

INDICE

INTRODUZIONE.....	1
CAPITOLO 1 - RUMORE DA TRAFFICO VEICOLARE	
1.1 Metodologia.....	5
1.2 Situazione attuale.....	8
1.3 Trend nel tempo.....	10
CAPITOLO 2 - RUMORE DA TRAFFICO FERROVIARIO	
2.1 Metodologia.....	15
2.2 Situazione attuale.....	16
2.3 Evoluzione del fenomeno.....	18
CAPITOLO 3 - RUMORE DA TRAFFICO AEROPORTUALE	
3.1 Metodologia.....	21
3.2 Campagne di misura.....	22
3.2.1 Risultati delle misure.....	26
3.3 Il modello acustico dell'aeroporto.....	28
3.3.1 Scenario 2002.....	29
3.4 Evoluzione della rumorosità aeroportuale.....	32
3.5 Verifica dell'efficacia della procedura di decollo antirumore.....	37
CONCLUSIONI.....	41
BIBLIOGRAFIA.....	45
APPENDICE A - LIVELLI SONORI A BORDO STRADA CALCOLATI CON IL MODELLO ACUSTICO.....	47
APPENDICE B – MAPPE DEI LIVELLI SONORI MASSIMI IN FACCIA DOVUTI ALL'INFRASTRUTTURA FERROVIARIA.....	95
APPENDICE C - TARATURA E VERIFICHE DI ACCURATEZZA DEL MODELLO AEROPORTUALE.....	49
APPENDICE D – LO SCENARIO 2000.....	52





CAPITOLO 3

RUMORE DA TRAFFICO AEROPORTUALE

3.1 Metodologia

Il presente capitolo ha lo scopo di illustrare i livelli di rumorosità dovuti alla presenza dell'infrastruttura aeroportuale nel corso del biennio 2001 - 2002.

Al fine di determinare i livelli di valutazione del rumore aeroportuale (L_{VA}), secondo le metodologie previste dalla normativa¹, sono state condotte delle campagne di monitoraggio in punti di misura vicini agli abitati sulla verticale delle rotte seguite dagli aeromobili.

Con lo scopo di disegnare una mappa dei livelli sonori prodotti dall'attività dell'aeroporto nelle aree circostanti, è stato implementato il modello acustico dell'aeroporto con un apposito software di simulazione dei livelli sonori. Tale modello consente di valutare la quantità popolazione esposta ai differenti valori del livello di valutazione aeroportuale aeroportuale.

L'anno 2002 è stato caratterizzato dall'adozione formale della procedura antirumore². L'effetto dell'applicazione di tale procedura è stato valutato sia tramite una specifica campagna di misurazioni, con rilevamenti acustici e telemetrici, sia mediante specifiche elaborazioni del modello di simulazione acustica dell'aeroporto.

È stata inoltre analizzata l'evoluzione della rumorosità nelle aree circostanti l'aeroporto dal 1996 al 2003, sia sulla base delle campagne di misura portate a termine negli anni precedenti, che sulla base delle simulazioni modellistiche.

¹ DM 31 ottobre 1997, "Metodologia di misura del rumore aeroportuale"

² La procedura antirumore introdotta nel 2002 è stata resa pubblica con una comunicazione del 10.01.2002 prot. 057/24.25 a firma del "Presidente della Commissione per Procedure Antirumore dell'Aeroporto di Firenze" Dirigente di Aeroporto. Essa riguarda i soli decolli da pista 23 (in direzione Quaracchi) e prevede: *dopo il decollo continuare su rotta 228 fino alla quota 600 FT (circa 183 metri). Virare a destra per intercettare e seguire la radiale R-270 PRT VOR/DME. Alla distanza di sette miglia nautiche proseguire per rotta assegnata.* E' consigliato gradiente di salita MNM fino a raggiungere FL 110 (6.4%). Secondo quanto dichiarato dal rappresentante dell'ENAV presso l'aeroporto Vespucci, dott. Giorgio Giorgi, la procedura sarebbe diventata effettivamente operativa dal 21.3.2002



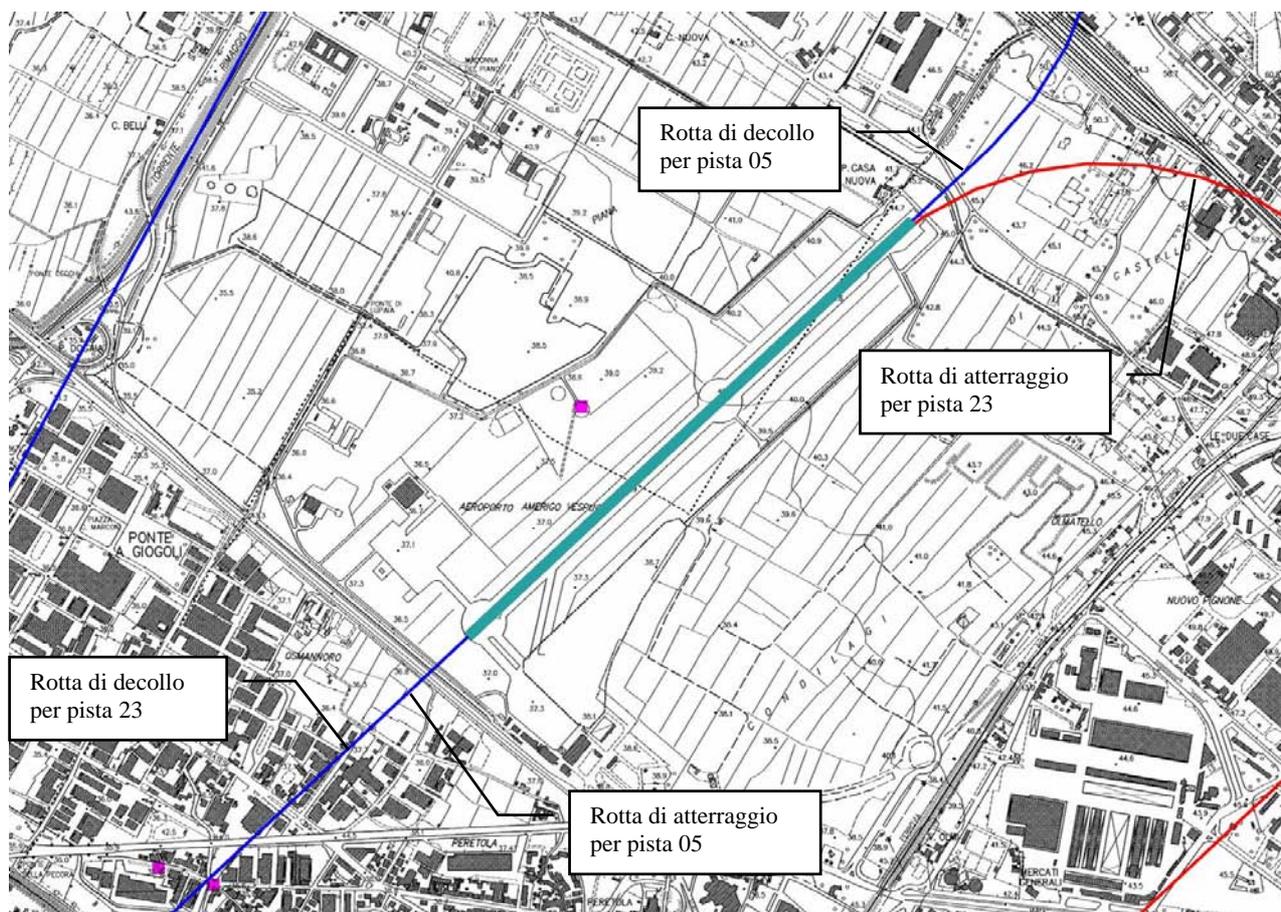


Figura 3.1. Rotte di salita e di avvicinamento degli aeromobili.

3.2 Campagne di misura

Questa Unità Operativa di Fisica Ambientale dell'ARPAT ha proseguito il monitoraggio sistematico dell'impatto acustico derivante dall'aeroporto "A.Vespucci" nel territorio del Comune di Firenze, avviato nel 1996, con 10 postazioni, nel corso del biennio 2001 - 2002 suddivise in 5 campagne, in 3 punti diversi di misura. In figura 3.1, vengono rappresentate le rotte di salita e di avvicinamento seguite dagli aeromobili prima dell'applicazione della procedura antirumore. La rotta di decollo per pista 23 prevista dalla procedura antirumore è rappresentata in figura 3.2.

