanate con decreto del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro della Sanità, sentita la Conferenza unificata.

Interessanti appaiono inoltre le indicazioni circa le valutazioni preliminari da eseguirsi attraverso i dispositivi di misurazione previsti dalla normativa vigente, nonché indagini o stime, al fine di valutare preliminarmente la qualità dell'aria ambiente ed individuare in prima applicazione le zone di cui all'art. 7,8 e 9 entro 3 mesi dalla data di entrata in vigore del presente decreto dove in base a tali disposizioni emerge con forza la necessità di allargare gli interventi di monitoraggio dell'aria ambiente indipendentemente dalla numerosità della popolazione residente quando sussistano rischi possibili locali.

In questo senso diviene evidente come ad esempio le stazioni aeroportuali maggiori e le aree limitrofe, rappresentano al momento una realtà parzialmente indagata per quanto riguarda le emissioni locali gassose e possono rappresentare indubbiamente una sorgente potenziale di inquinanti nelle aree in

cui sorgono, proprio in ragione dell'intenso traffico di aeromobili in fase di decollo e di atterraggio (causa diretta) e dell'accresciuto volume di veicoli (causa indiretta o secondaria) per trasporto di cose e persone.

È evidente infatti come l'impiego di aeromobili più capienti e veloci richieda contestuali incrementi di potenze che nelle fasi di rullaggio e decollo unitamente agli arrivi divengono fonti non indifferenti di emissioni in grado di determinare accumuli di inquinanti più o meno elevati in rapporto a particolari contesti morfologici e meteo locali (tabella2).

Tabella 2: Indicatori ambientali atmosferici.

<p>QUALITA' DELL'ARIA</p>	<p>Inquinanti atmosferici ai sensi della normativa vigente (SOx, PTS, NOx ecc.). Censimento delle sorgenti di inquinanti atmosferici (inventario emissioni). Censimento dei recettori. Indicatori biologici.</p>
<p>METEOROLOGIA</p>	<p>Caratteristiche atmosferiche di dispersione del sito: Venti : direzione e velocità (diurne e stagionali) con relativa frequenza rappresentata con rosa dei venti. Stabilità atmosferica. Frequenze congiunte velocità, direzione del vento e stabilità atmosferica. Influenze topografiche. Altezze dello strato rimescolato. Altezza dell'inversione termica. Radiazione solare (insolazione). Precipitazioni e regime pluviometrico. Temperatura. Umidità.</p>

La situazione del sito aeroportuale di Malpensa, a nostro avviso, esemplifica una condizione di rischio che deve richiedere un programma di monitoraggio ampio, non solo limitato a fattori fisici (quali essenzialmente di rumore connesso) ma di studio del carico inquinante generale e specifico degli inquinanti gassosi emessi sul territorio.

Nello specifico, relativamente alle strategie di valutazione degli inquinanti da aeromobili, esistono due problematiche diverse la prima, a grande scala, relativa alla fase del volo in quota, analizzabile soprattutto con delle modellizzazioni in relazione alle disponibilità di inventari allestendo degli scenari

di impatto anche a lungo periodo, 50-100 anni, la seconda, a scala locale, quella a noi più vicina come interesse, relativa al circondario delle aree aeroportuali.

In questo caso le modalità di misurazione degli inquinanti (campionamento ed analisi) sono molteplici vedasi tabella 3; le relative scelte operative devono stabilirsi oltre che sulle basi delle disponibilità sia economiche e gestionali anche in rapporto agli obiettivi del monitoraggio stesso (tabella 4).

Tabella 3: Tecniche di monitoraggio atmosferico.

<i>Metodo</i>	<i>Vantaggi</i>	<i>Svantaggi</i>	<i>Costo economico</i>
Campionatori Passivi	Costo molto basso, molto semplice Applicazioni vaste di screening	Non disponibile per tutti gli inquinanti, concentrazioni medie giorno inquinanti	15-75 ECU per campione
Campionatori Attivi	Costo basso, relativo facile impiego Applicazioni limitate	Concentrazione medie ora o giorno, apporto tecnici, analisi complesse	1000 ECU per campione
Analizzatori Automatici	Tarature periodiche. Buone performance. Dati istantanei. controllo on line	Sistema complesso e costoso. Personale addestrato. Manutenzioni e riparazioni non remote	15,000 Ecu per analizzatore

Tabella 4: Alcuni obiettivi chiave del monitoraggio

<ul style="list-style-type: none"> • Controllo qualità atmosferica come richiesto dalla normativa vigente • Stima degli effetti dell'esposizione personali sulla salute • Informazione pubblica circa la qualità atmosferica locale • Strategie operative e costi complessivi • Gestione degli eventi connessi con la qualità dell'aria
--

Il Decreto Legislativo n.351 del 4/8/1999 oltre costituire lo strumento autorizzativo di indagine per aree inesplorate sottolinea come in una fase preliminare di monitoraggio le valutazioni preliminari da eseguirsi possano avvenire attraverso dei dispositivi di misurazione previsti dalla normativa vigente, nonché con indagini o stime.

La nostra esperienza in merito ha dimostrato l'applicabilità di un indicatore di tipo secondario, quale il biossido di azoto (NO₂), per la mappatura di ampie zone del territorio nei confronti delle emissioni globali in particolar modo di quelle derivate dalla combustione a temperature elevate.

La disponibilità di un sistema di campionamento e di analisi sensibili, precise ed accurate che non preveda necessariamente la presenza di personale altamente preparato, dai costi gestionali fortemente ridotti, è certamente interpretato dal campionamento passivo secondo la tecnica di Palmes. Con questo sistema, da noi ampiamente impiegato in numerose ricerche, si rende possibile l'effettuazione di piani di monitoraggio in diversi siti interni ed esterni quali un'area aeroportuale per definirne in maniera puntuale e diretta il carico inquinante medio giorno.

A seguito di quanto evidenziato si evince quanto divenga necessaria in alcune realtà la necessità di verifiche della risorsa atmosferiche in aree maggiormente soggette alle ricadute di inquinanti aerodispersi. Il lavoro presentato ha voluto ripercorrere velocemente alcuni punti più importanti al fine di inquadrare una realtà molte volte mistificata in quanto ignorata. Solo sulla scorta di conoscenze esatte e puntuali si potranno formulare e proporre interventi utili a tutti, ai gestori e alle popolazioni.

In particolare, la conoscenza delle condizioni fisiche locali, delle tipologie dei mezzi aeromobili impiegati e l'adozione di modelli previsionali può servire ad implementare ulteriormente il processo di stima e rendere gli interventi gestionali migliori nei confronti di adozioni di interventi di riduzione delle emissioni ambientali per la tutela degli addetti al servizio, della popolazione residente nel circondario.

Bibliografia di riferimento

1. Allegrini I, De Santis F. *Monitoring and Control Strategies*. Springer Ed. 1997.
2. Kjellstrom E, Feichter J, Sausen R, Hein R. *The contribution of aircraft emissions to the atmospheric sulfur budget*. *Atmospheric Environment* 1999; 33: 3455-3465.
3. Brasseur GP, Cox RA, Hauglustaine D, Isaksen I, Lelieveld J, Lister DH, Sausen R, Schumann U, Wahner A, Wiesen P. *European scientific assessment of the atmospheric effects of aircraft emissions*. *Atmospheric Environment* 1998; 13: 2329-2418.
4. Schumann U. *The impact of nitrogen oxides emissions from aircraft upon the atmosphere at flight altitudes – results from the AERONOX Project*. *Atmospheric Environment* 1997; 12: 1723-1733.
5. Panella M, Tommasini V, Rosso D, Palin L. *Qualità atmosferica: valutazione integrata dei livelli di biossido di azoto di alcuni Comuni piemontesi*. *Ingegneria Ambientale* 1998; 6: 293-298.
6. Palin L, Panella M, Tommasini V, Binotti M. *Studio della distribuzione del biossido di azoto aerodisperso in una piccola realtà urbana piemontese*. *Sanità Rapporti*, 1999; 3; 91-100.
7. Panella M, Manazza S, Palin L, Tommasini V. *La contaminazione da biossido di azoto nella città di Novara: risultati ed osservazioni di un anno di monitoraggio ambientale*. *Ingegneria Ambientale*, 1999; 10: 524-530.
8. Glasius M, Crlsen MF, Hansen TS, Lohse C. *Measurements of nitrogen dioxide on Funen using diffusion tubes*. *Atmospheric Environment* 1999; 33: 1177-1185.
9. Palmes ED. *Personal sampler for nitrogen dioxide*. *American Industrial Hygieny Association Journal* 1976; 37: 570-577.

La contaminazione da biossido di azoto aerodisperso nel Comune di Oleggio:
effetto Malpensa?

Massimiliano Panella (Ricercatore Universitario), Sara Marchisio (Assistente di Ricerca) Lucio Palin (Ricercatore Universitario).

Università degli Studi del Piemonte Orientale "A. Avogadro" – Facoltà di Medicina e Chirurgia – Dipartimento di Scienze Mediche – Cattedra di Igiene.

Via Solaroli 17, 28100 Novara

12. SOMMARIO – È STATA VALUTATA NEL PERIODO 1996-2000 LA DISTRIBUZIONE DI BISSIDO DI AZOTO ATMOSFERICO NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI OLEGGIO, REALTÀ URBANA LIMITROFA ALL'AEROPORTO INTERNAZIONALE DI MALPENSA. I RISULTATI SONO SUGGESTIVI DI UNA RELAZIONE TRA TRAFFICO AEREO E QUALITÀ ATMOSFERICA LOCALE, CHE VIENE SUGGERITA DALLA SIGNIFICATIVA MODIFICAZIONE TEMPORALE E DELLA DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEL CARICO DI INQUINAMENTO NEL TERRITORIO STUDIATO

13. INTRODUZIONE

Il traffico aereo è fonte di emissioni di inquinanti in atmosfera: in particolare risultano significative le emissioni dei prodotti della combustione, quali anidride carbonica, vapore acqueo, ossidi di azoto, ossido di carbonio, idrocarburi, particelle incombuste, composti solforati, ecc. (1, 2). Queste emissioni, possono contribuire al carico complessivo di inquinamento a genesi antropica anche a livello dei primi strati dell'atmosfera e del suolo; in questo senso numerosi studi dimostrano il ruolo delle emissioni da aeromobili quali componenti fondamentali

nella genesi dell'inquinamento atmosferico da ossidi di azoto che, insieme alle polveri, sono i principali prodotti delle combustioni di questi veicoli (3). Per questi motivi è stato deciso di avviare uno studio di valutazione della qualità atmosferica, attraverso un piano di monitoraggio quinquennale del biossido di azoto aerodisperso, nel territorio del Comune di Oleggio, piccolo centro del settore nord-orientale della Regione Piemonte il cui territorio fa parte della zona di confine con la Lombardia interessata dal traffico aeroportuale di Malpensa 2000. La scelta è stata motivata dal fatto che in detta zona non esistono realtà industriali ed urbane particolari (la popolazione residente è inferiore alle 15.000 unità) tali da produrre su macro-scala fenomeni significativi di scadimento delle caratteristiche atmosferiche, per cui eventuali significative variazioni temporali locali del carico di inquinamento potrebbero essere ascritte alla navigazione aerea soprastante (4).

14. MATERIALI E METODI

La concentrazione atmosferica di biossido di azoto nel Comune di Oleggio è stata valutata su base quinquennale tramite quattro serie di rilevazioni stagionali, di venti giorni ciascuna, condotte su sei postazioni di controllo in aree a diverso flusso veicolare e, precisamente, due in aree ad elevato traffico, denominate Via Novara e Municipio (superiore in media a 200 veicoli/ora e con velocità media inferiore a 25 km/ora), due a medio traffico, denominate Scuole Rodari e Scuola Materna (tra 50 e 200 veicoli/ora), situate in zone centrali e sui principali assi di collegamento intercomunali, e due in zone a traffico scarso o limitato, denominate Scuole Fornaci e Chiesa Loreto (minore di 50 veicoli/ora). La misurazione dei livelli di biossido di azoto aerodisperso è stata effettuata con l'impiego di campionatori passivi, utilizzando dei tubi di diffusione realizzati secondo la tecnica di Palmes (5); tutti i campionatori sono stati collocati ad una distanza di 2 metri dal bordo strada ad una altezza dal suolo pari a 2 metri (al fine di evitare eventuali manomissioni).

Tale metodica prevede una fase di campionamento della durata di 24 ore dove il biossido di azoto viene adsorbito da una soluzione di trietanolamina (TEA) e acetone (1 :1) dispersa su reticelle inox, 4 maglie per mm e diametro 11 mm, con formazione del complesso nitroso-dietanolamina (NDEA) e quindi dosato spettrofotometricamente (λ 540 nm), come nitrito secondo la reazione di Griess-Saltzman.

Le condizioni meteorologiche locali sono state desunte dai dati dei parametri meteorologici trasmessi dal 2° Reparto Servizio Meteorologico dell'aeronautica Militare di Roma.

I risultati ottenuti sono stati analizzati secondo il modello dell'analisi della varianza per controllare il potenziale effetto di confondimento legato alle fonti al suolo quali traffico autoveicolare, emissioni domestiche, ecc., È stata scelta l'analisi della varianza in quanto permette di confrontare simultaneamente più di due campioni (i sei siti ad alto, medio e basso livello di traffico) ai quali si riferiscono le misurazioni della variabile in esame (i livelli di biossido di azoto aerodisperso), secondo il modello di ipotesi nulla (per p campioni): $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_p$.

Per saggiare l'eventuale diversità tra i diversi campioni, dimostrata con l'analisi della varianza, è stato utilizzato il test di Tuckey per confronti a coppie in grado di spiegare quale differenza tra i valori medi dei singoli campioni sia responsabile del rifiuto dell'ipotesi nulla complessiva.

Per testare l'ulteriore effetto di confondimento sui livelli di inquinante aerodisperso, misurati delle condizioni meteorologiche locali è stato utilizzato un modello di regressione logistica.

Le elaborazioni presentate sono state effettuate avvalendosi del package statistico Statistica (STATSOFT).

15. RISULTATI

In tabella 1 sono riportati le concentrazioni medie suddivise per stagione e per sito ottenute nei cinque anni di osservazione da 2.400 prelievi.