I punti di misura utilizzati nel corso del biennio 2001-2002 sono:

- 1) Presso l'argine del Fosso Macinante nel tratto compreso fra il ponte della Pecora e via di Brozzi, sulla verticale della linea di volo, ad una distanza di 1350 m dalla testata della pista, a circa 1500 m dal punto in cui gli aerei toccano terra per atterraggi per pista 05R, ed a circa 2200 m dal punto in cui gli aerei si sollevano dalla pista per



decolli da pista 23L. Questo punto viene di seguito indicato convenzionalmente come M1.

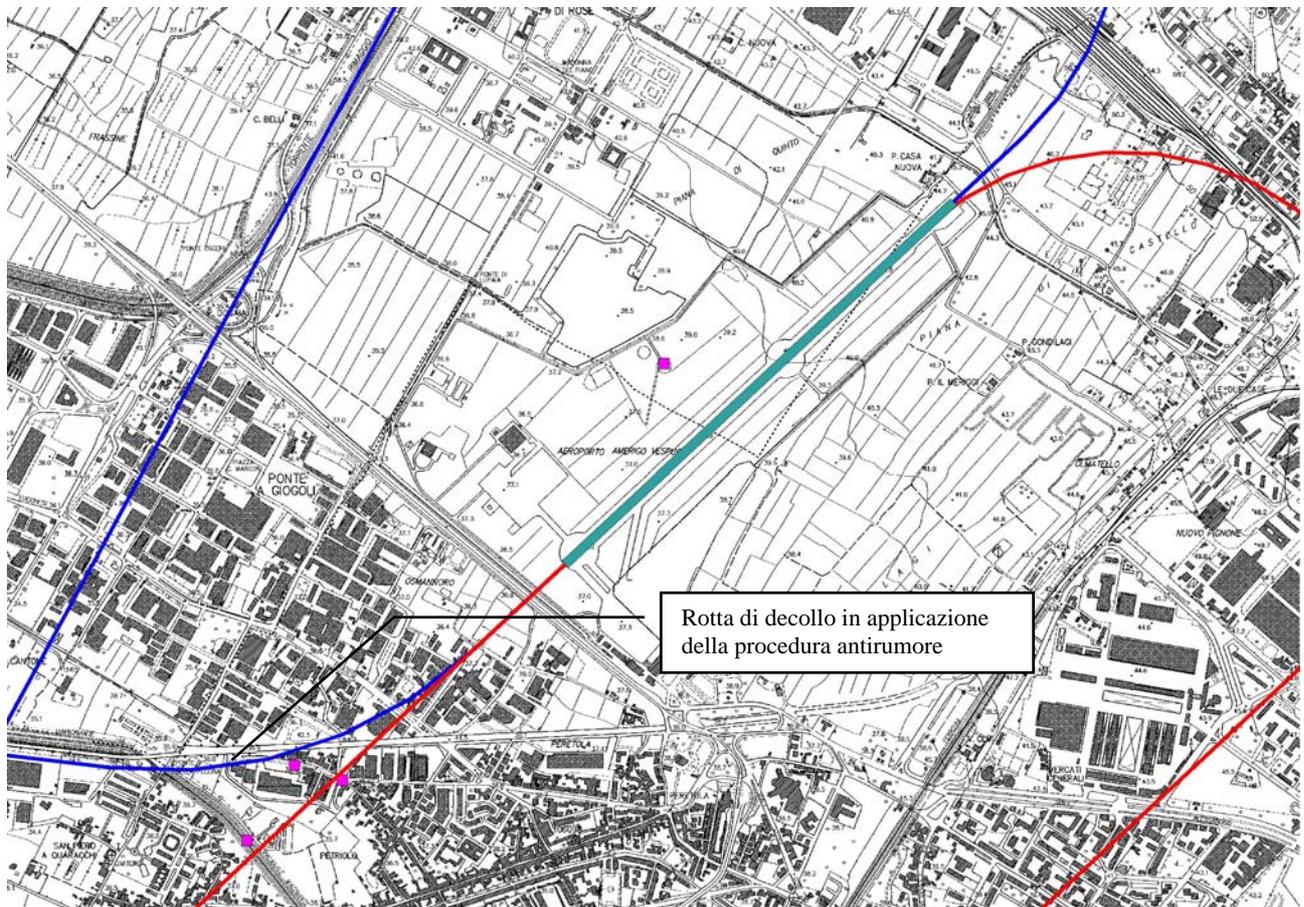


Figura 3.2. Rotta di decollo per pista 23 in applicazione della procedura antirumore.

- 2) Presso l'abitato di Quaracchi, in corrispondenza dell'incrocio fra via Domenico Michelacci e via Madonna del Terrazzo, in prossimità della verticale della linea di volo, ad una distanza di circa 1000 m dalla testata della pista, a circa 1150 m dal punto in cui gli aerei toccano terra per atterraggi per pista 05R, ed a circa 1850 m dal punto in cui gli aerei si sollevano dalla pista per decolli da pista 23L; questo punto viene di seguito indicato convenzionalmente come M3 e si trova in adiacenza ad un condominio residenziale.
- 3) Nelle vicinanze di M3, presso via della Treccia civico 20. Questo punto, denominato M5, si trova in un parcheggio sul quale si affacciano alcune aziende e da cui sono visibili le traiettorie di decollo e atterraggio in assenza di ostacoli. E' spostato rispetto alla verticale di atterraggio di circa 150 metri in direzione della virata prevista dalla



procedura. L'edificio residenziale più vicino ad M5 è il condominio di cui alla postazione M3.

I punti così individuati sono identificati dalle coordinate riportate in tabella 3.1 e sono riportati in figura 3.3, in cui la linea retta rappresenta la rotta di atterraggio per pista 05.

Nome del punto	Coordinate Gauss Boaga		Coordinate WGS84	
	Est	Nord	Longitudine	Latitudine
M1	1675814.2	4851703.6	11°11'06.3"	43°47'50.5"
M3	1676082.9	4851897.0	11°11'18.5"	43°47'56.5"
M5	1675935.7	4851957.2	11°11'12.0"	43°47'58.6"

Tabella 3.1. Coordinate dei punti di misura.

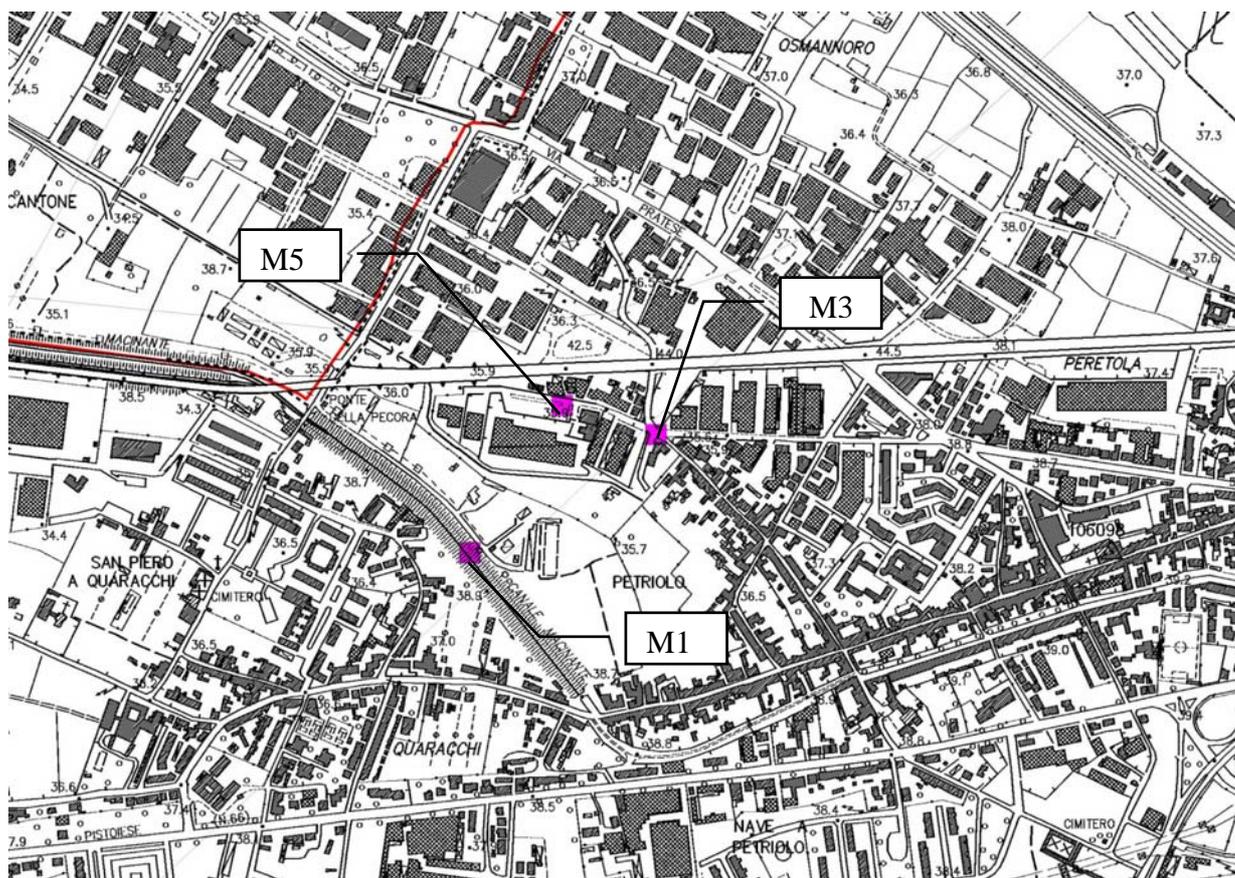


Figura 3.3. Localizzazione dei punti di misura.