Tabella 1: Comune di Oleggio, concentrazioni medie di biossido di azoto aerodisperso nei siti di monitoraggio (valori in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

INVERNO	Municipio	Scuola Materna	Via Novara	Scuole Rodari	Chiesa Loreto	Scuole Fornaci	Medie
2000	70,41	70,57	78,49	64,56	61,61	50,20	65,970
1999	52,49	50,15	61,48	44,92	43,95	37,15	48,357
1998	49,63	49,75	55,39	45,72	44,93	40,27	47,613
1997	47,65	47,71	53,32	43,78	43,07	38,54	45,679
1996	39,12	47,10	44,67	38,39	27,93	25,48	37,115
PRIMAVERA	Municipio	Scuola Materna	Via Novara	Scuole Rodari	Chiesa Loreto	Scuole Fornaci	Medie
2000	36,46	31,52	52,88	29,68	26,50	27,16	34,036
1999	45,40	41,66	68,04	38,27	37,94	30,39	43,617
1998	37,41	36,52	61,79	30,73	28,79	26,24	36,913
1997	39,66	33,42	64,24	30,14	26,87	20,68	35,833
1996	31,20	28,75	36,42	27,47	16,92	13,85	25,767
ESTATE	Municipio	Scuola Materna	Via Novara	Scuole Rodari	Chiesa Loreto	Scuole Fornaci	Medie
2000	35,61	30,30	50,53	33,17	29,53	26,46	34,267
1999	47,48	47,06	69,22	38,01	38,08	32,69	45,422
1998	39,17	35,25	63,915	31,85	28,82	25,365	37,395
1997	29,10	24,60	50,72	21,23	17,48	14,10	26,203
1996	22,75	25,77	50,40	19,57	12,38	11,00	23,644
AUTUNNO	Municipio	Scuola Materna	Via Novara	Scuole Rodari	Chiesa Loreto	Scuole Fornaci	Medie
2000	51,90	50,32	59,89	48,69	43,19	44,66	49,775
1999	68,57	67,36	75,87	67,57	69,38	56,08	67,471
1998	61,38	54,06	66,51	53,50	55,07	45,43	55,991
1997	53,69	50,74	59,74	42,25	39,56	34,22	46,698
1996	54,60	47,90	55,00	45,41	37,54	35,02	45,912

L'analisi dei dati secondo il modello dell'analisi della varianza a due vie ha dimostrato un significativo incremento dell'inquinante nel corso del periodo di

studio con valori crescenti in tutti i punti di campionamento dall'anno 1996 al 2000 (variabile temporalità del modello che esprimeva l'andamento medio annuale dei valori di biossido di azoto) con valori che mutavano a seconda del diverso momento stagionale (variabile stagionalità del modello) con concentrazioni atmosferiche di biossido di azoto costantemente più elevate nelle stagioni autunnali ed invernali, durante tutto l'arco dello studio (dato, questo, peraltro ampiamente atteso) (tabella 2).

Tabella 2: Comune di Oleggio, risultati dell'analisi della varianza a due fattori senza replica per l'andamento temporale e stagionale delle concentrazioni di biossido di azoto.

ANALISI VARIANZA						
<i>Origine della variazione</i>	<i>SQ</i>	<i>Gdl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F crit</i>
Stagionalità	1455,617		3485,2056	12,876390	0,000464	3,4903
Temporalità	781,7219		4195,4305	5,186334	0,011629	3,25916
Errore	452,1818		1237,68182			
Totale	2689,521	19				

In aggiunta, mentre per gli anni 1996, 1997 e parte del 1998 si è osservata una diversa distribuzione dell'inquinante tra i vari siti, nel senso che i siti a maggiore traffico veicolare risultavano significativamente superiori agli altri ($p < 0,05$), nell'ultimo periodo si è assistito ad una progressiva omogeneizzazione della distribuzione dell'inquinamento atmosferico nel territorio di Oleggio, la cui genesi non trova spiegazione nei processi combustivi locali, avvalorando l'ipotesi in studio di un "effetto negativo" sopraggiunto, potenzialmente riconducibile (in assenza di significative variazioni del traffico, degli insediamenti urbani ed industriali) all'aumentato traffico aereo e al suo conseguente carico emissivo. Dall'elaborazione dei dati non è emersa, infine, alcuna variazione

significativa delle condizioni meteoclimatiche locali durante il periodo della ricerca.

16. CONCLUSIONI

I risultati dello studio condotto sul Comune di Oleggio non sono conclusivi nel senso della dimostrazione dell'esistenza di un rapporto causa-effetto tra traffico aereo e qualità atmosferica locale, tuttavia sono suggestivi della presenza di una qualche relazione che viene suggerita dalle significative modificazioni della quantità e della qualità del carico di inquinamento da biossido di azoto nel territorio studiato. In conclusione appare opportuno rilevare come un'attenta valutazione dei fenomeni in oggetto sia stata possibile solo disponendo di una significativa serie storica di dati, ad ulteriore conferma della necessità di non affidare la tutela dell'ambiente di vita dei cittadini a campagne occasionali ed emozionali di valutazione, ma di attivare nelle realtà a rischio programmi di monitoraggio estensivo sul territorio.

Bibliografia

10. Erik Kjellstrom E, Feichter J, Sausen R, Hein R. *The contribution of aircraft emissions to the atmospheric sulfur budget*. Atmospheric Environment 1999; 33: 3455-3465.
11. Brasseur GP, Cox RA, Hauglustaine D, Isaksen I, Lelieveld J, Lister DH, Sausen R, Schumann U, Wahner A, Wiesen P. *European scientific assessment of the atmospheric effects of aircraft emissions*. Atmospheric Environment 1998; 13: 2329-2418.
12. Schumann U. *The impact of nitrogen oxides emissions from aircraft upon the atmosphere at flight altitudes – results from the AERONOX Project*. Atmospheric Environment 1997; 12: 1723-1733.
13. Palin L, Panella M, Tommasini V, Binotti M. *Studio della distribuzione del biossido di azoto aerodisperso in una piccola realtà urbana piemontese*. Sanità Rapporti, 1999; 3; 91-100.
14. Palmes ED. *Personal sampler for nitrogen dioxide*. American Industrial Hygiene Association Journal 1976; 37: 570-577.

Valutazione della qualità dell'aria, attraverso l'uso di campionatori puntiformi passivi, nel Parco del Ticino e nelle aree protette del Lago Maggiore e prima valutazione dello stato di salute degli ecosistemi forestali.

Dr. E. Porro*, **Dr. A. Buffoni []**, **Dr. A. Borgini*****, **Dr. E. Galimberti****, **Dr. M. Tita []**, **R. Baroni^^**, **E. Carena^**, **A. Ferrantino^^**, **R. Pirrella^**, **A. Tagliabue^**

* Chimico, A.R.P.A. Sezione Varese, Via Campigli N° 5, 21100 Varese; **Chimico, A.R.P.A. Sezione Milano, Via Spagliardi, N° 91, 20015 Parabiago (MI); *** Biologo, Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino, Via Isonzo N° 1, Ponte Vecchio di Magenta (MI), Periti Chimici, ^ A.R.P.A. Sezione Varese, ^^ A.R.P.A. Sezione Milano [] Istituto di Ricerche Ambiente Italia, Milano

SOMMARIO

Dagli inizi d'aprile 2000 è stato avviato un programma d'indagine all'interno del Parco Regionale Lombardo – Piemontese del Ticino e dei Parchi Regionali del Lago Maggiore (Lagoni di Mercurago e Canneti di Dormelletto) mirato a fornire un quadro dei livelli di concentrazione d'alcuni inquinanti atmosferici (l'ozono (O₃), il biossido d'azoto (NO₂), l'anidride solforosa (SO₂) e gli idrocarburi aromatici BTEX (benzene, toluene, o-m-p xilene) e delle eventuali interazioni degli stessi con gli ecosistemi forestali, in relazione all'intenso sviluppo delle attività umane (trasporto aereo e stradale, insediamenti industriali e civili) nelle aree circostanti i Parchi.

Le indagini sono state eseguite da due distinti gruppi di lavoro: i risultati completi sono riportati nelle relazioni prodotte da ARPA Lombardia dipartimento Milano 1 e Varese per il Parco Ticino Lombardo e dall'Istituto di Ricerche Ambiente Italia per il Parco Ticino Piemonte e Parchi Regionali del Lago Maggiore. In questa relazione sono illustrati e confrontati i dati ottenuti dai due gruppi di lavoro delle campagne primaverile estiva 2000.

1. Strategie di campionamento

Sono stati individuati in totale 17 punti di campionamento tra l'area del Parco Ticino Lombardo - Piemontese e l'area del Parco Regionale del Lago Maggiore. La maggior parte dei siti di campionamento sono stati scelti come rappresentativi delle aree "verdi" del Parco quindi non influenzati da traffico urbano. Si è presa in considerazione l'area del sedime aeroportuale della Malpensa con tre punti di campionamento disposti a triangolo (Somma Lombardo, Vizzola Ticino, Samarate). Sono stati scelti punti disposti in centri urbani come (Nosate, Castano, Castelletto, Cameri) o siti relativamente lontani

da importanti vie di traffico autoveicolare (Turbigo, Cuggiono, Pontevecchio di Magenta, Lagoni di Mercurago).

Lo studio effettuato da Ambiente Italia per il Parco Ticino Piemonte ha inoltre individuato una zona come " bianco ", si tratta di una postazione in Val Sessera ovvero in un'area non interessata da attività antropiche.

2. Materiali e metodi

La misura delle concentrazioni dei contaminanti atmosferici inorganici studiati (l'ozono, l'anidride solforosa e gli ossidi d'azoto) e di quelli organici (BTEX) è stata effettuata mediante l'utilizzo di specifici campionatori passivi che permettono di captare selettivamente i principali contaminanti atmosferici tradizionali.

I campionatori sono costituiti essenzialmente da un corpo diffusivo cilindrico e da una cartuccia chemiadsorbente; il funzionamento si basa sul principio della diffusione secondo le leggi di Fick. I campionatori sono stati posti a circa 1,5 – 2 m dal suolo in appositi box affinché fossero riparati sia dalle intemperie sia dall'irraggiamento solare diretto.

I campionatori passivi sono stati esposti dal Parco Ticino Piemonte e dai Parchi del Lago Maggiore secondo il seguente schema:

NO₂ aprile 2000 – marzo 2001 esposizione bisettimanale (settimanale a Castelletto T.)

O₃ aprile 2000 – settembre 2001 esposizione settimanale

SO₂ ottobre 2000 – marzo 2001 esposizione bisettimanale (settimanale a Castelletto T.)

Benzene aprile 2000 – marzo 2001 esposizione bisettimanale

Nel Parco Ticino Lombardo i monitoraggi sono stati articolati in tre campagne secondo lo schema riportato in tabella 1.

Tabella 1 - Parco Ticino maggio - settembre 2000. Periodi di monitoraggio e durata dei prelievi.

CAMPAGNA	O ₃	NO ₂	SO ₂	BTEX
Primaverile (8-12-maggio 2000)	Settimanale (lun.-ven.) (110-120 ore)	Settimanale (lun.-ven.) (110-120 ore)	Settimanale (lun.-ven.) (110-120 ore)	Settimanale (lun.-ven.) (110-120 ore)
Estiva (26-30-giugno 2000)	Settimanale (lun.-mer) (giov.- ven.) (48 ore) (48 ore)	Settimanale (lun.-ven.) (110-120 ore)	Settimanale (lun.-ven.) (110-120 ore)	Settimanale (lun.-ven.) (110-120 ore)
II Estiva (11-15-settembre 2000)	Settimanale (lun.-ven.) (110-120 ore)	Settimanale (lun.-ven.) (110-120 ore)	Settimanale (lun.-ven.) (110-120 ore)	Settimanale (lun.-ven.) (110-120 ore)

3. Risultati e Considerazioni

- Ozono -

Il periodo esaminato (primavera, estate), per le condizioni climatiche stagionali, coincide con il momento di massima concentrazione dell'ozono: la situazione che s'illustra di seguito è probabilmente la più "critica". Infatti, non solo il limite per la protezione della vegetazione, ma anche quello relativo alla protezione della salute umana sono superati in quasi tutti i siti studiati. Ciò è particolarmente evidente nella settimana di giugno (tabelle 2 e 3). In particolare si osservi come le concentrazioni presenti in Val Sessera non si discostino da quelle osservate negli altri siti. Questo fatto si spiega con i fenomeni di trasporto di questo inquinante che costituisce ormai una problematica ambientale estremamente importante in tutta Europa.

Per quanto riguarda l'ozono è necessario, per valutare l'eventuale presenza di livelli di concentrazione dannosi per la vegetazione, introdurre il concetto di dose cioè quella quantità d'ozono che è effettivamente assorbita all'interno delle foglie. La grandezza che è utilizzata è l'AOT40 (dall'inglese Accumulation over threshold 40ppb). Essa esprime l'esposizione cumulata nel tempo sopra la soglia di concentrazione di 40 ppb (corrispondente a 78 µg/m³).

Poiché dalle misure condotte con i campionatori passivi non è possibile calcolare AOT40 poiché questi forniscono valori medi settimanali, sono stati analizzati i valori di concentrazione d'ozono misurati ad Ispra presso il centro Comune di ricerca dell'Unione Europea nel periodo 1996-1998. E' stata innanzi tutto condotto un esame delle correlazioni tra diversi indici (valori medi, massimi, medi diurni (dalle h 10 alle h 17), dose (AOT40). Si è osservato che questi indici appaiono tra loro strettamente correlati.

I valori d'AOT40 stimati risultano decisamente consistenti e indicatori di rischio per la vegetazione naturale, forestale in particolare, come pure per le colture agricole. E' prevista una successiva elaborazione di questi dati che potrà indicare con maggiore precisione gli effettivi valori di dose. Si osservi comunque che per quanto riguarda le stime d'AOTc (ovvero dell'AOT 40 calcolato specificatamente per le colture agrarie) i valori riportati, relativi ai punti di misura posti all'interno del Parco regionale del Ticino e nel Parco regionale del Lago Maggiore e dei Lagoni di Mercurago essi appaiono sostanzialmente coerenti con le misure d'Ispra per gli anni 1996-1998, come pure con quanto emerso dalle misure degli ultimi anni della rete di monitoraggio della Regione Lombardia. Il Rapporto sullo stato dell'ambiente della Lombardia del 1999 fornisce i dati d'AOTc per l'anno precedente: il valore di riferimento di 3000 ppb*h (maggio -luglio) è superato in tutti i 43 siti di misura riportati. I superamenti variano in modo consistente e sono compresi tra 2.5 e 8 volte il valore limite citato. Non solo, nel 90% dei siti, analogamente a quanto

osservato ad Ispra, nel solo arco di tre mesi (maggio – luglio) è superato il limite di 10000 ppb*h indicato per le specie forestali da calcolarsi su un lasso di tempo di 6 mesi (aprile – settembre), corrispondente al periodo vegetativo.

- Biossido d'Azoto -

Per il biossido d'azoto, i livelli rilevati, che hanno rappresentatività stagionale e non annua, indicano il pieno rispetto dei limiti normativi nazionali vigenti. Il sito più critico è la cascina Motta a Sesto Calende, probabilmente a causa della vicinanza dell'autostrada. Per le altre postazioni, i dati al momento ottenuti non permettono di definire, se la presenza di NO₂ sia da attribuirsi alla sorgente autoveicolare locale o a fenomeni di diffusione da sorgenti più lontane. A Castelletto T., dove le misure sono state condotte con cadenza settimanale, si registra un valore massimo su base settimanale pari a 41.8 µg/m³. La concentrazione media calcolata sui primi 6 mesi di misure è di 30.6 µg/m³. Questo valore, se sarà confermato nel successivo periodo di misure, colloca l'area al limite del valore di riferimento (30 µg/m³) per la protezione della vegetazione per quanto riguarda questo inquinante. In particolare è interessante rilevare come il legame tra Castelletto T., Lagoni di Mercurago e Canneti di Dormelletto risulti particolarmente forte, mentre scendendo da Castelletto T. verso sud questo legame vada via riducendosi d'intensità.

- Anidride Solforosa -

Per quanto riguarda la sponda lombarda del Ticino le concentrazioni dell'anidride solforosa sono sempre molto modeste rispetto ai limiti vigenti. Si rileva una lieve tendenza all'aumento nel periodo considerato. La SO₂ si conferma essere inquinante ubiquitario; inoltre si rileva che le concentrazioni determinate in postazioni considerate "remote" quali per esempio La Fagiana, sono paragonabili e talora anche superiori a quelle determinate in postazioni di tipo urbano.

Il 3 ottobre sono state avviate presso tutti i siti le misure delle concentrazioni al suolo del diossido di zolfo. Queste misure si protrarranno per complessivi 6

mesi e saranno condotte mediante l'impiego di specifici campionatori passivi. L'esposizione dei campionatori passivi seguirà lo stesso schema adottato per il diossido di azoto: presso 6 siti sarà esposto un singolo campionatore, sostituito ad intervalli di 15 giorni, mentre presso Castelletto Ticino l'esposizione avverrà in triplicato.

- Idrocarburi Aromatici -

Per quanto concerne il benzene, i livelli medi di maggio e di giugno sono analoghi e corrispondono per quanto concerne le postazioni dell'area milanese ai minimi annuali reperibili in zone generalmente urbanizzate. Per l'area del Varesotto i valori sono tipici delle aree rurali. Le concentrazioni determinate in settembre tendono invece all'incremento. Per l'area Piemontese le misure di concentrazione del benzene sono state condotte, come già ricordato, con sostituzione dei campionatori su base quindicinale, anziché su base mensile come previsto dal programma di indagine. I valori riscontrati sono risultati leggermente più elevati nelle prime settimane di campionamento per poi calare nel periodo tardo primaverile - estivo. I valori più elevati sono stati rilevati a Castelletto T. con un massimo di $2.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La concentrazione mediata sul periodo risulta essere ampiamente nel rispetto del valore obiettivo di qualità dell'aria previsto dalla normativa.

Per i composti omologhi del benzene, in particolare toluene e xileni (per i quali non è disponibile un limite normativo di confronto), in alcune postazioni (Nosate e Castano Primo) le concentrazioni si sono rilevate elevate rispetto all'atteso legato all'emissione da fonte autoveicolare; il fenomeno potrebbe essere giustificato dalla presenza di punti di emissione di tipo produttivo nelle vicinanze, giacché i citati composti sono comunemente impiegati come solventi.

Per tutti gli idrocarburi aromatici determinati si osserva altresì che nella zona appartenente alla Provincia di Milano i valori sono tendenzialmente superiori a quelli rilevati nella Provincia di Varese.

17.

18.

19.

20. BIBLIOGRAFIA

1. Mercorelli S. (1992): Valutazione della presenza di ozono troposferico nel versante nameese della "conca temana" mediante l'uso di *Nicotiana tabacum* L. cv. Bel-W₃, *Biologia Ambientale*, 6: 5-14
2. IARC (1982) Benzene In: Some chemicals and dyestuffs. Lyon, International Agency for Research on cancer. (IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Vol. 29).
3. IARC (1987) Benzene In: Genetic and related effects: an updating of selected IARC Monographs from volumes 1 to 42. Lyon, International Agency for Research on cancer. (IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Supplement 6).
4. Bull, K.R., 1991. The critical load/level concept approach to gaseous pollutant emission control. *Environ. Pollut.* 69: 105 – 123.
5. Hangartner M. (Ed.), 1990. Einsatz von Passivsammlern für verschiedene Luftschadstoffe in der Aussenluft. VDI – Kommission Reinhaltung d. Luft. VDI Bericht 838, pp. 516 – 526
6. Skarby L. 1993. Critical levels for ozone to protect forest trees. In Fuhrer J., Achermann B. (eds).

7. Critical levels for ozone a UN ECE workshop report. Swiss Federal Station for Agricultural Chemistry and Environmental hygiene, Liebefeld – Bern, Switzerland, 328 p.: 74 – 87
8. UBA, 1996. Manual on Methodologies and Criteria for mapping Critical levels/Loads and geographical areas where they are exceeded UN/ECE Convention LRTAP, Federal Environmental Agency, Texte 71/96, Berlin, 96 p.
9. WSL, 1999.

Tabella 2 - Punti di campionamento con relative concentrazioni d'ozono, e biossido d'azoto durante la campagna estiva nel Parco Ticino Lombardo (26-30/06/00)

PERIODO DI CAMPIONAMENTO	26/28 - 06	28/30 - 06	26/30 - 06
PUNTI DI CAMPIONAMENTO	O₃ (µg/m³)	O₃ (µg/m³)	NO₂ (µg/m³)
<i>Sesto Calende - Cascina Motta</i>	96,4	69,9	37,6
Besnate - Risara allevamento cavalli	130,3	150,0	13,6
Somma Lombardo - fraz. Maddalena	122,0	117,2	11,6
Vizzola Ticino - Bocciodromo	136,6	136,9	5,5
Samarate - Campo Sportivo	110,0	135,2	14,7
Nosate - Municipio	122,7	136,9	9,4
Castano Primo - Sede servizio Veterinario	123,4	138,3	34,3
Turbigo - Campo Sportivo	159,9	156,2	18,3
Cuggiono - Località Cascina Gasperi	152,9	154,6	n.r.
Pontevecchio - Località La Fagiana	143,5	115,4	18,6
Media	130,4		10,8
Limiti (normativa nazionale) - protezione della salute umana - protezione della vegetazione	110 65		200-400
Limiti (normativa europea) - protezione della salute umana - protezione della vegetazione			40 30

Tabella 3 - Punti di campionamento con relative concentrazioni d'ozono, e biossido d'azoto durante la campagna estiva nel Parco Ticino Piemontese e Parco Lago Maggiore (20/27 - 06 27/06 - 11/07)

PERIODO DI CAMPIONAMENTO	20/27 - 06	27/06 - 04/07	27/06 - 11/07
PUNTI DI CAMPIONAMENTO	O₃ (µg/m³)	O₃ (µg/m³)	NO₂ (µg/m³)
<i>Castelletto Ticino</i>	75,7	70,3	30,1
Pombia	100,4	98,3	16,2
Bellinzago	93,4	81,6	17,6
Cameri	64,7	65,2	16,8
Cerano	101,6	89,0	14,7
Lagoni di Mercurago	105,5	94,9	13,9
Canneti di Dormelletto	98,9	89,7	17,2
* Val Sessera	94,4	86,6	2,0
Limiti (normativa nazionale) - protezione della salute umana - protezione della vegetazione	110 65		200-400
Limiti (normativa europea) - protezione della salute umana - protezione della vegetazione			40 30

Tabella 4 – Punti di campionamento con relative concentrazioni medie del Benzene in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante la campagna estiva nel Parco Ticino Piemontese e Parco Lago Maggiore (13-27/06/00).

POSIZIONE	BENZENE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Castelletto Ticino	1.2
Varallo Pombia	0.5
Bellinzago	0.7
Cameri	0.5
Cerano	0.5
Lagoni di Mercurago	0.8
Canneti di Dormelletto	0.5
media	0.7

Tabella 5 – Punti di campionamento con relative concentrazioni medie del Benzene in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante la campagna estiva nel Parco Ticino Lombardo (26-30/06/00).

POSIZIONE	BENZENE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Sesto Calende	0,7
Besnate	0,8
Somma Lombardo	1,2
Vizzola Ticino	0,6
Samarate	1,1
Nosate	3,0
Castano Primo	3,1
Turbigo	0,6
Cuggiono	1,0
Pontevecchio	0,3
media	1,2

"INQUINAMENTO ACUSTICO E RUMORE AREOPORTUALE. ASPETTI
GIURIDICI"

di Luca RAMACCI, Magistrato, Sostituto Procuratore della Repubblica presso il tribunale di Venezia (L.Ramacci@flashnet.it)

**Intervento nel
Seminario scientifico
MALPENSA 2000 ED IL SUO TERRITORIO:
LA SALUTE, L'AMBIENTE, L'EMERGENZA
Varese 17 Febbraio 2001**

SOMMARIO

Il presente intervento prende in esame gli aspetti generali della normativa in tema di inquinamento acustico, verificando – nel dettaglio – gli strumenti legislativi finalizzati al contenimento del rumore aeroportuale. Vengono altresì esaminati gli aspetti relativi agli strumenti sanzionatori.

1. INQUINAMENTO ACUSTICO: L'EVOLUZIONE DELLA NORMATIVA DI SETTORE

La materia dell'inquinamento acustico, sebbene da tempo oggetto dell'attenzione del legislatore, ricopre – nel comune sentire – un ruolo marginale nel complesso delle disposizioni di tutela dell'ambiente, poiché i riferimenti più frequenti e l'interesse dell'opinione pubblica risultano prevalentemente centrati sui fenomeni di origine chimica che destano maggiore preoccupazione come avviene, ad esempio, con l'inquinamento idrico e da rifiuti.

Minore interesse suscitano i fenomeni di origine fisica, tra i quali rientra l'inquinamento acustico, nonostante risulti ormai appurato che gli stessi provocano danni fisici veramente significativi.

Ma anche nel meno celebrato ambito dei fenomeni di inquinamento di origine fisica l'inquinamento acustico risulta ormai soppiantato, nell'interesse generale, dal più noto fenomeno dell'inquinamento da campi elettromagnetici (c.d. elettrosmog) ormai abbondantemente pubblicizzato dai mezzi di informazione, talvolta anche a sproposito.

In altre parole può dirsi che l'inquinamento da rumore è considerato, dalla generalità dei cittadini, più come un "fastidio" e non come fenomeno determinante gravi conseguenze sulla salute umana; se ne rammentano, cioè, gli effetti evidenti, immediatamente percepibili, lasciando in secondo piano quelli più rilevanti e che provocano danni maggiori.

Ciò nonostante, il legislatore ha da tempo preso in considerazione la materia emanando un congruo numero di disposizioni normative finalizzate a regolare il fenomeno e contenerne gli effetti negativi anche se la disciplina di settore soffre degli stessi difetti rinvenibili in tutta la legislazione di tutela ambientale più volte evidenziati da dottrina e giurisprudenza.

Tanto premesso, occorre effettuare una veloce panoramica sulle singole disposizioni soffermandosi poi più a lungo su quelle direttamente o indirettamente riguardanti il rumore aeroportuale.

I problemi relativi alle emissioni sonore, negli ambienti di lavoro, abitativi e nell'ambiente esterno vennero presi per la prima volta in considerazione dal legislatore nazionale nella legge di riforma sanitaria (L.23 dicembre 1978 n.833) mentre già la normativa comunitaria comprendeva numerose disposizioni³.

Vennero poi previste specifiche disposizioni finalizzate alla salvaguardia della salute dei lavoratori con riferimento ai fenomeni acustici negli ambienti di lavoro (si vedano, a tale proposito, l'articolo 24 del D.P.R. 303/56 ed il D.Lgs. 15/8/1991 n. 277).

Per gli ambienti diversi da quelli di lavoro una disciplina organica di settore venne per la prima volta introdotta soltanto nel 1991 con l'emanazione del D.P.C.M. 1 marzo 1991 che, prendendo in considerazione gli ambienti abitativi e l'ambiente esterno fissava i limiti massimi di esposizione.

Il Decreto veniva emanato allo scopo di disciplinare la materia in via del tutto transitoria fino alla promulgazione di una legge quadro sull'inquinamento acustico.

³ Lo rileva G. DE FALCO "La tutela normativa dall'inquinamento acustico. I reati di cui all'art. 659 ed i nuovi illeciti amministrativi" in Cass. Pen. 1998 pagg. 92 e ss. Per un completo esame della disciplina comunitaria si veda C.M. GRILLO, nota introduttiva alla sezione "Rumore" del "Codice dell'Ambiente" Piacenza, 2000 pag.2093 e ss. cui si rinvia anche per la consultazione delle diverse disposizioni normative citate.

Lo scopo del D.P.C.M. appena citato era quello di fissare soglie di accettabilità dei livelli di rumore su tutto il territorio nazionale ad esclusione degli ambienti di lavoro (i quali, come si è detto, risultano separatamente disciplinati) e di altri fenomeni di rilevante entità tra i quali, ad esempio, rientrano quelli conseguenti alle emissioni sonore determinate dall'esercizio delle attività aeroportuali.

A tale scopo venivano indicati i limiti massimi dei cd. livelli sonori equivalenti (le definizioni si trovano l'allegato 1 al decreto) e previsto l'obbligo per i Comuni di ripartire il territorio in aree territoriali corrispondenti a livelli sonori omogenei (aree residenziali, industrializzate, miste)⁴.

Venivano anche fissati limiti per le sorgenti sonore operanti nelle aree di cui all'art. 2 del D.M. 2 aprile 1968, n. 1444 (e cioè le zone comprese nel perimetro urbano o a questo esterne) e nelle zone essenzialmente industriali

L'impostazione generale del D.P.C.M. del 1991 veniva riproposta successivamente con l'entrata in vigore della legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge 26 ottobre 1995 n. 447) la quale, nell'articolo 15, ne proroga l'efficacia transitoria fino alla completa attuazione delle nuove disposizioni⁵.

La legge quadro ha un ruolo fondamentale nella disciplina dell'inquinamento acustico e tratta anche in modo rilevante del rumore conseguente all'esercizio di attività aeroportuale come meglio si vedrà in seguito. Per tali ragioni appare opportuno soffermarsi sugli aspetti generali della legge.

Essa, come recita l'articolo 1, stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, in base a quanto disposto dall'articolo 117 Cost., fornendo anche, nell'articolo 2, come in tutte le leggi di tutela ambientale, numerose definizioni che ne dovrebbero facilitare la corretta interpretazione.