Le misurazioni dell'anno 2001 sono state svolte in continuo nei seguenti intervalli di tempo:

- presso M1: dal 25 maggio al 1 giugno, dal 28 agosto al 4 settembre;
- presso M3: dal 24 agosto al 4 settembre.

Le misurazioni dell'anno 2002 sono state svolte in continuo nei seguenti intervalli di tempo:

- presso M1: dal 9 al 21 gennaio, dal 18 marzo al 2 aprile, dal 29 agosto al 9 settembre;
- presso M3: dal 9 al 18 gennaio, dal 19 marzo al 3 aprile, dal 29 agosto al 9 settembre;
- presso M5: dal 29 agosto a 9 settembre.

Per l'anno 2001 è disponibile il Lva calcolato sulla base di una singola campagna di misura, per i punti M1 ed M3.

Per l'anno 2002 è stato eseguito il calcolo dell'indice di rumorosità Lva in M1 e M3 su base annuale, secondo le formule contenute nel Decreto del Ministero dell'Ambiente 31.10.97 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale", selezionando le tre settimane consecutive peggiori, in termini di maggiore contributo energetico, per ciascuna postazione, scartando quindi gli altri giorni di misura.

In effetti, l'indicatore Lva può differire leggermente in funzione della scelta dei giorni su cui si esegue il calcolo. Si è osservato in particolare che scegliendo le tre settimane continue a maggior numero di movimenti in assoluto si ottiene un Lva di 61.2 dBA in M1, inferiore di 0.2 dBA rispetto al Lva calcolato nelle tre settimane continue a maggior contributo energetico. La spiegazione è da ricercarsi nel fatto che non necessariamente un maggior numero di movimenti corrisponde ad una maggiore frequenza dei movimenti più rumorosi in un determinato luogo. Questo accade perché possono esservi giorni nei quali una maggiore percentuale di movimenti è costituita da aerei di scarso peso acustico e perché può cambiare la percentuale di sorvoli in un determinato sito. Diversamente in M3 le tre settimane continue di misura a maggior contributo energetico coincidono esattamente con quelle a maggior numero di movimenti, pertanto il Lva calcolato non cambia.



Si è quindi ritenuto coerente agire selezionando le tre settimane continue a maggior contributo energetico in ciascun sito, ovvero assumendo un impatto acustico per ogni sito di misura che dipende dagli effettivi sorvoli.

In ogni caso, il risultato finale del calcolo dipende in prima istanza dai giorni di misura prescelti, e non è possibile sapere a priori quali saranno i 21 giorni peggiori dell'intero anno in corso. Pertanto i risultati finali avrebbero potuto essere leggermente differenti avendo a disposizione diversi giorni di misura.

3.2.1 Risultati delle misure

Le tabelle 3.2 e 3.3 seguenti riportano i risultati ottenuti, rispettivamente per il punto M1 e per il punto M3, discriminando i contributi di atterraggi e decolli e il Lva complessivo di ciascuna campagna di misura compresa nel calcolo.

L'indicatore Lva di 61.4 dBA è quello risultante per l'anno 2002 nella postazione M1.

Per l'anno 2002, i valori di Lva non evidenziano una tendenza al ribasso, come invece era nelle aspettative a seguito della adozione della procedura antirumore. Si riscontra piuttosto il tipico aumento stagionale di fine estate, già constatato negli anni precedenti.

PUNTO M1, FOSSO MACINANTE

Data	Lva atterraggi	Lva decolli	Lva complessivo
20 ago - 3 set 01	61.2	58.9	62.6
14 - 20 gen 02	57.9	58.5	61.2
19 - 25 mar 02	58.3	57.3	60.8
31 ago - 6 set 02	60.1	57.3	62.0
Lva annuale 02			61.4

Tabella 3.2. Aeroporto "A. Vespucci", calcolo Lva anno 2002.



PUNTO M3, VIA MADONNA DEL TERRAZZO

Data	Lva atterraggi	Lva decolli	Lva complessivo
29 ago - 3 set 01	63.7	60.9	65.5
11 - 17 gen 02	60.9	60.1	63.5
27 mar - 2 apr 02	60.7	58.9	62.9
30 ago - 5 set 02	63.6	60.2	65.2
Lva annuale 02			64.0

Tabella 3.3. Aeroporto "A. Vespucci", calcolo Lva biennio 2001-2002.

Il valore di Lva annuale risulta pari a 64,0 dBA, per l'anno 2002, riferibile al condominio di via Madonna del Terrazzo, che resta il sito potenzialmente più impattato dalla rumorosità aeroportuale.

Nel punto M5 è stato calcolato il Lva riferendosi alla campagna di misura effettuata dal 30 agosto al 8 settembre 2002, risultato pari a 61 dBA. Essendo un nuovo punto di rilevamento, non è possibile eseguire confronti con periodi precedenti, e non è possibile calcolare il valore dell'indicatore Lva annuale.

I dati di rumorosità misurati sono rappresentativi delle situazioni densamente abitate a più alta esposizione: M1 descrive bene la situazione delle abitazioni di Quaracchi sotto la linea di atterraggio, mentre M3 ed M5 sono indicativi della esposizione delle abitazioni di via Ferrarin, Michelacci e via della Treccia, nelle loro porzioni più vicine alla linea di sorvolo.

Tali valori non possono per il momento essere confrontati con i limiti della normativa vigente, che saranno effettivamente definiti solo quando sarà fissata la classificazione acustica dell'intorno aeroportuale da parte della apposita commissione, insediata presso l'aeroporto di Firenze³.

³ La commissione è prevista dall'articolo 5 del DM (Ambiente) 31/10/97. Si è insediata presso l'aeroporto di Firenze l'8 giugno 2000; è presieduta dal direttore della circoscrizione aeroportuale e ne fanno parte un rappresentante del Ministero dell'Ambiente, di ARPAT, di ENAV, della società di gestione aeroportuale, delle compagnie aeree, della Regione Toscana, della Provincia di Firenze, del Comune di Firenze, del Comune di Sesto Fiorentino. La commissione è incaricata di individuare le procedure antirumore per lo scalo di Peretola e di tracciare i contorni delle zone dove si applicheranno i limiti di 60 dBA, 65 dBA e 75 dBA per l'indicatore Lva.

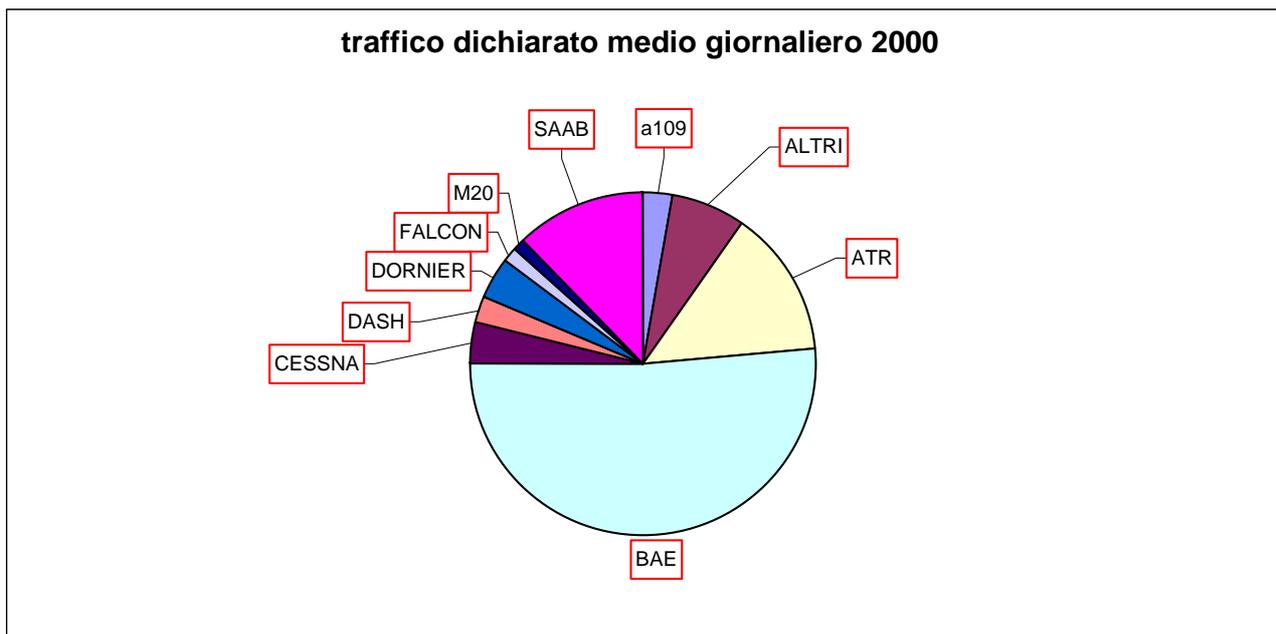


Ci si attende infine che l'effettiva messa in pratica della procedura antirumore da parte delle compagnie aeree possa determinare un incremento del Lva in M5 ed una diminuzione in M3 ed ancor più in M1.