⁴ Con sent. n. 517 del 30.12.91 la Corte Cost.le dichiarava illegittimi Gli artt.3, primo comma (ultime due proposizioni), 4 e 5 del D.P.C.M. (parti contenenti principi ed indirizzi organizzativi invasivi di competenze regionali e provinciali) venivano dichiarati illegittimi dalla Corte Costituzionale con sentenza n. 517 del 30.12.91, lasciando inalterato il valore precettivo della fissazione dei limiti di accettabilità in relazione alla diversa tipologia degli ambiti territoriali di manifestazione delle emissioni sonore.

⁵ Si veda in dottrina M. GABRIOTTI "*La tutela del "bene ambiente" dall'inquinamento acustico*" in Ambiente – Consulenza e pratica per l'impresa n. 6\1996 pagg. 452 e ss. per un esame comparato della disciplina introdotta con il D.P.C.M. 1991 e quella prevista dalla legge quadro 447\95

Esse appaiono di fondamentale importanza e riguardano i seguenti concetti:

- *inquinamento acustico* l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi;
- *ambiente abitativo* ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane⁶;
- *sorgenti sonore fisse* gli impianti tecnici degli edifici e le altre installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore; le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriali, artigianali, commerciali ed agricole; i parcheggi; le aree adibite a stabilimenti di movimentazione merci; i depositi dei mezzi di trasporto di persone e merci; le aree adibite ad attività sportive e ricreative;
- *sorgenti sonore mobili* tutte le sorgenti sonore non comprese tra quelle fisse;
- *valori limite di emissione* il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa;
- *valori limite di immissione* il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori;
- *valori di attenzione* il valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente;
- *valori di qualità* i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla presente legge;
- *tecnico competente* la figura professionale idonea ad effettuare le misurazioni, verificare l'ottemperanza ai valori definiti dalle vigenti norme, redigere i piani di risanamento acustico, svolgere le relative attività di controllo.

⁶ E' fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al D.L.vo 15 agosto 1991, n. 277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive (articolo 2 comma primo, lettera b))

I valori in precedenza indicati sono determinati in funzione della tipologia della sorgente, del periodo della giornata e della destinazione d'uso della zona da proteggere e, per quanto attiene i valori limite di immissione, essi sono a loro volta suddivisi in *assoluti* (determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale) e *differenziali* (determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo).

Sempre l'articolo 2, nel quinto comma, prevede provvedimenti per la limitazione delle emissioni sonore di natura amministrativa, tecnica, costruttiva e gestionale, dettagliatamente indicati.

Secondo una prassi ormai consolidata nella legislazione di protezione ambientale, la legge quadro prevede una dettagliata ripartizione delle competenze fra Stato, Regioni, Province e Comuni, riproponendo il problema – ormai diffusissimo – della c.d. frammentazione delle competenze causa di frequenti difficoltà nella concreta attuazione della normativa.

Viene inoltre prevista l'adozione di piani di *risanamento acustico* (articolo 7) e sono fissate *disposizioni in materia di impatto acustico* (articolo 8) prevedendo altresì la possibilità, in caso di eccezionale ed urgente necessità di tutela della salute pubblica o dell'ambiente, dell'emanazione di provvedimenti contingibili ed urgenti per ordinare il ricorso temporaneo a speciali forme di contenimento o di abbattimento delle emissioni sonore, inclusa l'inibitoria parziale o totale di determinate attività (articolo 9).

Non va poi dimenticata la presenza di disposizioni relative ai controlli – contenute nell'articolo 14 – e di un particolare impianto sanzionatorio (articolo 10) che non pochi problemi ha creato e continua creare, come si dirà meglio in seguito, nell'operare un raccordo tra le sanzioni previste dalla legge quadro, di natura amministrativa e quelle, penali, previste dall'articolo 659 C.P.

L'articolo 11, infine, prevede la successiva emanazione di regolamenti di esecuzione, distinti per sorgente sonora relativamente alla disciplina dell'inquinamento acustico avente origine dal traffico veicolare, ferroviario, marittimo ed aereo, avvalendosi anche del contributo tecnico-scientifico degli enti gestori dei suddetti servizi, dagli autodromi, dalle piste motoristiche di prova e per attività sportive, da natanti, da imbarcazioni di qualsiasi

natura, nonché dalle nuove localizzazioni aeroportuali. I regolamenti devono inoltre essere armonizzati con le direttive dell'Unione europea recepite dallo Stato italiano⁷.

Al fine di dare concreta attuazione alla legge – quadro sono state successivamente emanate le disposizioni appresso elencate:

- **D.M. 11\12\1996** *“Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo”*.
- **D.P.C.M. 18\9\1997** *“Determinazione dei requisiti delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante”*.
- **D.M. 31\10\1997** *“Metodologia di misura del rumore aeroportuale”*.
- **D.P.C.M. 14\11\1997** *“Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”*.
- **D.P.C.M. 5\12\1997** *“Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”*.
- **D.P.R. 11\12\1997 n.496** *“Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili”*.
- **D.M. 16\3\1998** *“Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico”*⁸.
- **D.P.C.M. 31\3\1998** *“Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b), e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 “Legge quadro sull'inquinamento acustico”*.
- **DPR 18\11\1998 n.459** *“Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario.”*
- **D.P.C.M. 16\4\1999 n.215** *“Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi”*.
- **D.M. 20\5\1999** *“Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico”*.
- **D.M. 3\12\1999** *“Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti”*.

⁷ La previsione e il contenimento acustico nelle aree esclusivamente interessate da installazioni militari e nelle attività delle Forze armate sono invece definiti mediante specifici accordi dai comitati misti paritetici di cui all'art. 3 della L. 24 dicembre 1976, n. 898, e successive modificazioni (articolo 11, ultimo comma).

⁸ Per un commento (negativo) alla citata disposizione si veda la nota di A. BARCHI e D. BERTONI in Ambiente consulenza e pratica per l'impresa n. 6\1998 pagg. 485 e ss.

- **D.M. 29\11\2000** *“Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”.*

Il numero, elevato, delle disposizioni sopra elencate, emanate peraltro in un ambito temporale ristretto a pochi anni, non ha comunque completato il processo di attuazione della legge quadro che si presenta assai complesso per la presenza di norme tecniche non sempre di facile interpretazione e per la necessità di successivi interventi degli Enti locali in forza delle competenze loro attribuite dal legislatore nazionale.

Ciò nonostante, la legge quadro ha avuto il pregio di fornire una disciplina più organica alla complessa materia dell'inquinamento acustico, anche se le critiche sollevate alla dottrina non sono sicuramente mancate⁹.

Nell'esposizione, sicuramente incompleta, del panorama normativo in materia vanno poi ricordate altre importanti disposizioni che, direttamente o indirettamente, offrono tutela dall'inquinamento acustico, cui vanno aggiunte quelle contenute nei codici penale e civile delle quali si dirà in seguito allorché si accennerà agli strumenti di tutela.

Esse sono:

- il **D.M. 28\11\1987 n.588** *“Attuazione delle direttive CEE n.79\113, n.81\1051, 85\405, 84\533, 85\406, 84\534, 84\535, 85\407, 84\408, 84\537 e 85\409 relative al metodo di misura del rumore, nonché al livello sonoro o di potenza acustica di motocompressori, gru a torre, gruppi elettrogeni di saldatura,, gruppi elettronici e martelli demolitori azionati a mano, utilizzati per compiere lavori nei cantieri edili e di ingegneria civile”.*
- Il **D.Lv 27\1\1992 n. 134** *“Attuazione della direttiva 85\594\CEE relativa al rumore aereo emesso dagli apparecchi domestici”.*
- Il **D.Lv. 27\1\1992 n.135** *“Attuazione delle direttive 86\662\CEE e 89\514\CEE in materia di limitazione del rumore prodotto dagli escavatori idraulici e a funi, apripista e pali caricatrici”.*
- Il **D.Lv. 27\1\1992 n. 136** *“Attuazione delle direttive 88\180\CEE e 88\181\CEE relative al livello di potenza acustica ammesso dei tosaerba”.*
- Il **D.Lv. 27\1\1992 n.137** *“Attuazione della direttiva 87\405\CEE relativa al livello di potenza acustica ammesso delle gru a torre”.*

⁹ Si veda, ad esempio, F. FONDERICO *“ Legge Quadro sull'inquinamento acustico: molto rumore per nulla”* in Ambiente consulenza e pratica per l'impresa n.2\1996 pag. 89 e ss.

- Il **D.M. 4\3\1994 n.316** “Regolamento recante norme in materia di limitazione del rumore prodotto dagli escavatori idraulici e a funi, apripista e pali caricatrici”.
- Il **D.M. 25\3\1994 n.317** “Regolamento recante norme relative al livello di potenza acustica ammesso per i tosaerba”.
- Il **D.M. 19\12\1994** “Disposizioni sulla limitazione delle emissioni sonore dei velivoli subsonici a reazione in conformità del programma di azione della CEE in materia ambientale”.
- Il **D.M. 28\3\1995** “Attuazione della direttiva CEE 92\14 in tema di limitazione delle emissioni sonore dei velivoli subsonici a reazione”.

2. IL RUMORE AROPORTUALE

Come si sarà sicuramente notato, tra le disposizioni in precedenza elencate se ne rinvenivano alcune espressamente dedicate al rumore aeroportuale. A tali disposizioni ne vanno aggiunte altre che, in modo più o meno diretto, si occupano della materia.

Tra le cause di inquinamento acustico il rumore aeroportuale non ricopre sicuramente un ruolo secondario. Esso si inserisce in un vasto numero di sorgenti sonore riconducibili al c.d. rumore da traffico generato dalle attività di trasporto e dalle relative infrastrutture.

Non sempre al problema del rumore da attività aeroportuale viene prestata la dovuta attenzione. Il sempre più ampio sviluppo del traffico aereo ne accresce infatti le conseguenze e gli effetti, ma il numero di soggetti interessati dal fenomeno – individuabili in coloro che trascorrono periodi considerevoli in prossimità di strutture aeroportuali ovvero in località interessate dal passaggio di aeromobili – riduce sicuramente l’ambito di interesse. Non indifferente è, inoltre, il ruolo giocato dagli interessi politici ed economici che ruotano intorno all’esercizio di tali attività.

Prima di procedere, senza pretese di completezza, ad un esame delle disposizioni che interessano il rumore aeroportuale o comunque derivante dalle attività di volo, seguendo un ordine cronologico appare necessario osservare che l’attività aeroportuale e di volo può produrre effetti negativi per l’ambiente non necessariamente legati alla produzione di rumore, poiché la stessa

realizzazione delle strutture connesse all'esercizio di tali attività possono determinare uno stravolgimento dell'originario assetto ambientale con effetti negativi su beni essenziali quale, ad esempio, il paesaggio. Ne è prova il fatto che gli aeroporti sono inseriti tra le opere sottoposte a valutazione di impatto ambientale¹⁰.

Il rumore provocato dalle attività in esame, inoltre, viene preso in considerazione dal legislatore non solo con riferimento alla tutela della salute umana, ma anche riguardo ad altre esigenze di salvaguardia dell'integrità dell'ambiente, come dimostra il contenuto dell'articolo 11, comma terzo, lettera h) della Legge 6 dicembre 1991 ("Legge quadro sulle aree protette") laddove viene vietato sorvolo di velivoli non autorizzato (salvo quanto definito dalle leggi sulla disciplina del volo) nelle aree protette ricordando che in dette aree non sono consentite le attività e le opere che possono compromettere la salvaguardia del paesaggio e degli ambienti naturali tutelati, con particolare riguardo alla flora e alla fauna protette e ai rispettivi habitat, sicuramente danneggiati dall'esercizio dell'attività rumorosa di cui si tratta.

Ciò posto e passando all'esame della più specifica disciplina in materia, va ricordato l'intervento di modifica operato dal legislatore mediante l'articolo 9 della legge 13 maggio 1983 n. 213 sull'originario contenuto **dell'articolo 771 del Codice della navigazione** (comma primo, lettera e)) con la conseguente introduzione, tra i documenti di bordo obbligatori per tutti i velivoli (alianti esclusi), del certificato acustico da rilasciarsi secondo le modalità descritte dal **D.M. 3 dicembre 1983**.

Nell'articolo 18 del D.p.r. 4 luglio 1985 n. 461, con il quale viene data attuazione ai principi generali fissati dalla convenzione di Chicago del 1944 in tema di aviazione civile internazionale, viene inoltre presa in esame la necessità di "*fornire all'ambiente naturale ed umano una adeguata protezione dalle emissioni sonore degli aeromobili*" prevedendo l'emanazione, da parte del Ministro dei Trasporti, di un decreto concernente le disposizioni tecniche necessarie per il raggiungimento dello scopo.

¹⁰ Si veda, a tale proposito, l'articolo 1, comma primo lettera g) del D.P.C.M. 10 agosto 1988 n. 377 "*Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, recante istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale*" (Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale Serie Gen. n. 204 del 31 agosto 1988)

Il rumore aeroportuale viene preso in considerazione anche con riferimento alle c.d. tasse ambientali¹¹.

Infatti, l'articolo 10 della **legge 26 giugno 1990 n. 165** prevede, in aggiunta ai diritti di approdo e partenza dovuti per gli aeromobili, un'imposta erariale commisurata alla rumorosità degli apparecchi il cui importo viene destinato in parte al disinquinamento acustico ed ad altre attività di difesa dell'ambiente. La Legge 27 dicembre 1997, n. 449 avente ad oggetto "Misure per la stabilizzazione delle finanze pubbliche" stabilisce, inoltre, l'istituzione di un'imposta erariale regionale sulle emissioni sonore in aggiunta ai diritti di approdo e di partenza degli aeromobili, prevedendo, nel secondo comma, l'emanazione di un regolamento concernente le modalità per l'accertamento, la riscossione ed il versamento dell'imposta medesima, nonché la misura dell'aliquota, commisurata alla rumorosità degli aeromobili, secondo le norme internazionali di certificazione acustica. L'importo totale dei versamenti dell'imposta risultante in sede consuntiva, è assegnato, secondo quanto stabilito dal terzo comma, nell'anno successivo allo stato di previsione degli assessorati regionali per essere destinato, con modalità stabilite dagli stessi assessorati, a sovvenzioni ed indennizzi alle amministrazioni ed ai soggetti residenti nelle zone limitrofe agli aeroporti.

Proseguendo nell'esame della complessa normativa, si rinviene il **D.M. 19 dicembre 1994** "*Disposizioni sulla limitazione delle emissioni sonore dei velivoli subsonici a reazione in conformità del programma di azione della CEE in materia ambientale*"¹² in base al quale non è più consentito l'impiego nel territorio dello Stato dei velivoli subsonici a reazione che non soddisfino requisiti almeno pari a quelli previsti dalle norme dell'allegato 16, volume 1, parte II, capitolo 3 della convenzione sull'aviazione civile internazionale, seconda edizione (1988) contenuta di cui all'allegato A del medesimo decreto.