3.2.2 Analisi delle caratteristiche acustiche del traffico aeroportuale

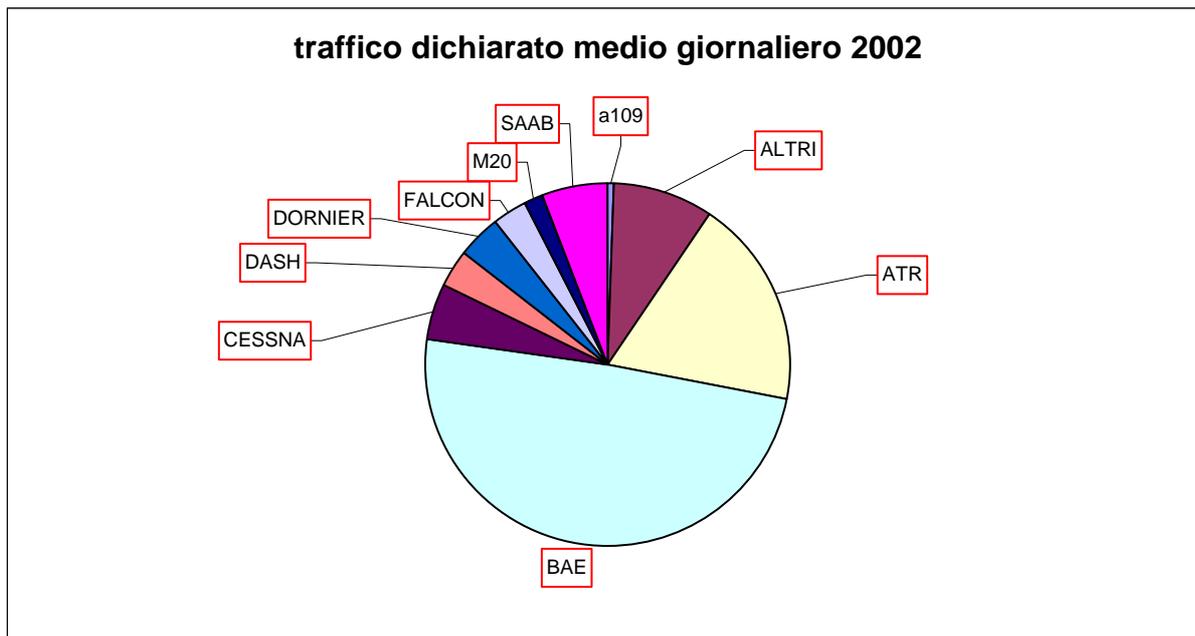
Dai rilievi effettuati e dalle successive elaborazioni statistiche si possono evidenziare alcune caratteristiche del traffico degli aeromobili e comprenderne le influenze sulla rumorosità complessiva.

Inizialmente è stato calcolato il traffico medio giornaliero distinguendo i tipi di velivolo in categorie, sulla base dei dati dichiarati dall'aeroporto, negli anni 2000 e 2002. Per ciascun anno sono state considerate le seguenti tre settimane: 14-20 gennaio, 19-25 marzo, 31 agosto-6 settembre. I risultati sono stati aggregati nei due grafici seguenti:



Tipo	a109	ALTRI	ATR	BAE	CESSNA	DASH	DORNIER	FALCON	M20	SAAB	totale
Unità	2.8	7.1	14.1	52.1	3.7	2.8	3.7	1.6	0.9	12.5	101.3
%	2.8	7.0	13.9	51.4	3.7	2.7	3.7	1.6	0.9	12.3	





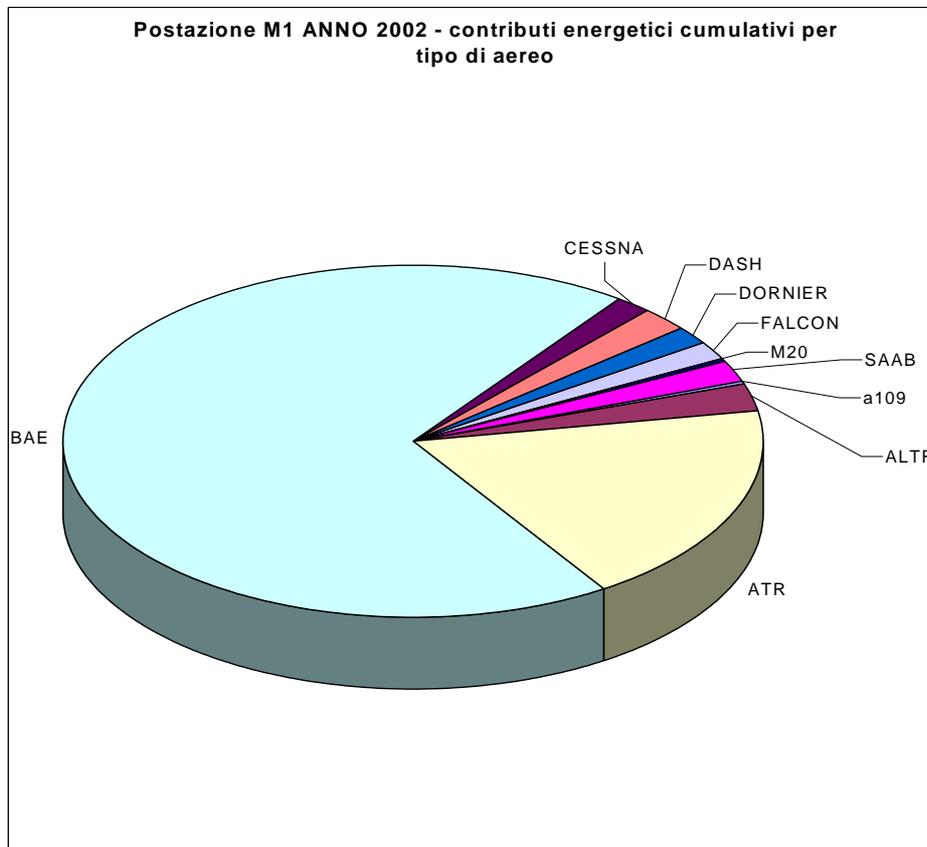
Tipo	a109	ALTRI	ATR	BAE	CESSNA	DASH	DORNIER	FALCON	M20	SAAB	totale
Unità	0.4	8.4	17.4	45.8	4.6	3.0	3.8	2.8	1.6	5.4	93.2
%	0.5	9.0	18.7	49.2	4.9	3.3	4.1	3.0	1.7	5.8	

Si può vedere che c'è stata una lieve diminuzione nel numero medio totale di voli quotidiani nel 2002, anche a causa di eventi internazionali. Ci si attende una inversione di tendenza per il 2003.

I tipi di velivolo in transito al "Vespucci" risultano sostanzialmente gli stessi dal 1998, anche le distribuzioni percentuali presentano pochi cambiamenti. Degna di nota è una diminuzione dei BAE di oltre il 5% rispetto al totale, avvenuta progressivamente sin dal 1998, mentre in termini assoluti il numero medio di tutti i movimenti quotidiani è passato da 69 nel 1998 ad oltre 93 nel 2002. Occorre precisare tuttavia che questi ultimi dati sono stati calcolati su settimane non coincidenti nei due anni e, come già detto, nel 2002 il traffico è stato influenzato da fattori occasionali.