La disposizione, contemplata dall'articolo 1. comma primo, si applica anche ai velivoli dei quali, dopo l'entrata in vigore del decreto ministeriale, venga ceduto il godimento in base a qualunque forma di contratto di locazione o di locazione finanziaria, nonché ai velivoli noleggiati, e di cui successivamente non si provveda all'immatricolazione nel registro aeronautico nazionale, o nei registri di iscrizione in un altro Stato membro dell'Unione europea (articolo 1, comma secondo).

¹¹ Sul punto, in generale, si veda M. MEDUGNO introduzione alla voce "*Tasse Ambientali*" in "*Codice dell'Ambiente*", Piacenza 2000 pag. 2283 e ss.

¹² Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale Serie Gen. n. 4 del 5 gennaio 1995.

I successivi articoli 3, 4, 5 e 6 prevedono tuttavia la possibilità di derogare alle disposizioni in esame con riferimento a particolari tipologie di aeromobili espressamente indicate.

Sempre in attuazione di disposizioni comunitarie, veniva successivamente emanato il **D.M. 28 marzo 1995** "*Attuazione della direttiva CEE 92/14 in tema di limitazione delle emissioni sonore dei velivoli subsonici a reazione*"¹³ con il quale vengono introdotte prescrizioni di maggior rigore per l'impiego della tipologia di aeromobili presa in esame. Anche il decreto in esame prevede comunque delle deroghe per casi particolari espressamente menzionati.

Il D.M. 28 marzo 1995 ha subito successive modifiche mediante l'emanazione del **D.M. 29 ottobre 1999**¹⁴ attraverso il quale è stato, tra l'altro, introdotto l'articolo 01 contenente le definizioni di "*vettore aereo*", "*licenza di esercizio*", "*vettore aereo comunitario*" e "*flotta complessiva di velivoli subsonici civili a reazione*" allo scopo di fornire una migliore definizione dei concetti contenuti nel Decreto del 1995.

Veniva poi emanata la Legge quadro 447\95 di cui si è detto in precedenza, nella quale le attività aeroportuali vengono ovviamente prese in considerazione, stante la nota incidenza di tale attività nel complesso delle attività rumorose.

Viene in primo luogo precisato, nell'articolo 2, comma quinto, lettera d) che tra i provvedimenti per la limitazione delle emissioni sonore di natura amministrativa, tecnica, costruttiva e gestionale rientrano anche quelli relativi alla pianificazione e gestione del traffico aeroportuale.

Tra le disposizioni in materia di ripartizione delle competenze, l'articolo 3 attribuisce allo Stato le procedure di verifica periodica dei valori limite di emissione relativa agli aeromobili (comma primo, lettera b)) e, soprattutto, la determinazione, con decreto del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro dei trasporti e della navigazione, dei criteri di misurazione del rumore emesso dagli aeromobili e della relativa disciplina per il contenimento dell'inquinamento acustico con particolare riguardo :

a) ai criteri generali e specifici per la definizione di procedure di abbattimento del rumore valevoli per tutti gli aeroporti e all'adozione di misure di controllo e di

¹³ Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale Serie Gen. n. 130 del 6 giugno 1995.

¹⁴ Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 264 del 10 novembre 1999.

riduzione dell'inquinamento acustico prodotto da aeromobili civili nella fase di decollo e di atterraggio;

b) ai criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico;

c) alla individuazione delle zone di rispetto per le aree e le attività aeroportuali e ai criteri per regolare l'attività urbanistica nelle zone di rispetto. Ai fini della presente disposizione per attività aeroportuali si intendono sia le fasi di decollo o di atterraggio, sia quelle di manutenzione, revisione e prove motori degli aeromobili;

d) ai criteri per la progettazione e la gestione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti (comma primo, lettera m)).

Il terzo comma prevede la successiva armonizzazione dei provvedimenti emanati ai sensi del comma precedente (tra i quali rientra quello relativo al rumore aeroportuale) con le direttive europee recepite dallo Stato e la sottoposizione degli stessi ad aggiornamento e verifica in funzione di nuovi elementi conoscitivi o di nuove situazioni.

A tale disposizione, come si vedrà in seguito, è stata data concreta attuazione attraverso l'emanazione di diversi provvedimenti.

Proseguendo nell'esame delle disposizioni contenute nella legge-quadro, va ricordato che l'articolo 8, il quale fornisce disposizioni sull'impatto acustico stabilisce, nel primo comma, che i soggetti sottoposti a valutazione di impatto ambientale ai sensi dell'art. 6 della L. 8 luglio 1986, n. 349, (ferme restando le prescrizioni di cui ai D.P.C.M. 377\88 e 27\12\1988 dei quali si è detto in precedenza) devono essere redatti in conformità alle esigenze di tutela dall'inquinamento acustico delle popolazioni interessate. A tale scopo, nell'ambito della procedura predetta ovvero su richiesta dei comuni interessati è prevista la predisposizione di una documentazione di impatto acustico relativa alla realizzazione, alla modifica o al potenziamento di determinate opere tra le quali la lettera a) del secondo comma contempla gli aeroporti, le aviosuperfici e gli eliporti.

Una ulteriore tutela dei soggetti interessati dall'esecuzione di tali opere è inoltre assicurata dalla lettera e) del terzo comma della disposizione in esame con la quale viene fatto obbligo di produrre una valutazione previsionale del clima acustico delle aree interessate alla realizzazione di specifiche tipologie di

insediamenti tra le quali rientrano anche i nuovi insediamenti residenziali da realizzarsi in prossimità delle opere medesime.

Il rumore prodotto dal traffico aereo e dalle nuove localizzazioni aeroportuali viene infine preso in considerazione con riferimento ai regolamenti di esecuzione previsti dall'articolo 11 della legge quadro.

In seguito il **D.M. 31 ottobre 1997** avente ad oggetto "*Metodologia di misura del rumore aeroportuale*"¹⁵ ha preso in esame le esigenze di contenimento dell'inquinamento acustico negli aeroporti civili e negli aeroporti militari aperti al traffico civile, limitatamente al traffico civile, disciplinando:

- i criteri di misura del rumore emesso dagli aeromobili nelle attività aeroportuali come definite all'art. 3, comma 1, lettera m), punto 3), della legge 26 ottobre 1995, n. 447 di cui si è detto in precedenza;
- le procedure per l'adozione di misure di riduzione del rumore aeroportuale, per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico e per la definizione delle caratteristiche dei sistemi di monitoraggio;
- i criteri di individuazione delle zone di rispetto per le aree e le attività aeroportuali nonché quelli che regolano l'attività urbanistica nelle zone di rispetto.

Esso fornisce alcune definizioni (articolo 2) e prevede, al fine di provvedere agli adempimenti previsti dalla legge quadro nell'articolo 3, l'istituzione di due commissioni la cui attività è disciplinata dagli articoli 4, 5 e 6.

L'articolo 7, infine, prevede l'adeguamento dell'attività di pianificazione territoriale nelle zone circostanti l'aeroporto rientranti nell'abito dell'"intorno aeroportuale" la cui definizione è fornita dall'articolo 2, punto 7.

Dava pure attuazione alla legge quadro il successivo **D.p.r. 11 dicembre 1997, n. 496** "*Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili*"¹⁶ (successivamente modificato dal D.p.r. 9 novembre 1999 n. 476) con il quale venivano fissate le modalità per il contenimento e l'abbattimento del rumore prodotto dagli aeromobili civili nelle attività aeroportuali negli aeroporti civili mentre, per quanto riguarda gli aeroporti

¹⁵ Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale Serie Gen. n. 267 del 15 novembre 1997

¹⁶ Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale Serie Gen. n. 20 del 26 gennaio 1998

militari aperti al traffico civile, l'applicazione del decreto è limitata al traffico civile.

Il D.p.r. prende in esame la violazione delle procedure antirumore (articolo 2), le attività di abbattimento e contenimento del rumore (articolo 3), la verifica dei limiti di emissione degli aeromobili (articolo 4) e le limitazioni del traffico aereo notturno con relative deroghe (articolo 5).

I criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti ed i criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico sono invece fissati dal **D.M. 20 maggio 1999**¹⁷ che pure da' attuazione alla legge – quadro con riferimento a quanto in essa disposto nell'art. 3, comma 1, lettera m), punti 2 e 4.

Completano infine il panorama normativo in esame il **D.M. 3 dicembre 1999** "*Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti*"¹⁸, con il quale vengono fornite disposizioni per la limitazione degli effetti del rumore provocato dagli aeromobili ed individuati i confini delle aree di rispetto ed il D.M. 29 novembre 2000 "*Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore*"¹⁹ che riguarda anche gli aeroporti.

3. GLI STRUMENTI SANZIONATORI

Ultimata dunque la sommaria illustrazione della disciplina di settore resta da prendere in considerazione l'aspetto relativo agli strumenti sanzionatori.

Come quasi sempre avviene per le disposizioni di tutela ambientale, una disciplina articolata e complessa come quella presa in esame non corrisponde ad un adeguato sistema sanzionatorio.

L'osservazione riguarda non solo l'attività aeroportuale e di volo, ma anche l'intera disciplina dell'inquinamento acustico.

Il legislatore ha fatto ricorso alle sole sanzioni amministrative la cui inidoneità è ormai accertata. Come si è avuto modo di osservare anche in altre occasioni,

¹⁷ Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale Serie Gen. n. 225 del 24 settembre 1999

¹⁸ Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale Serie Gen. n. 289 del 10 dicembre 1999

¹⁹ Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 285 del 6 dicembre 2000

l'applicazione di tali sanzioni spesso si segnala per la sua sporadicità e per la mancanza di effetti concreti, conseguenza della cronica inefficienza degli uffici preposti ai controlli e del numero estremamente contenuto dei controlli medesimi effettuati, nella maggior parte, non per iniziativa diretta dei soggetti preposti ma dietro impulso di privati o associazioni.

Non minore rilievo assume, inoltre, la struttura gerarchica e l'organizzazione degli organi preposti al controllo e la facilità con la quale gli stessi possono essere soggetti a condizionamenti determinati da esigenze politiche o economiche.

Nondimeno, il ricorso all'azione penale offre maggiori garanzie per il solo fatto dell'obbligatorietà della stessa ma risente comunque della scarsità dei controlli e delle modalità di esecuzione degli stessi di cui si è appena detto.

Date tali premesse, va preso ora in esame il disposto dell'articolo 10 della legge - quadro 447\95 il quale, come si è in precedenza accennato, disciplina le sanzioni applicabili in caso di violazione delle disposizioni della legge medesima.

Il primo comma, in particolare, punisce con una pena pecuniaria da 2 a 20 milioni di lire l'inosservanza dei provvedimenti contingibili ed urgenti adottate dai soggetti competenti in base al disposto dell'articolo 9.

La disposizione fa salva l'applicazione dell'articolo 650 C.P. che sanziona penalmente l'inosservanza di provvedimenti dell'autorità emanati per ragione di giustizia, sicurezza pubblica, ordine pubblico o igiene.

Il secondo ed il terzo comma dell'articolo 10 sanzionano, rispettivamente, il superamento dei valori limite di emissione o di immissione (art. 2, comma 1, lettere e) e f), fissati in conformità al disposto dell'art. 3, comma 1, lett. a)) conseguente all'esercizio o nell'impiego di una sorgente fissa o mobile di emissioni sonore e la violazione dei regolamenti di esecuzione di cui all'art. 11 nonché delle disposizioni dettate in applicazione della legge-quadro dallo Stato, dalle regioni, dalle province e dai comuni.

L'ultimo comma della disposizione in esame prevede che, in deroga a quanto previsto dai precedenti commi, le società e gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture (ivi comprese le autostrade) nel caso di superamento dei valori di cui al comma 2, hanno l'obbligo di predisporre e presentare al comune piani di contenimento ed abbattimento del rumore, secondo le direttive emanate dal Ministro dell'ambiente. Essi devono indicare tempi di adeguamento, modalità e costi e sono obbligati ad impegnare, in via ordinaria, una quota fissa non inferiore al 7 per cento dei fondi di bilancio

previsti per le attività di manutenzione e di potenziamento delle infrastrutture stesse per l'adozione di interventi di contenimento ed abbattimento del rumore.

La disposizione, per quanto concerne l'attività aeroportuale, va letta in relazione all'articolo 3 del D.p.r. 11 dicembre 1997 n. 476 cui si è fatto cenno in precedenza.

Sempre con riferimento all'attività in esame, assume rilievo per gli aspetti sanzionatori nel citato D.p.r. anche il disposto dell'articolo 2, avente ad oggetto la violazione delle procedure antirumore, per lo specifico richiamo alla sanzione amministrativa prevista dall'articolo 10, comma terzo della legge quadro in caso di violazione dei regolamenti di esecuzione.

Va poi ricordato che l'articolo 10 della legge - quadro ha determinato, come si è detto in precedenza, non pochi problemi interpretativi inerenti l'individuazione dell'effettivo ambito di applicazione rispetto all'articolo 659 C.P.

L'argomento è stato oggetto di ripetute attenzioni da parte della dottrina e della giurisprudenza che non sembrano essere giunte a conclusioni univoche anche se, rispetto ai primi interventi effettuati subito dopo l'entrata in vigore della legge 447/95, sembra siano stati individuati alcuni punti fermi permanendo alcune incertezze²⁰.

Con specifico riferimento agli strumenti di tutela mancano infine precedenti giurisprudenziali noti in materia di inquinamento da rumore aeroportuale, il che induce ad una riflessione circa l'efficacia della normativa esaminata e l'attenzione ad essa dedicata dai soggetti competenti al controllo ed alla repressione dei comportamenti illeciti.

Resta da ricordare, per concludere, la possibilità di esercitare azioni anche in campo civilistico mediante il ricorso all'articolo 844 C.C., ormai ammesso dalla giurisprudenza.

²⁰ Per un esame più approfondito v. L. RAMACCI “ *Manuale di diritto penale dell'ambiente*”, Padova 2001, Parte II Cap. VII e L. RAMACCI – O. VILLONI “ *Reati ambientali ed indagini di Polizia giudiziaria*”, Rimini 1999 pag. 221 e ss.

BIBLIOGRAFIA

G. DE FALCO *“La tutela normativa dall’inquinamento acustico. I reati di cui all’art. 659 ed i nuovi illeciti amministrativi”* in Cass. Pen. 1998 pagg. 92 e ss.

C.M. GRILLO, nota introduttiva alla sezione *“Rumore”* del *“Codice dell’Ambiente”* Piacenza, 2000 pag.2093 e ss.