Basandosi sulle misure effettuate nelle settimane citate sopra, sono stati poi calcolati i contributi energetici dei diversi tipi di velivolo per l'anno 2002, riferendosi alla postazione M1 (Fosso Macinante), riassunti nel grafico seguente:



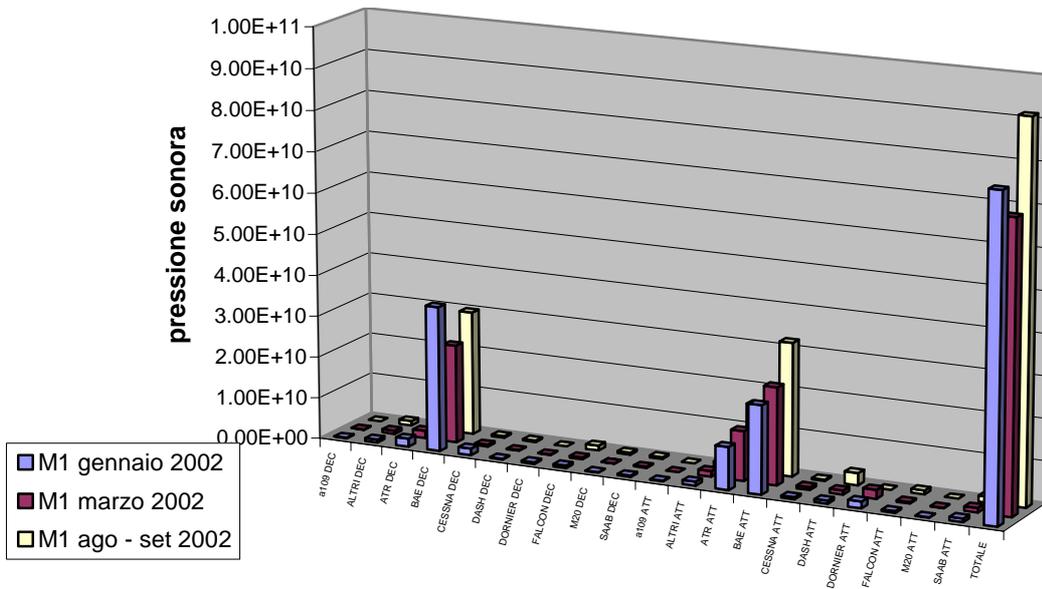
La categoria BAE, che comprende i velivoli quadrigetto della British Aerospace, costituisce il 49.2% del totale dei movimenti nel 2002 nelle tre settimane considerate e contribuisce per il 69.2% all'energia sonora rilevata in postazione M1, risultando così quella responsabile della maggior parte dell'impatto acustico. In termini percentuali tale contributo energetico è uguale a quello calcolato nell'anno 1998 per la stessa postazione.

In ordine di importanza segue la categoria ATR, che comprende velivoli biturboelica, che con il 18.7% dei movimenti contribuisce per il 18.7% in termini di energia sonora.

Il rimanente 12.1% dell'energia è ripartita fra le altre categorie che rappresentano il 32.1% del traffico.



I contributi energetici del 2002 in M1 sono stati poi disaggregati per decollo ed atterraggio e per ciascuna delle tre settimane di misura. Questo istogramma sintetizza i risultati:



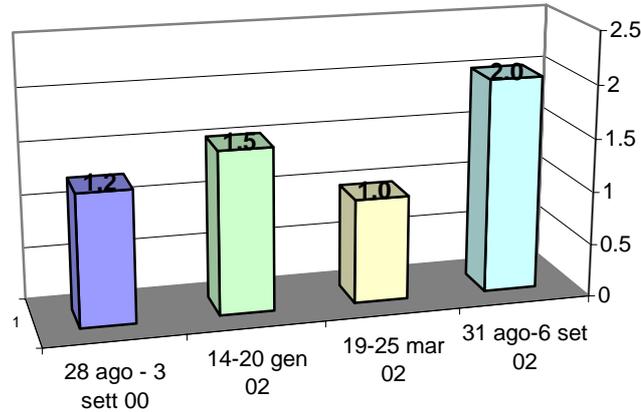
In questo modo è possibile constatare che i BAE presentano una rumorosità piuttosto simile sia in decollo che in atterraggio, mentre per gli ATR gli atterraggi sono nettamente più rumorosi dei decolli. Tutte le altre categorie, prese singolarmente, risultano poco significative.

Uno dei fattori determinanti del valore di Lva, oltre al numero totale dei sorvoli ed alle condizioni meteo, è il numero dei voli notturni, in quanto la normativa vigente penalizza gli eventi che avvengono fra le 23 e le 6.

E' stata quindi eseguita tale statistica nella settimana 28 agosto - 3 settembre per l'anno 2000 e nelle tre settimane menzionate sopra per l'anno 2002. Nell'istogramma che segue sono riportate le incidenze percentuali dei voli dopo le ore 23:

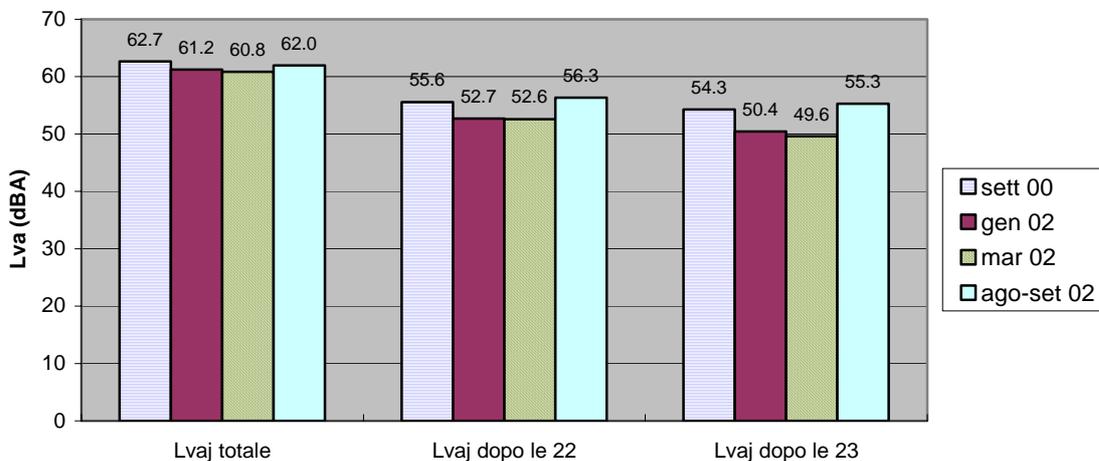


percentuali di sorvoli dopo le ore 23 - dati dichiarati da AdF



Come si vede la percentuale dei movimenti dopo le ore 23 presenta una lieve tendenza all'aumento dal settembre 2000 allo stesso periodo del 2002.

Successivamente è stato valutato il contributo dei movimenti notturni riconosciuti al Lva complessivo, prima calcolando il Lva giornaliero (Lvaj) medio totale nelle stesse settimane di cui sopra e poi scorporando da questo i movimenti successivi alle ore 22 ed alle ore 23. Questi i risultati, sempre riferiti alla postazione M1.



Appare evidente come una percentuale esigua di sorvoli avvenuti dopo le 23 dia luogo, per effetto delle penalizzazioni, a dei contributi apprezzabili in termini di Lva. La riduzione dei movimenti in questo intervallo di tempo può portare a dei miglioramenti in termini di indice di rumorosità complessivo.



3.3 Il modello acustico dell'aeroporto

Il modello acustico dell'aeroporto fiorentino A. Vespucci è stato realizzato tramite il software previsionale INM (Integrated Noise Model) nella sua versione 6.1. Il software INM è un prodotto della Federal Aviation Administration ed è specifico per la modellazione del rumore aeroportuale.

INM è stato progettato per stimare i livelli di rumore di lungo periodo. Il modello richiede in ingresso, oltre a tutte le informazioni relative alla topografia del luogo ed alle condizioni meteo, i dati dei movimenti aerei riferiti alle condizioni medie annue e fornisce in uscita il livello di valutazione aeroportuale in determinati punti e la mappa delle curve isofone⁴.

L'implementazione di un modello acustico per l'aeroporto permette di delineare le aree con differenti valori di rumorosità, delimitate dalle curve isofone, e di valutare gli effetti sul rumore di modifiche alle rotte seguite dagli aeromobili in salita ed in avvicinamento.

Sulla base dei dati forniti dal modello e dei dati relativi al numero di residenti⁵, sono state stimate per ogni scenario realizzato:

- l'estensione delle aree con valori dell'indice di valutazione del rumore aeroportuale superiore a 55 dB(A);
- la popolazione esposta ai differenti valori dell'indice;
- il numero di ricettori sensibili presenti all'interno delle curve isofone.

3.3.1 Scenario 2002

Nel corso dell'anno 2002 è stata introdotta la procedura antirumore di salita per gli aeromobili in decollo. Come già descritto ed illustrato in figura 3.2, tale procedura prevede che gli aerei in decollo in direzione di Quaracchi effettuino una virata a destra che, nelle intenzioni della commissione, doveva iniziare prima di incontrare la via Pratese. La procedura antirumore non si traduce in una traiettoria univoca, e può essere seguita con ampi margini di flessibilità da parte dei piloti, in funzione del tipo di velivolo e delle condizioni di volo. Così nel modello è stata inserita la traiettoria indicata in fig. 3.2 che è

⁴ Le curve isofone sono curve che uniscono i punti ad uguale valore del L_{VA} e sono tracciate, nel presente studio, a partire da 55 dB(A) ogni 5 dB(A).

⁵ Il numero di residenti è stato posizionato sul territorio associando al database dei numeri civici georeferenziati, fornito dalla Direzione ambiente del Comune, il database della popolazione residente per civico, reso disponibile dall'Anagrafe.



risultata, dalle nostre osservazioni, quella che meglio descrive il comportamento effettivo degli aeromobili che la applicano.

La procedura antirumore è stata scarsamente applicata nel corso dell'anno, in un nostro studio, abbiamo stimato una percentuale di aeromobili che sicuramente non la hanno applicata pari ad almeno il 60% dei decolli [3.1].

Le curve isofone sono state perciò tracciate assumendo che il 40% degli aerei in decollo su pista 23 effettui la virata prevista dalla procedura antirumore e che il restante 60% non la effettui.

Nella stima dell'indice di valutazione aeroportuale tramite il software INM, sono stati inseriti i movimenti medi effettuati dagli aeromobili durante le tre settimane a maggior numero di movimenti aerei acusticamente rilevanti. Gli aerei acusticamente rilevanti operanti sullo scalo fiorentino nel 2002, così come risultano dall'attività di monitoraggio, sono riportati nella tabella 3.4.

Nome ICAO	Costruttori e modelli
AT43	Atr Aerospatiale Aeritalia Alenia Ai(r) ATR 42-200/300/320
AT44	Atr Aerospatiale Alenia Ai(r) ATR 42-400
AT45	Atr Aerospatiale Alenia Ai(r) ATR 42-500
AT72	Atr Aerospatiale Aeritalia Alenia Ai(r) ATR 72
BA46	British Aerospace BAe-146, Avro RJ Avroliner, Ai(r) RJ Avroliner
C500 – C501	Cessna 500 Citation, Citation 1 - Cessna 501 Citation, Citation 1SP
C525 – C526	Cessna 525 CitationJet - Cessna 526 CitationJet
C550	Cessna 550, S550, 552 Citation 2/S2/Bravo
D328	Dornier 328 - Fairchild Dornier 328
DH8D	De Havilland Canada DHC-8-400 Dash 8
SB20	Saab 2000
SF34	Saab Fairchild SF 340 – Saab 340

Tabella 3.4. Aerei inseriti nel modello INM per lo scenario 2002.



I valori del livello di valutazione del rumore aeroportuale sono stati calcolati nei punti in cui vengono effettuate le misure di monitoraggio, al fine di permettere una verifica della rispondenza dei dati in uscita dal modello con i valori effettivamente misurati.

Per ogni punto è stato calcolato, inserendo il traffico aereo relativo al giorno medio delle tre settimane a maggior numero di movimenti, il valore dell'indice associato alla fase di atterraggio, alla fase di decollo ed al complesso delle due tipologie di movimento, tali valori sono indicati rispettivamente con Lva app, Lva dep e Lva tot. I valori calcolati sono stati confrontati con quelli misurati nelle postazioni⁶.

I risultati calcolati dal modello nelle postazioni di misura sono riportati in tabella 3.5.

Punto	Lva misurato			Calcolo INM Scenario 2002			Lva misurato – Lva calcolato		
	Lva app	Lva dep	Lva tot	Lva app	Lva dep	Lva tot	app	dep	tot
M1	58.9	57.7	61.4	59.2	57.3	61.4	-0.3	0.4	0
M3	61.9	59.8	64	61.2	58.9	63.2	0.7	0.9	0.8
M5	56.4	58.7	60.7	57.1	58.6	60.9	-0.7	0.1	-0.2

Tabella 3.5. Risultati delle misure e dei calcoli.

Con lo scopo di stimare la popolazione esposta ai differenti valori dell'indice di valutazione aeroportuale, sono state tracciate le curve isofone, che vengono riportate in figura 3.4⁷.

Per la stima della popolazione esposta si è calcolato il numero di residenti compresi all'interno di ciascuna curva isofona.

Da un esame della figura 3.4, si può osservare come l'area caratterizzata da valori dell'indice di valutazione aeroportuale superiori a 60 dBA interessi esclusivamente il territorio del Comune di Firenze, estendendosi, all'altezza dell'autostrada A11, per circa

⁶ I valori misurati, riportati in tabella non si riferiscono esattamente alle stesse condizioni di traffico utilizzate nel modello: in M5 è disponibile una sola settimana di misura mentre l'indice annuale è mediato su 3, tuttavia gli scarti attesi sono comunque piccoli

⁷ I dati standard proposti dal modello di simulazione sono stati leggermente adattati per ottenere un miglior accordo tra le previsioni e le misurazioni dei livelli sonori dei principali velivoli, effettuate nei punti M1, M3 ed M5. Tali aggiustamenti forniscono un buon accordo tra i valori predetti dal modello e quelli registrati in quella zona. Un dettaglio degli aggiustamenti e delle verifiche effettuate si trova



400 m in direzione ortogonale a quella di atterraggio, e restringendosi progressivamente, all'incrocio tra via Pratese e via della Cupola, dove ha una larghezza di circa 320 m, fino a chiudersi all'altezza dei campi da tennis di via dell'Osteria, sulla direzione della rotta di atterraggio. Si può osservare anche come la procedura di decollo antirumore influenzi la forma dell'isofona dei 55 dBA, allargandola nella direzione del nuovo viadotto ferroviario.

In tabella 3.6, sono riportati i risultati relativi alla popolazione esposta ai differenti valori dell'indice di valutazione aeroportuale ed alla superficie occupata dalle isofone.

Isofona	Popolazione esposta	Superficie occupata (Km²)
55 dB(A) < L _{va} < 60 dB(A)	4075	2.44
60 dB(A) < L _{va} < 65 dB(A)	681	0.76
65 dB(A) < L _{va} < 70 dB(A)	0	0.49

Tabella 3.6. Scenario 2002 media annuale. Popolazione esposta e superficie occupata dalle isofone.

3.4 Evoluzione della rumorosità aeroportuale

Indicazioni sull'evoluzione della rumorosità aeroportuale possono essere ricavate sia dall'analisi delle serie di misure svolte nell'area (vedi figure 3.5 e 3.6) sia dalla elaborazione di scenari del modello di simulazione con caratteristiche del traffico aereo tipiche dei diversi anni a confronto.

nell'allegato B. Tali aggiustamenti non garantiscono però la stessa precisione anche in zone relativamente più lontane dai punti di misura.



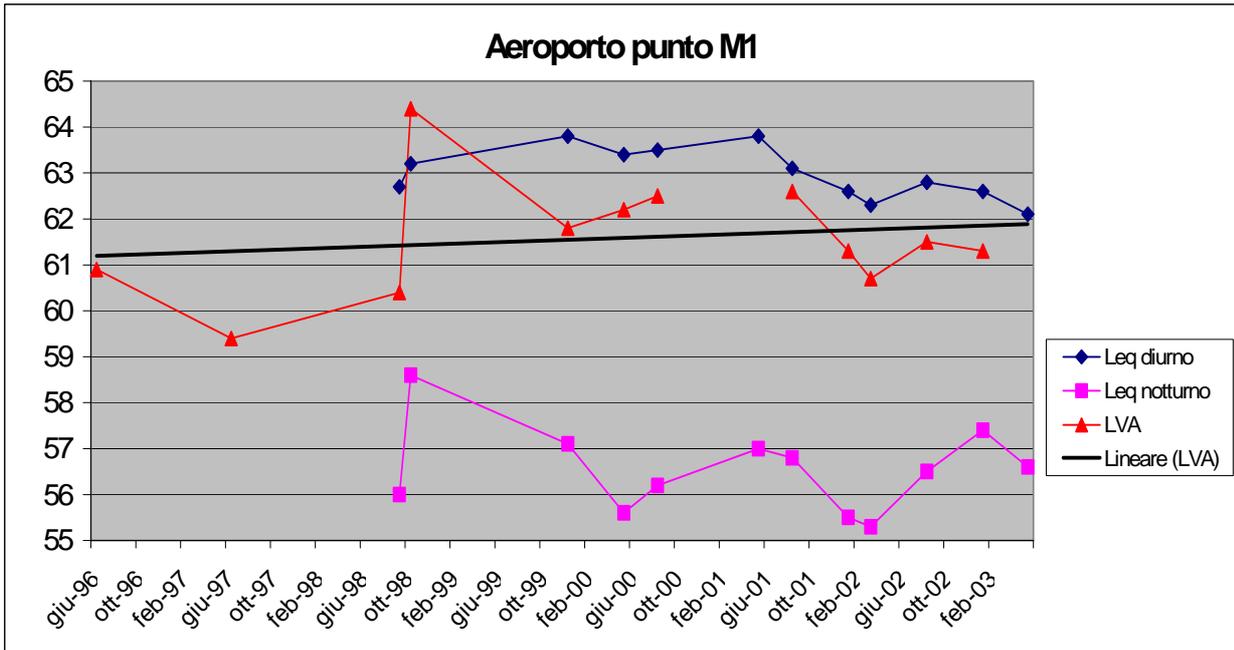


Figura 3.5. Evoluzione della rumorosità aeroportuale misurata nel punto M1.