M. GABRIOTTI *“La tutela del “bene ambiente” dall’inquinamento acustico”* in Ambiente – Consulenza e pratica per l’impresa n. 6\1996 pagg. 452 e ss.

A. BARCHI e D. BERTONI in Ambiente consulenza e pratica per l’impresa n. 6\1998 pagg. 485 e ss.

F. FONDERICO *“ Legge Quadro sull’inquinamento acustico: molto rumore per nulla”* in Ambiente consulenza e pratica per l’impresa n.2\1996 pag. 89 e ss

M. MEDUGNO introduzione alla voce *“Tasse Ambientali”* in *“Codice dell’Ambiente”*, Piacenza 2000 pag. 2283 e ss.

L. RAMACCI *“ Manuale di diritto penale dell’ambiente”*, Padova 2001, Parte II Cap. VII

L. RAMACCI – O. VILLONI *“Reati ambientali ed indagini di Polizia giudiziaria”*, Rimini 1999 pag. 221 e ss.

ANALISI DELLA SALUTE DEGLI ANIMALI DOMESTICI

Coordinatore del progetto: Dott. Franco Turri
(Distretto Veterinario di Gallarate-A.S.L. Prov. Varese)

Operatori coinvolti:

- Dirigenti Veterinari del Distretto Veterinario di Gallarate, A.S.L. della Prov. di Varese: Dott.ssa Bielli Stefania, Dott. Casorè Paolo, Dott.ssa Cozzi Daniela, Dott. Farioli Marco, Dott. Galli Umberto, Dott. Ghiringhelli Valter, Dott. Grisostolo Alessandro, Dott. Oggioni Eraldo.
- Dott.ssa Faccin Chiara, Medico Veterinario Libero Professionista (Borsista)
- **Istituto Zooprofilattico della Lombardia e dell'Emilia Romagna.**
- Ex P.M.I.P. di Varese (U.O. Chimica), attuale A.R.P.A. Dipartimento di Varese, Laboratorio Chimico Ambientale
- Laboratorio di Analisi Ambientali di Angera
- Studio di Diagnostica Veterinaria di Somma Lombardo
- Ordine dei Medici Veterinari della Provincia di Varese, nella figura di alcuni Medici Veterinari Liberi Professionisti

SOMMARIO

Scopo di questo progetto è stato l'eventuale rilievo di alcuni aspetti relativi alla compromissione della salute degli animali domestici e dei possibili riflessi sulle produzioni di origine animale, come conseguenza dell'impatto ambientale dell'aeroporto di Malpensa. A tale proposito abbiamo analizzato alcune alterazioni dello stato di salute della popolazione animale domestica che convive con l'Uomo nell'area interessata: alterazioni comportamentali, lesioni a carattere neoplastico e manifestazioni allergiche. Inoltre abbiamo preso in considerazione le possibili alterazioni qualitative legate alle diverse produzioni animali (latte, uova, carne, miele) con ricerche analitiche di contaminanti ambientali, o loro residui, presenti in tessuti e organi bersaglio, potenzialmente nocivi alla salute umana

INTRODUZIONE

Il progetto di studio denominato "Analisi della salute degli animali domestici" si propone di individuare quali siano gli effetti diretti della presenza dell'aeroporto di Malpensa sulla popolazione animale domestica e gli eventuali riflessi sulle produzioni di origine animale. In particolare, gli aspetti che abbiamo esaminato si riferiscono ad eventuali alterazioni comportamentali, lesioni a carattere neoplastico e manifestazioni allergiche negli animali d'affezione (cani, gatti, cavalli); mentre negli animali da reddito abbiamo preso in considerazione, oltre ad analoghi aspetti clinici, le possibili modificazioni qualitative o quantitative legate alle diverse produzioni (latte, uova, carne, miele) e l'analisi di tessuti e organi bersaglio (grasso).

L'area territoriale interessata dal progetto di ricerca si estende interamente nel Distretto Veterinario di Gallarate, dove ha sede l'aeroporto di Malpensa, e comprende i seguenti comuni: Lonate Pozzolo, Ferno, Samarate, Cardano al Campo, Gallarate, Casorate Sempione, Cassano Magnago, Cavaria con Premezzo, Jerago con Orago, Oggiona S. Stefano, Albizzate, Besnate, Arsago Seprio, Somma Lombardo, Golasecca e Vizzola Ticino.

Gli animali considerati nello studio appartengono a differenti specie (cani, gatti, bovini, equini, suini), razze, età e sesso, allevati tutti nella zona oggetto dell'indagine.

Il lavoro è stato eseguito nel periodo compreso tra la fine del mese di maggio 2000 ed il mese di ottobre dello stesso anno. La descrizione dei metodi seguiti ed i risultati raccolti sono stati suddivisi per capitoli; ogni trattazione è preceduta da una rassegna bibliografica relativa all'argomento descritto, mentre l'elenco completo della bibliografia consultata viene allegato alla fine del lavoro.

Per gli esami istopatologici dei reperti neoplastici ci siamo rivolti ai laboratori dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna nelle sue diverse Sedi; per le analisi dei prodotti di origine animale abbiamo contattato l'Unità Operativa Chimica del P.M.I.P. (Presidio Multizonale di Igiene e Prevenzione) di Varese, attuale A.R.P.A. Dipartimento di Varese, Laboratorio Chimico Ambientale, (miele e api) ed il Laboratorio di Analisi Ambientali di Angera (latte e uova).

RICERCA BIBLIOGRAFICA

La fase preliminare del progetto è stata caratterizzata dalla raccolta dei dati disponibili in bibliografia, riferiti ad analoghe ricerche e sperimentazioni: tuttavia è emersa da subito la sostanziale mancanza di dati e di adeguati modelli di

riferimento, utilizzabili direttamente o adattabili al progetto. Le pubblicazioni scientifiche di fatto tradotte e consultate sono state 107, ricavate da banche dati presenti su Internet. La nutrita rassegna bibliografica che comunque abbiamo ottenuto, oltre alle informazioni e alle indicazioni fornite da alcuni docenti della Facoltà di Medicina Veterinaria di Milano e da altri professionisti esperti nei vari settori, ci ha consentito di identificare alcune aree da approfondire e quindi di impostare l'intero progetto di studio.

21.

22.

23.INDAGINE SULL'INCIDENZA DI PATOLOGIE E DI ALTERAZIONI COMPORAMENTALI IN ALCUNE SPECIE DI ANIMALI DOMESTICI - QUESTIONARIO.

Il dato assunto come punto di partenza del progetto è stato il "come" e il "quanto" un insediamento aeroportuale possa condizionare lo stato di salute degli animali che popolano le aree limitrofe: il rumore degli aerei o del traffico stradale può risultare un'importante fonte di stress, così come l'inquinamento ambientale può influire sull'incidenza di alcune patologie, neoplastiche od allergiche, e sulla salubrità dei prodotti alimentari di origine animale.

Per effettuare uno studio dettagliato e approfondito che consideri le principali patologie veterinarie, nelle diverse specie animali domestiche, abbiamo iniziato un'indagine generale sulla frequenza delle malattie maggiormente riscontrate nell'area geografica di pertinenza del progetto. A tale proposito, abbiamo distribuito un questionario ai Medici Veterinari Liberi Professionisti della zona in cui abbiamo considerato significative le seguenti patologie: metaboliche, circolatorie, traumatiche, congenite, infiammatorie, neurologiche, neoplastiche, parassitarie, allergiche e comportamentali. Come sede delle lesioni abbiamo indicato i seguenti apparati: cutaneo, respiratorio, muscolo-scheletrico, cardio-circolatorio, ematopoietico, digerente, mammario, urinario, genitale e nervoso. Sono stati interessati dall'attività di monitoraggio i soggetti sottoposti a visita clinica dai medici veterinari contattati (22): cani, gatti e cavalli di diversa razza, età e sesso, che abitualmente vivono nell'area interessata dallo studio.

I risultati ottenuti indicano che le patologie più frequenti risultano essere i processi infiammatori, seguiti dalle malattie parassitarie, meno segnalate sono state le alterazioni comportamentali, le patologie neurologiche e quelle congenite

Per quanto riguarda i dati sulla frequenza e la tipologia delle alterazioni comportamentali, registrate tra le patologie oggetto dell'indagine, emerge che

un solo veterinario, ippiatra, ha riferito di non incontrarne mai durante la pratica clinica.

7 veterinari riscontrano neoplasie con frequenza maggiore del 10% rispetto al totale delle patologie e altrettanti fino al 5%; gli organi più colpiti sono la mammella (adenocarcinoma) e la cute, mentre viene segnalato solo un caso per gli apparati respiratorio, genitale ed ematopoietico.

I risultati ottenuti non possono essere considerati significativi, in quanto le risposte fornite sono state date basandosi su stime approssimate della frequenza delle patologie.

Tuttavia, possiamo considerare le informazioni acquisite come un punto di partenza per l'esecuzione di studi e ricerche più mirate ed approfondite, in cui andrebbero formulati diversi questionari, adattati ad ogni specie animale domestica considerata e con la possibilità di confronto con dati analoghi rilevati da veterinari che svolgono la loro attività professionale in aree non interessate da insediamenti aeroportuali.

LE ALTERAZIONI COMPORTAMENTALI – INDAGINE CONOSCITIVA.

Un aspetto molto importante da esaminare in uno studio riguardante i possibili effetti della presenza di un insediamento aeroportuale sugli animali domestici, è dato dalle alterazioni comportamentali conseguenti all'inquinamento acustico, derivante dal passaggio degli aerei e dall'aumento del traffico stradale nell'area interessata.

Nella fase preliminare, come già indicato, la nostra indagine è stata caratterizzata da un iniziale monitoraggio sulle patologie maggiormente riscontrate da Medici Veterinari Liberi Professionisti che operano nel territorio di interesse. Gli atteggiamenti considerati significativi e quindi valutati come patologici, sono stati: aggressività, ipercinesì, vocalizzi, crisi convulsive, minzione e defecazione non fisiologiche, depressione, disoressia, leccamento insistente.

Successivamente abbiamo ritenuto necessario preparare una nuova scheda, più specifica, da sottoporre, in forma di intervista, direttamente ai proprietari degli animali, residenti nei comuni interessati dal progetto. Le interviste effettuate presso gli ambulatori di 4 Medici Veterinari Liberi Professionisti, sono state 50 ed hanno riguardato 31 cani e 19 gatti, di razze diverse ed età comprese tra 2 mesi e 16 anni tutti viventi nei comuni oggetto della ricerca. Ai proprietari degli animali è stato chiesto di indicare le reazioni del loro cane o gatto a diverse fonti di rumori: passaggio di auto, pullman, camion o ruspa, temporale, passaggio di aerei, fuochi d'artificio e scoppi di petardo (festeggiamenti dell'ultimo dell'anno), porta che sbatte. Abbiamo individuato i diversi possibili comportamenti, conseguenti alle stimolazioni prodotte dai vari tipi di rumore considerati: tachicardia, tachipnea, tremore, ansimare, ptialismo, vomito, diarrea, tentativi di nascondersi, aggressività. In particolare, per il cane, abbiamo preso in considerazione anche: il guaire (piangere) e l'abbaiare, lo

sbadigliare, il rifiutarsi di camminare ed il rincorrersi la coda, mentre per il gatto sono stati considerati anche il miagolare, il leccarsi vigorosamente il mantello e l'entrare rapidamente in casa.

Dai dati ottenuti si può osservare che buona parte dei soggetti presenta reazioni al rumore provocato da temporali o da fuochi d'artificio, mentre si hanno reazioni meno significative al passaggio di auto, pullman, camion o ruspe e al chiudersi violentemente di una porta. In misura ancora minore sono state registrate reazioni al passaggio di aerei. Bisogna considerare, comunque, la scarsa attenzione posta dal proprietario nel valutare il comportamento del proprio animale in questa situazione; infatti, in un solo caso è stato riferito aumento della frequenza cardiaca e respiratoria, tremore, aumento della produzione di saliva, tentativi di nascondersi e rifiutarsi di camminare; inoltre in 6 casi abbiamo avuto fino a tre reazioni segnalate al passaggio di aerei. Dall'analisi dei questionari si è rilevato che in 37 soggetti il comportamento torna alla normalità alcuni minuti dopo la cessazione dello stimolo, mentre nessun animale manifesta ancora alterazioni comportamentali dopo un'ora. Inoltre, in quasi tutti gli animali le reazioni si manifestano ogni volta che si presenta la causa scatenante, quindi anche più volte al giorno. I dati sono stati raccolti in 5 giornate e il numero delle interviste eseguite (50) è stato notevolmente influenzato dal differente afflusso della clientela nei 4 ambulatori coinvolti e limitato, a sua volta, dalle condizioni meteorologiche avverse (vedi le alluvioni verificatesi a metà ottobre 2000). Inoltre, solo 2 ambulatori sono ubicati in zone direttamente interessate dal passaggio degli aerei; alcuni degli intervistati vivono in abitazioni poste lontano da zone altamente trafficate; alcuni soggetti non sono mai stati portati all'aperto o non hanno mai assistito ai festeggiamenti dell'ultimo dell'anno essendo nati dopo il 1 gennaio 2000, mentre in un caso si trattava di un soggetto sordo e cieco; in alcuni casi non è stata data nessuna risposta.

Queste informazioni non possono, per quanto sin qui esposto, costituire materiale esauriente e definitivo; possono, invece, essere indicative per la possibilità di ulteriori e più approfonditi studi. In soggetti che presentano peculiari atteggiamenti, evidenziati da appropriate osservazioni comportamentali, si potrà stabilire un'eventuale relazione causa/effetto di tali reazioni.

24. TOSSICITA' DEGLI INQUINANTI AMBIENTALI E RISCONTRO DI NEOPLASIE NEGLI ANIMALI DOMESTICI

Il movimento degli aerei e l'inevitabile incremento del traffico stradale dovuto alla presenza di un aeroporto, comportano un aumento dell'inquinamento ambientale, con possibili conseguenze sulla salute dell'uomo e degli animali. In questo contesto, gli agenti inquinanti che svolgono un'azione di rilevante importanza, possono essere identificati nelle numerose emissioni di composti di sostanze organiche (es. gli idrocarburi) e di metalli pesanti (es. piombo). L'assorbimento, il destino metabolico e l'azione che queste sostanze svolgono nell'organismo vivente, meritano di essere studiati in relazione agli effetti che tali sostanze possono provocare alla salute umana ed animale; ad esempio, se si valutano gli studi di tossicità effettuati sugli idrocarburi, emerge quanto questi siano una delle cause principali dello sviluppo di forme neoplastiche negli organismi animali.