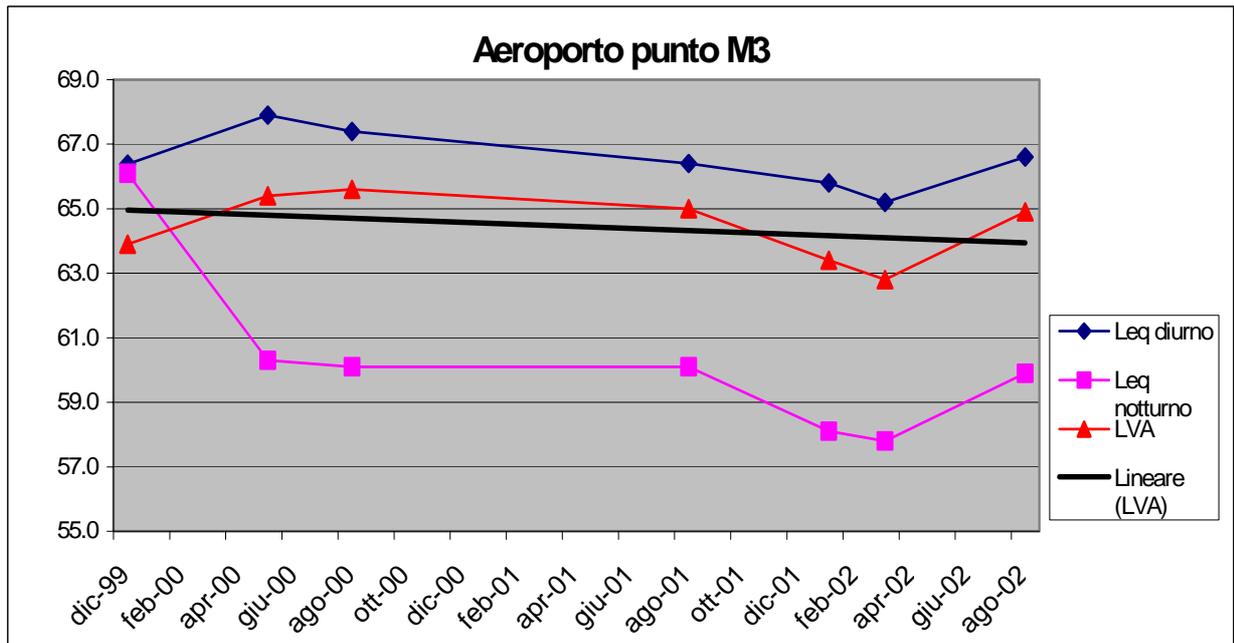


Figura 3.6. Evoluzione della rumorosità aeroportuale misurata nel punto M3.

Allo scopo di valutare col modello di simulazione l'evolversi della rumorosità dovuta alle attività aeroportuali, sono stati realizzati due scenari, relativi agli anni 2000 e 2002.

Tenuto conto che per l'anno 2000 non sono disponibili i dati di traffico aereo relativi all'intero anno, abbiamo effettuato il confronto tra gli scenari del periodo a maggior traffico (fine agosto inizio settembre) di entrambi gli anni. Pertanto, i valori di popolazione esposta



e di ampiezza del territorio impattato per l'anno 2002 sono in questo caso leggermente diversi da quelli assunti come media annua nel paragrafo precedente; questo scenario viene denominato 2002*, per distinguerlo da quello realizzato utilizzando i dati dei movimenti aerei riferiti all'intero anno.

L'evoluzione dell'impatto viene valutata sulla base della popolazione esposta ai diversi livelli di rumore: variazioni di questo parametro, tuttavia, possono essere determinate sia da una diversa impronta acustica dell'aeroporto, sia da variazioni demografiche nell'area in questione. Perciò nel confronto si esaminerà sia l'evoluzione a base demografica costante (anagrafe 2002) che quella effettiva.

Lo scenario 2000 è stato colocalizzato allo stesso modo di quello 2002 con i dati di ingresso descritti in appendice C.

Al fine di stimare la popolazione esposta ai differenti valori dell'indice di valutazione aeroportuale, sono state tracciate le curve isofone relative allo scenario 2002*, che vengono riportate a confronto con quelle 2000 in figura 3.8.

L'estensione dell'isofona dei 60 dBA, all'altezza dell'autostrada A11, riferita allo scenario 2002* si riduce, rispetto al 2000, da circa 500 m a 430 m in direzione ortogonale a quella di atterraggio. All'incrocio tra via Pratese e via della Cupola, anche la larghezza si è ridotta, passando dai circa 450 m del 2000 ai circa 370 metri del 2002. Nella direzione della rotta di atterraggio l'isofona dei 60 dBA arriva appena a lambire l'edificio scolastico della Paolo Uccello, all'incrocio tra via Pistoiese e via Frà Golubovich.

Nella tabella 3.7 sono riportati e confrontati i valori della superficie occupata e della popolazione esposta alle curve isofone riferiti ai due scenari.

Isofona	Superficie occupata (Km ²)		Popolazione esposta	
	Scenario 2000	Scenario 2002*	Scenario 2000	Scenario 2002*
55 dB(A) < Lva < 60 dB(A)	3.25	2.56	4236	4020
60 dB(A) < Lva < 65 dB(A)	1.03	0.80	1702	765
65 dB(A) < Lva < 70 dB(A)	0.60	0.52	31	0

Tabella 3.7. Superficie occupata dalle isofone e popolazione esposta.



Dall'esame della tabella 3.7, si può osservare come nello scenario 2002* si realizzi una effettiva riduzione della superficie delimitata dalle varie curve isofone per livelli compresi tra 55 dBA e 65 dBA.

Come già accennato, la diminuzione della popolazione esposta può derivare sia dalla variazione della superficie occupata dalle isofone e della loro morfologia che da variazioni demografiche nell'area in esame. Perciò in tabella 3.8 viene riportata la stima della popolazione ottenuta con i dati dell'anagrafe aggiornati all'anno 2000 ed al 2002 e con le curve isofone dello scenario 2002*, in tal modo è possibile valutare le modifiche nel numero di residenti esposti dovute a variazioni demografiche nell'area esaminata. Si può osservare un aumento della popolazione residente all'interno delle curve isofone.

Isofona	Popolazione esposta scenario 2002*	
	Anagrafe 2000	Anagrafe 2002
55 dB(A) <Lva < 60 dB(A)	3999	4020
60 dB(A) <Lva < 65 dB(A)	692	765
65 dB(A) <Lva < 70 dB(A)	0	0

Tabella 3.8. Effetto delle variazioni demografiche sulla popolazione esposta.

In tabella 3.9 sono riportati i valori della popolazione esposta (anagrafe 2002) ai livelli ottenuti dagli scenari 2000 e 2002*. In questo caso la diminuzione di popolazione è da attribuirsi esclusivamente alla modifica nell'estensione e nella morfologia delle curve isofone.

Isofona	Popolazione esposta anagrafe 2002	
	Scenario 2000	Scenario 2002*
55 dB(A) <Lva < 60 dB(A)	4238	4020
60 dB(A) <Lva < 65 dB(A)	1848	765
65 dB(A) <Lva < 70 dB(A)	29	0

Tabella 3.9. Effetto delle variazioni delle curve isofone sulla popolazione esposta.



La variazione di estensione e morfologia delle curve isofone è conseguenza della parziale applicazione della procedura di decollo antirumore e della variazione nel numero e nella tipologia degli aerei operanti sullo scalo fiorentino.

Dall'esame dei risultati, si può osservare una diminuzione della popolazione esposta ai differenti valori dell'indice di valutazione aeroportuale.