Vista la potenziale cancerogenicità delle diverse sostanze considerate, abbiamo ritenuto doveroso rivolgere la nostra attenzione alla classificazione e quantificazione delle neoplasie evidenziate negli animali domestici provenienti da comuni coinvolti nel progetto di ricerca.

Per poter avere il maggior numero di informazioni, ci siamo rivolti, anche in questo caso, a Medici Veterinari Liberi Professionisti operanti sul territorio interessato. I reperti, inviati da 6 ambulatori, sono stati 21, appartenenti a 14 cani e 7 gatti, di razza, sesso ed età diversi. I campioni, fissati in formalina al 10%, sono stati inviati alla Sezione Diagnostica dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna di Binago per l'esecuzione degli esami istologici.

Nello svolgimento di questa ricerca, è stato coinvolto anche lo Studio di Diagnostica Veterinaria di Somma Lombardo, che ha collaborato fornendoci i dati relativi all'analisi istologica delle neoplasie già inviate nel proprio laboratorio dai Medici Veterinari della zona interessata dallo studio. I reperti esaminati nell'anno 1999 e nei primi mesi del 2000, appartengono a 43 animali di varie specie: 23 cani, 7 gatti e 13 cavalli, di età e sesso diversi, ma tutti appartenenti a proprietari residenti nei comuni del Distretto Veterinario di Gallarate.

Abbiamo, inoltre, ricavato altri dati relativi all'incidenza delle neoplasie negli animali da reddito (bovini e suini) consultando la banca dati del Distretto Veterinario di Gallarate. Per quanto riguarda la frequenza delle neoplasie riscontrate alla visita ispettiva, escludendo le neoplasie cutanee, tutt'altro che rare, dobbiamo segnalare la presenza di un'unica forma tumorale, diagnosticata nel mese di novembre 1999 in un bovino, maschio, di 8 mesi, meticcio, inviato alla macellazione per problemi di accrescimento.

I dati che abbiamo ottenuto, relativamente alle patologie di natura neoplastica a carico degli animali d'affezione e da reddito, non possono essere considerati significativi per poter trarre alcuna conclusione riguardo l'incidenza di tumori

nell'area dell'insediamento aeroportuale di Malpensa, a causa della troppo esigua numerosità campionaria, a sua volta strettamente correlata sia al limitato intervallo temporale di intervento, sia alla difficoltà di reperimento del materiale patologico.

Tuttavia, dopo avere convenientemente censite le popolazioni, e confrontati gli esiti istologici con un gruppo di controllo definito, sarà possibile, a nostro avviso, una convincente interpretazione dei risultati attraverso una corretta analisi statistico/epidemiologica dei dati ottenuti.

ALIMENTI DI ORIGINE ANIMALE

Oltre agli effetti dei diversi fluidi e carburanti degli aerei riscontrati tramite le prove di tossicità diretta sull'uomo e sugli animali, descritti nel capitolo precedente, abbiamo preso in considerazione anche le possibili conseguenze legate alla dispersione nell'ambiente di sostanze chimiche, potenzialmente inquinanti. Inoltre, gli animali da reddito possono essere considerati un'importante veicolo di agenti contaminanti a causa dell'ingestione da parte dell'uomo di alimenti di origine animale.

Gli alimenti di origine animale considerati comprendono: le carni di specie diverse, il latte, le uova, il miele. Tutti questi prodotti potrebbero contenere residui di sostanze chimiche, farmaci o inquinanti ambientali, introdotti dagli animali con la dieta, con l'acqua di bevanda o persino per contatto diretto.

I contaminanti ricercati, per le eventuali conseguenze sugli animali stessi e quindi sull'uomo, sono stati alcuni metalli pesanti (cromo, rame, piombo e zinco) ed alcuni idrocarburi (benzene, etilbenzene, toluene, TMO-Xileni(orto-para-meta)).

Gli esami da noi richiesti sul latte e le uova sono stati eseguiti dal Laboratorio di Analisi Ambientali di Angera.

Una considerazione che scaturisce dalla lettura dei risultati è la sostanziale sovrapposibilità dei dati ottenuti a partire da alimenti prodotti nelle zone corrispondenti alle rotte di decollo, dove si supponeva una maggiore emissione di inquinanti, ed a quelle di atterraggio.

Per quanto riguarda gli esami eseguiti sul campione di carne bovina, prelevato in sede di macellazione da un bovino maschio di 15 mesi d'età, proveniente da un allevamento sito in Cardano al Campo, ed effettuati dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna, il dato che sicuramente appare più evidente, come indice di possibile inquinamento ambientale, è rappresentato dal valore della concentrazione (22.5 ng/g) di PCB

nel grasso, pari a circa il 25% del livello di cautela indicato dall'Istituto Superiore di Sanità nelle "Linee Guida per interventi analitici mirati al rilevamento di PCB, PCDD e PCDF in prodotti alimentari" 01/07/99.

API E MIELE

Nella nostra ricerca abbiamo considerato le api un importante mezzo di valutazione dell'inquinamento ambientale in relazione alla loro capacità di accumulare nel miele metaboliti di pesticidi e radionuclidi (animali "bioindicatori") e di metalli pesanti (animali "bioaccumulatori"), a partire dalla presenza di questi contaminanti in particelle disperse nell'aria, in polveri presenti su foglie o steli d'erba, nel nettare, nel polline e nell'acqua stessa. I campionamenti, che abbiamo eseguito nei mesi di luglio e agosto 2000, hanno permesso la raccolta di un totale di 40 campioni, divisi tra api (20) e miele (20). Inoltre, per determinare un riferimento analitico ambientale in assenza di possibili inquinanti legati alla presenza dell'insediamento aeroportuale, abbiamo eseguito un analogo prelievo di miele ed api, rispettivamente nella zona di Varese (Vellate), di Luino e di Agra.

Abbiamo inviato i campioni ai laboratori dell'Unità Operativa Chimica del P.M.I.P. (Presidio Multizonale di Igiene e Prevenzione) di Varese, attuale A.R.P.A.- Dipartimento di Varese, Laboratorio Chimico Ambientale. La ricerca dei contaminanti (ferro, manganese, cadmio, piombo e zinco) è stata eseguita su api mineralizzate (T=105° C per 24 h dopo trattamento con acido nitrico).

Ai risultati ottenuti dal P.M.I.P. devono ancora essere associati gli esiti degli esami effettuati dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna, cui abbiamo inviato 2 campioni di miele di acacia raccolti, rispettivamente, da arnie poste a Lonate Pozzolo e a Cardano al Campo, per la sola valutazione della concentrazione di piombo.

I risultati da noi ottenuti, dall'analisi di api e miele, ipotizzano un inquinamento della zona considerata posto a livelli apparentemente non pericolosi, anche se sono il frutto di un campionamento effettuato nei soli mesi di luglio e agosto e quindi, per ottenere dati forse più significativi, andrebbero eseguiti prelievi anche in altri periodi (inizio e fine stagione apistica), oltre che su un numero più ampio di postazioni.

I risultati che abbiamo ottenuto dalle analisi effettuate su prelievi di diverse matrici alimentari, latte, uova, carne, miele, devono essere, tuttavia valutati come un'indicazione da seguire per successive ricerche. Infatti, i pochi dati a nostra disposizione non possono essere assolutamente considerati sufficienti per trarre alcuna conclusione relativamente alla effettiva presenza e nocività di residui o metaboliti di contaminanti ambientali in alimenti di origine animale, dovuta alla vicinanza dell'insediamento aeroportuale.

L'argomento dell'indagine e le eventuali implicazioni per la salute umana ed animale che ne potrebbero scaturire, richiederebbero di essere approfonditi tramite ulteriori ricerche, convenientemente protratte nel tempo e comprendenti tutte le aziende, a diverso titolo, produttrici di alimenti di origine animale della zona interessata dall'aeroporto di Malpensa.

CONCLUSIONI

Gli argomenti trattati nelle nostre indagini, rispecchiano la definizione che l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha dato al termine "salute": "stato di completo benessere fisico, psichico, sociale ed ambientale". Infatti, ci siamo occupati di indagare le patologie più frequenti, le neoplasie, le alterazioni di tipo comportamentale in alcune specie di animali domestici, e eventuali variazioni nella quantità e nella composizione delle produzioni di origine animale destinate al consumo umano.

Il "monitoraggio" delle condizioni di salute degli animali domestici deve essere valorizzato soprattutto in considerazione degli stretti rapporti che vengono ad instaurarsi tra l'uomo e gli animali stessi. Questi ultimi, infatti, soprattutto per quanto riguarda i cosiddetti animali d'affezione, vivono principalmente a stretto contatto con l'uomo, condividendone l'ambiente generale di vita se non addirittura gli stessi spazi abitativi. Inoltre gli animali, compresi quelli da reddito, avendo, rispetto all'uomo, minori possibilità e probabilità di spostamento verso altre zone, nell'arco della propria vita, possono essere utilmente impiegati come oggetto di studi statistici e/o epidemiologici sulla popolazione residente.

I dati analitici che abbiamo sin qui ottenuto non evidenziano, tuttavia, sensibili alterazioni a livello ambientale, né sostanziali differenze tra i risultati relativi ad animali o ad aziende poste in corrispondenza delle diverse rotte di decollo o di atterraggio degli aerei. I dati raccolti non possono essere considerati, di per sé, significativi ai fini di trarre delle sicure indicazioni sugli effetti dell'impatto ambientale dell'aeroporto di Malpensa sugli animali domestici. I limiti ristretti di tempo e di mezzi a nostra disposizione, infatti, non hanno permesso una più capillare ed analitica raccolta di dati che appaiono, al momento, ancora alquanto incompleti e disaggregati tra loro.

Tra gli obiettivi che abbiamo individuato, emerge la necessità di ulteriori indagini su diversi argomenti, quali la "qualità" degli alimenti, soprattutto del miele, considerando le api anche sotto il punto di vista di "accumulatori biologici"; o le "alterazioni comportamentali", come indice di stress e fobie, o ancora il monitoraggio dell'incidenza delle neoplasie negli animali d'affezione, visto

l'accertato coinvolgimento di sostanze inquinanti e contaminanti nell'eziologia dei tumori.

MONITORAGGIO DEL RUMORE AEROPORTUALE A FERNO

Elena Bravetti - Stefano Strada - Mosè Visconti

A.R.P.A. Dipartimento di Varese – via Caretti 5 - 21100Varese

Sommario – L’esecuzione di un monitoraggio di rumore aeroportuale a Ferno, località posta lateralmente rispetto alle piste dell’Aeroporto di Malpensa, si è prefigurata inizialmente come un’attività finalizzata alla conoscenza dei livelli di rumore presenti in una particolare area, ma, nel corso dell’analisi dei dati, ha permesso di svolgere un’analisi critica inerente le possibilità di rilevamento automatico a lato pista.

1. INTRODUZIONE

Questo lavoro è stato effettuato in seguito ad una nota inviata nello scorso mese di gennaio dal Comune di Ferno, in cui si richiedeva una valutazione dei livelli di rumore dovuti alla presenza dell’aeroporto di Malpensa in via Santa Maria, a poca distanza dalla stazione di via Moncucco della rete provinciale di rilevamento. Per l’esecuzione della campagna di misure si era proposto di attendere che fosse completato, presso il Centro Provinciale, il programma di correlazione tra eventi sonori e tracciati radar, al fine di condurre un proficuo confronto con i dati registrati dalla stazione di via Moncucco. Pertanto le misure sono state condotte dall’8 al 17 agosto 2000, al termine del coinvolgimento nella campagna straordinaria di rilevamento promossa dal Ministero dell’Ambiente.

2. DESCRIZIONE DELLA RACCOLTA DATI

Questa attività è stata promossa con intento di studio e di analisi critica. Per questa ragione si è scelto un metodo di acquisizione ed elaborazione dei dati che, pur riprendendo gli aspetti tecnici dal Decreto 31 ottobre 1997 “Metodologia di misura del rumore aeroportuale”, non è in realtà esattamente configurabile né nelle prescrizioni dei “sistemi di misura assistiti”, né in quelle dei sistemi “non assistiti”. Si è infatti scelto di acquisire continuamente nell’arco delle 24 ore giornaliere la time history dei livelli di pressione sonora, rimandando alla successiva analisi in laboratorio sia la definizione delle soglie per l’estrazione degli eventi, sia l’analisi puntuale degli stessi, con l’attribuzione a movimenti di aeromobili.

Il materiale adoperato è stato pertanto il seguente:

- ⇒ parametri provenienti dal sistema di misura utilizzato (fonometro/analizzatore Larson & Davis mod. 2800, con microfono Larson & Davis mod. 2541 e preamplificatore per esterni Larson & Davis mod. 2100K)
- ⇒ dati relativi ai movimenti aerei che, in atterraggio e decollo, hanno interessato le due piste;

- ⇒ elenco dei valori di L_{VAj} forniti dalla Rete Provinciale per la stazione di via Moncucco;
- ⇒ elenco degli eventi rilevati dalla stazione di via Moncucco;
- ⇒ elenco delle associazioni tra eventi rilevati e movimenti aerei secondo i dati forniti dalla Rete Provinciale per la stazione di via Moncucco.

3. PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

L'analisi in laboratorio dei dati sperimentali ottenuti si è articolata in una serie di fasi successive:

- ⇒ esame preliminare delle time history ed individuazione di una possibile soglia per una prima estrazione automatica degli eventi;
- ⇒ comparazione di ogni singolo evento con l'elenco dei movimenti aerei per determinare la più probabile associazione tra evento e movimento;
- ⇒ valutazione dei valori del parametro SEL per gli eventi considerati;
- ⇒ calcolo dei valori dell'indice L_{VAj} per ogni giornata di misura.

I risultati così ottenuti sono i seguenti:

Data	N° eventi	L_{VAj} (dB(A))
08/8/00	183	64.5
09/8/00	120	61.7
10/8/00	128	60.0
11/8/00	100	58.8
12/8/00	196	62.8
13/8/00	194	63.1
14/8/00	166	60.6
15/8/00	107	60.4
16/8/00	129	57.7
17/8/00	131	59.7

4. ANALISI CRITICA DEI RISULTATI: LA DETERMINAZIONE DEL SEL

Come noto il parametro SEL è definito come:

$$10 \log \left[\frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} (p_A^2(t) / p_0^2) dt \right] \text{ dB(A)}$$

dove $t_0 = 1 \text{ s}$, (t_2-t_1) è un intervallo di tempo pari alla durata dell'evento, $p_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora con ponderazione A e p_0 è la pressione sonora di riferimento ($20 \mu\text{Pa}$).

Qual è la “durata dell'evento”? In linea di principio si può pensare ad una triplice possibilità di definizione:

1. per un operatore che esegua misure in campo t_1 può essere l'istante in cui comincia ad udire qualcosa che potrebbe indicare l'inizio di un evento e, analogamente, t_2 può essere l'istante in cui tale evento cessa di essere percepibile;
2. per un operatore che programmi strumentazione funzionante in automatico, in grado di registrare gli eventi che superano una soglia predeterminata, la durata si identifica come l'intervallo temporale durante il quale i livelli di pressione restano al di sopra della soglia prefissata;
3. infine, la durata può coincidere con l'intervallo temporale durante il quale i livelli di pressione restano al di sopra del valore $L_{AFmax} - 10 \text{ dB(A)}$.

Tenendo conto della dipendenza logaritmica dei livelli istantanei di pressione sonora dal quadrato della pressione sonora stessa, ci si aspetta che i valori di SEL, calcolati nei tre modi diversi, siano poco differenti. Questo in genere è vero, tranne alcuni casi in cui variazioni del rumore di fondo, o eventi che mal si stagliano sul fondo, possono contribuire ad una valutazione differente in modo consistente a seconda del metodo. Si pensi ad esempio ad un evento seguito da un innalzamento del fondo tale da “prolungarlo” artificialmente, oppure a valori di L_{AFmax} esigui, che a fatica superano di 10 dB(A) il fondo, con la conseguenza che la durata viene anche qui protratta troppo a lungo per arrivare ad ottenere il valore di $L_{AFmax} - 10 \text{ dB(A)}$. Tutte queste valutazioni difficilmente possono essere eseguite da un sistema funzionante in modo automatico e quindi, al di là delle piccole discrepanze tra valori di SEL calcolati con metodi differenti, è opportuno, in un'indagine accurata, esaminare bene anche le durate.

Per avere una stima delle differenze tra valori dell'indice L_{VAj} calcolato sulla base dei SEL ottenuti con i metodi n° 2 e 3 dell'elenco precedente, si è provveduto a ricalcolare i valori del parametro, previo controllo della congruità delle durate utilizzate nel metodo n° 3.

Data	L_{VAj} (dB(A))	L_{VAj} (dB(A))
------	----------------------	----------------------

	metodo 2	metodo 3
08/8/00	64.5	64.1
09/8/00	61.7	61.4
10/8/00	60.0	59.6
11/8/00	58.8	58.8
12/8/00	62.8	62.6
13/8/00	63.1	63.0
14/8/00	60.6	60.4
15/8/00	60.4	60.2
16/8/00	57.7	57.5
17/8/00	59.7	59.3

Come si può osservare, le differenze in questo caso sono effettivamente esigue, inferiori a 0.5 dB(A). Naturalmente questo non vuol dire che siano sempre di quest'entità le differenze tra i SEL valutati con metodi diversi: infatti la dipendenza tra SEL e il valore di L_{VAj} non è lineare.

5. ANALISI CRITICA DEI RISULTATI: LA DIPENDENZA DALLA COMPLETEZZA DELLE CORRELAZIONI

Per determinare i valori dell'indice L_{VAj} , presentati nel punto precedente, sono stati considerati gli eventi correlabili a movimenti aerei di cui si aveva informazione (grazie alla Rete Provinciale). In realtà sono stati individuati anche alcuni eventi, ritenuti di origine aeronautica per forma e caratteristica, per i quali però non si è trovato corrispondente nel database provinciale. Sono stati anche evidenziati alcuni eventi, presumibilmente dovuti a movimenti a terra, per cui risulta impossibile l'associazione. Del resto il Decreto 31 ottobre 1997 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale", nel punto 3 dell'allegato A, prescrive di considerare "tutte le operazioni a terra", oltre ovviamente a quelle di "sorvolo".

Poiché nel corso della campagna di misura trimestrale promossa nel periodo aprile-luglio 2000 dal Ministero dell'Ambiente ci si è accorti che ci può essere qualche dato relativo al traffico aereo mancante o incompleto, si è comunque ritenuto utile valutare nuovamente i valori dell'indice L_{VAj} aggiungendo questi eventi (il numero varia a seconda delle giornate ed è in genere compreso tra 8 e 20).

Si sono pertanto ottenuti i seguenti risultati:

Data	L_{VAj} (dB(A)) metodo 2	L_{VAj} (dB(A)) metodo 3
08/8/00	65.2	64.8
09/8/00	62.0	61.7
10/8/00	60.3	60.0
11/8/00	59.5	59.5
12/8/00	63.5	63.2
13/8/00	64.0	63.8
14/8/00	61.2	60.9
15/8/00	61.0	60.8
16/8/00	58.2	57.9
17/8/00	60.0	59.7

Tutto il lavoro fin qui descritto evidenzia che, al di là delle differenze legate ai limiti delle analisi, il valore medio dell'indice L_{VAj}, nelle 10 giornate di misura, ricade nella fascia 60-65 dB(A).

6. ANALISI CRITICA DEI RISULTATI: IL CONFRONTO CON I DATI DELLA RETE PROVINCIALE

Durante le 10 giornate di misura, la Rete Provinciale di monitoraggio ha fornito, per la stazione di via Moncucco, i seguenti valori:

Data	N° eventi	L_{VAj} (dB(A)) non correlati	N° eventi	L_{VAj} (dB(A)) correlati
08/8/00	436	66.1	107	56.5
09/8/00	314	63.1	115	57.9
10/8/00	403	62.7	175	58.3

11/8/00	349	61.9	164	57.9
12/8/00	419	65.1	183	59.8
13/8/00	463	66.0	229	58.4
14/8/00	435	63.9	200	58.1
15/8/00	295	62.6	132	57.3
16/8/00	341	61.4	150	56.4
17/8/00	331	61.4	188	56.9

Sono stati riportati in tabella sia i valori dell'indice L_{VAj} calcolati sulla base di tutti gli eventi automaticamente selezionati dal sistema di misura "a soglia" (L_{VAj} non correlati), sia quelli ottenuti automaticamente dal programma di elaborazione dopo l'associazione tra eventi e tracciati radar (L_{VAj} correlati). È subito evidente la forte differenza tra le due serie di valori: passando dagli L_{VAj} non correlati agli L_{VAj} correlati i valori diminuiscono considerevolmente (da 4 a 9.6 dB(A)). Inoltre il valor medio che si può ottenere nell'una o nell'altra colonna dà informazioni completamente diverse: si passa da una fascia 60-65 dB(A) a valori nettamente minori di 60 dB(A).

Le due stazioni sono situate a circa 120 metri l'una dall'altra; la stazione di via Santa Maria è più vicina all'asse della pista 35R, mentre quella di via Moncucco è arretrata di circa 70 metri. Anche se ci si trova in una zona in cui le variazioni di L_{VAj} sono piuttosto rapide qualora ci si muova perpendicolarmente all'asse pista, non ci si aspetterebbe una differenza così elevata tra i valori misurati nell'una e nell'altra stazione. Inoltre, considerando le osservazioni fatte in via Santa Maria, non ci si aspetterebbe neppure una differenza così elevata tra i valori degli indici L_{VAj} correlati e non correlati. A titolo di esempio si consideri la tabella seguente, in cui sono posti a confronto i valori degli indici L_{VAj} correlati e non correlati per via Santa Maria:

Data	L_{VAj} (dB(A)) correlati	L_{VAj} (dB(A)) non correlati
08/8/00	65.2	65.2
09/8/00	62.0	62.2
10/8/00	60.3	60.6
11/8/00	59.5	60.0
12/8/00	63.5	63.5
13/8/00	64.0	64.1
14/8/00	61.2	61.3
15/8/00	61.0	61.1
16/8/00	58.2	58.6
17/8/00	60.0	60.2

Analizzando il database provinciale, ci si è accorti che una possibile concausa di queste divergenze sta nella mancata associazione di alcuni eventi all'aereo che li ha causati. Per evidenziare ciò abbiamo selezionato alcune fasce orarie poco trafficate ed alcuni eventi, rilevati in via Santa Maria, di elevato contenuto energetico, verificando che, pur essendo stati rilevati dalla stazione di via Moncucco, non erano alla fine rientrati nel set di dati "correlati" e quindi utili per il calcolo dell'indice L_{VAj} . L'allegato 1 mostra un esempio di questa situazione.

L'altro problema riscontrato, che si evidenzia anche nell'allegato 1 stesso, è costituito dagli eventi di lunga durata (nell'all. 1 si trovano 590, 1254 e 194 secondi, ma nell'intero database si arriva anche a 1917 secondi). La presenza di questi eventi costituisce un duplice problema: da un lato rischia di rendere non riconoscibili eventi effettivi (che risultano "mascherati" all'interno del lungo periodo), d'altro canto può dar luogo ad associazioni fortemente improbabili. Si pensi a tal proposito ai seguenti due esempi:

1. il giorno 8/8 la stazione di via Moncucco ha registrato un evento della durata di 980 secondi, con L_{max} di 87.2 dB(A) che è stato attribuito ad un ARJ in decollo da 35L; in quell'intervallo di tempo sono decollati da 35R tre MD80, di cui non vi è traccia nelle associazioni;

2. analogamente nella stessa giornata un evento di 265 secondi (L_{max} di 84.5 dB(A)) è stato associato ad un AT7 in decollo da 35L, mentre non vi è traccia di un MD80 decollato in quell'intervallo di tempo da 35R.

Purtroppo non ci è possibile disporre di time history dettagliate su tutto l'arco della giornata per la stazione di via Montecucco, quindi non possiamo spingere oltre l'analisi.

Riteniamo però che quanto discusso sia sufficiente per sottolineare le difficoltà di un rilevamento automatico a lato pista: i valori dell'indice non correlati rischiano di sovrastimare l'effettivo contributo aeroportuale, mentre i valori dell'indice correlati possono sottostimarli, anche in maniera considerevole.

7. ANALISI CRITICA DEI RISULTATI: INDIVIDUAZIONE DELLA TIPOLOGIA DI EVENTI

I valori dell'indice L_{VAj} visti nei paragrafi precedenti danno un'indicazione complessiva della situazione, senza discriminare l'eventuale diversa incidenza dell'utilizzo delle piste e/o del tipo di aeromobile.

Per approfondire brevemente questo discorso, abbiamo iniziato a calcolare la percentuale di riconoscimento dei decolli ed atterraggi avvenuti sulle due piste, sull'intero periodo di misura:

- ⇒ per i decolli da 35R si è avuto un riconoscimento del 68% circa;
- ⇒ per i decolli da 35L si è avuto un riconoscimento del 18% circa;
- ⇒ per gli atterraggi da 35R si è avuto un riconoscimento del 12% circa;
- ⇒ per gli atterraggi da 35L si è avuto un riconoscimento del 3.5% circa.

Come si vede, dunque, il maggior contributo, in termini di numero di eventi, proviene dall'uso della pista 35R per i decolli. La percentuale del 68%, che a priori potrebbe sembrare bassa, in realtà non lo è se si considera la diversità di tipologia di aeromobili. In effetti se si guarda ad alcuni tipi di aeromobili, scelti tra quelli più numerosi o tra i wide body (A320/321; 747-74F; 767; M1M; MD80), si trova che nel periodo considerato sono stati riconosciuti rispettivamente il 95%, 96%, 89%, 100% e 94%.

Successivamente sono stati considerati gli eventi con SEL compresi tra 90 e 100 dB(A). In atterraggio ciò capita solo episodicamente. Nel caso dei decolli da 35R, invece, ciò accade nel 28% circa dei casi (215 aerei su 760). Di questi, 155 sono MD80, 19 M1M, 13 747-74F, 4 D10, 4 737, 2 A320/321, 1 757 e 1 767 (per i restanti 16 non è disponibile il modello, che potrebbe anche coincidere con qualcuno dei precedenti). Se si considerano i decolli da 35L, la percentuale cala drasticamente: sono stati osservati 12 aerei su 405 (pari al 3%), di cui 8 MD80, 1 M1M e 1 747.

Questa analisi, piuttosto sommaria e sbrigativa, permette quindi di sottolineare l'incidenza dei decolli da 35R sul valore dell'indice L_{VAj} .

8. CONCLUSIONI

I risultati ottenuti in questo lavoro hanno permesso di evidenziare come possa essere problematico ricorrere ad analisi automatiche dei fenomeni in presenza di dati incompleti, che possono determinare conclusioni fuorvianti.

Si rimarca inoltre come, accanto all'elevata mole di dati che solo una gestione automatica può sostenere, possano essere talvolta utili integrazioni mirate, volte ad approfondire aspetti specifici dei problemi da affrontare.

Allegato 1

Via Moncucco

Via Santa Maria

Data/ora	Durata in secondi	SEL dB(A)	Ora	Durata in secondi	SEL dB(A)	Volo	Tipo velivolo	Operazione	pista
08/08/2000 0.08.33	35,8	91,9	0:07:41	25.0	93.4	LDI43	NA	Decollo	35R
08/08/2000 1.14.21	118,9	95,4	1:14:26	39.0	94.3	AZA748	M1M	Decollo	35R
08/08/2000 2.33.24	56,2	97,5	2:32:22	53.5	97.1	EEZ1878	MD80	Decollo	35R
08/08/2000 21.38.26	158,3	98,0	21:38:59	43.5	97.9	AZA878	M80	Decollo	35R
09/08/2000 22.37.10	75,0	97,3	22:37:17	49.5	100.6	AZA878	M80	Decollo	35R
10/08/2000 22.50.18	54,4	85,3	22:50:25	28.5	85.1	KAL504	74F	Decollo	35L
10/08/2000 23.05.50	70,1	88,4	23:05:58	35.5	87.2	AZA9214	74F	Decollo	35L
11/08/2000 3.44.09	37,8	89,0	3:44:12	30.5	86.6	TOW8909	B742	Decollo	35R
11/08/2000 22.50.28	42,8	91,5	22:50:31	32.0	90.3	AZA1773	M80	Decollo	35R
12/08/2000 23.51.50	44,9	95,9	23:51:46	34.5	96.3	AZA1773	80S	Decollo	35R
13/08/2000 1.10.49	590,1	93,1	1:12:26	34	89.2	ELY388	737	Decollo	35R
13/08/2000 3.06.25	69,2	93,9	3:06:18	44	94.5	EEZ1394	MD80	Decollo	35R
14/08/2000 6.39.41	59,9	89,6	6:39:37	48	88.7	EEZ1838	M80	Decollo	35L
15/08/2000 0.31.51	65,5	88,6	0:32:02	45	86	JKK6162	M80	Decollo	35L
15/08/2000 4.00.22	53,3	85,4	4:00:25	32.5	85.6	BPA9551	NA	Decollo	35R
15/08/2000 23.33.26	1254,1	94,3	23:45:27	43	90	VRG0731	M11	Decollo	35R
16/08/2000 21.01.40	193,8	97,5	21:01:50	48.5	95.3	AZA144	M80	Decollo	35R