La diminuzione nel numero di residenti esposti può essere in parte attribuita alla parziale applicazione della procedura antirumore che, come evidenziato nel paragrafo successivo, produce sia una minore superficie esposta a parità di traffico, sia l'interessamento di zone con minor densità abitativa e quindi una riduzione della popolazione interessata a parità di emissioni sonore.

Sulla base dei dati relativi all'ubicazione dei ricettori sensibili forniti dal Comune di Firenze, sono stati individuati i ricettori presenti all'interno delle curve isofone, mostrati in tabella 3.10.

Tipologia del ricettore	Numero di ricettori sensibili					
	Scenario 2000		Scenario 2002		Scenario 2002*	
	55-60 dBA	60-65 dBA	55-60 dBA	60-65 dBA	55-60 dBA	60-65 dBA
Scuola dell'obbligo	5	1	1	0	1	1
Attrezzature sanitarie	2	1	2	0	3	0
Attrezzature sociali	1	1	2	0	2	0
Università	1	0	1	0	1	0

Tabella 3.10. Censimento dei ricettori sensibili.

3.5 Verifica dell'efficacia della procedura di decollo antirumore

Allo scopo di determinare le modifiche sul rumore prodotto a terra dall'attuazione della procedura antirumore si sono svolte diverse verifiche:



- 1) una campagna fonometrica a cavallo del periodo di applicazione della procedura;
- 2) una campagna di avvistamento e misura con telemetro delle posizioni sorvolo dei diversi velivoli;
- 3) la realizzazione di due differenti scenari di simulazione⁸:
 - *scenario ante procedura*: le curve isofone sono state tracciate assumendo che tutti gli aerei in decollo su pista 23 non effettuino la virata prevista dalla procedura antirumore;
 - *scenario post procedura*: le curve isofone sono state tracciate assumendo che tutti gli aerei in decollo su pista 23 effettuino la virata prevista dalla procedura antirumore.

I risultati delle prime due campagne sono dettagliatamente riportati in una specifica relazione prodotta nel 2002 [3.1]. In sintesi, i risultati di tale verifica sono i seguenti:

- 1) Le misure telemetriche, che verificavano la quota di sorvolo su un punto di osservazione, hanno evidenziato che, nei primi mesi successivi all'introduzione della procedura, una percentuale rilevante dei velivoli effettuava la virata ad un'altezza superiore a quella prevista.
- 2) L'analisi della rumorosità dei singoli sorvoli, suddivisa per tipologia di velivolo, ha evidenziato un aumento dell'energia sonora media (SEL medio) nelle postazioni di misura degli aeromobili in decollo dopo l'introduzione della procedura (confronto tra marzo e gennaio 2002) particolarmente evidente nel punto M3; questo aumento induce a ritenere che gli aeromobili in decollo abbiano seguito un sentiero di salita caratterizzato da una pendenza inferiore rispetto al precedente⁹.
- 3) La diminuzione dell'indice Lva dal mese di gennaio 2002 al mese di marzo 2002 è da attribuirsi esclusivamente ad un minor numero di decolli avvenuti in direzione Quaracchi (pista 23), per motivi meteorologici stagionali, mentre a parità di sorvoli il livello complessivo non sarebbe diminuito.

⁸ I due scenari di simulazione sopra elencati, che sono stati elaborati per evidenziare gli effetti potenziali della procedura proposta, differiscono esclusivamente per la rotta seguita dagli aeromobili in decollo nella direzione di Quaracchi, e sono riferiti ai movimenti aerei sulle tre settimane a maggior numero di transiti del 2002.

⁹ Successivamente ADF ha interpretato questo dato come una conseguenza del minor carico medio dei velivoli nel mese di gennaio rispetto a marzo.



Dal modello elaborato sui due scenari sopra elencati sono stato calcolati i livelli sonori attesi nei punti soggetti a monitoraggio riportati nella seguente tabella:

Punto	Calcoli INM			Calcoli INM			riduzione calcolata		
	ante procedura			post procedura					
	Lva app	Lva dep	Lva tot	Lva app	Lva dep	Lva tot	app	dep	tot
M1	59.2	58.1	61.7	59.2	55.8	60.8	0	2.3	0.9
M3	61.2	59.3	63.4	61.2	58.1	62.9	0	1.2	0.5
M5	57.1	58.4	60.8	57.1	58.9	61.1	0	-0.5	-0.3

Tabella 3.12. Confronto dei livelli calcolati ante e post procedura antirumore.

Si può osservare come l'applicazione della procedura antirumore, con una virata ampia come quella ipotizzata, porti una evidente diminuzione dei livelli di rumore prodotti dagli aerei in decollo nei punti M1 ed M3, mentre non comporta miglioramenti apprezzabili nel punto M5. È possibile osservare come, a causa dell'invarianza dei livelli prodotti nella fase di atterraggio, una diminuzione apprezzabile dei livelli totali di rumore si verifica solo a partire dal punto M1 (fosso macinante) nelle regioni più lontane dall'aeroporto.

Dal confronto con i risultati delle campagne di misura effettuate nel corso dell'anno, si ha la conferma che, nel 2002, i comportamenti seguiti sono stati lontani da quelli descritti dallo scenario di piena applicazione delle procedure, che altrimenti avrebbero influenzato i livelli misurati.

Le curve isofone calcolate nei due scenari sono riportate in figura 3.8. Confrontandole è possibile osservare come l'applicazione della procedura di decollo proposta comporti una variazione apprezzabile nella morfologia delle isofone. Questa variazione, evidente per l'isofona dei 55 dBA, continua ad essere apprezzabile anche per l'isofona dei 60 dBA, comportandone un accorciamento di circa 500 m nella direzione della rotta di atterraggio.

I risultati relativi al calcolo della popolazione residente nelle differenti fasce e della superficie occupata dalle differenti isofone sono riepilogati in tabella 3.13.



Isofona	Superficie occupata (Km ²)		Popolazione esposta	
	Ante procedura	Post procedura	Ante procedura	Post procedura
55 dB(A) < Lva < 60 dB(A)	2.71	2.33	4334	3261
60 dB(A) < Lva < 65 dB(A)	0.82	0.72	1001	330
65 dB(A) < Lva < 70 dB(A)	0.49	0.49	0	0

Tabella 3.13. Superficie occupata dalle isofone e popolazione esposta ante e post procedura antirumore.

Dall'esame delle tabelle è possibile osservare come una corretta applicazione della procedura antirumore di decollo degli aeromobili porterebbe ad una effettiva riduzione della popolazione esposta. Si osserva anche una riduzione della superficie occupata dalle isofone con livelli più bassi.

E' inoltre possibile osservare che, nel caso dell'isofona dei 60 dB(A), si ha una riduzione della popolazione esposta non associata ad una significativa riduzione della superficie dell'isofona, a testimonianza del fatto che la procedura antirumore prevede, in decollo, il sorvolo di zone scarsamente abitate.



CONCLUSIONI

La valutazione del clima acustico nel territorio del Comune di Firenze ha preso in esame le tre sorgenti di rumore che incidono maggiormente sulla rumorosità cittadina (traffico sulle strade, ferroviario e aeroportuale).

Delle tre sorgenti, il traffico stradale è certamente quella più rilevante agli effetti del disturbo; infatti, interessa tutta l'area comunale, cosicché risulta essere coinvolta dal disturbo la quasi totalità della popolazione.

Diversamente da tale sorgente, il rumore ferroviario e quello dovuto all'aeroporto A. Vespucci, presentano caratteristiche locali, interessando solo i recettori nelle vicinanze delle infrastrutture (linea ferrata e pista di decollo e atterraggio).

1) Richiamando alcune delle considerazioni svolte in questo lavoro, si possono trarre sinteticamente le seguenti conclusioni:

RUMORE DA TRAFFICO AEREO (CAPITOLO 3)

- 1) Si stima che negli ultimi anni 1998 - 2002 il rumore dell'aeroporto nelle aree più densamente abitate circostanti, valutato nell'arco delle 24 ore con l'indice L_{va}, è rimasto sostanzialmente costante o in lieve diminuzione.
- 2) Tale riduzione si traduce nella eliminazione delle persone esposte a livelli superiori a 65 dB ed in una consistente riduzione della stima della popolazione esposta a livelli sopra i 60 dB, determinata anche della numerosa popolazione che vive sul confine di questa isofona.
- 3) L'ubicazione sul confine dell'isofona dei 60 dB di gran parte della popolazione esposta fa sì che le incertezze sull'ampiezza di questa zona (inevitabili con gli attuali modelli) portino scarti rilevanti nella stima della popolazione coinvolta.
- 4) Per la porzione di territorio fuori dalla fascia dei 65 dB, sopra menzionata, il rispetto dei limiti previsti dalla normativa dipenderà dalle scelte che saranno effettuate, in merito alla zonizzazione acustica di tali aree, dalla apposita commissione.
- 5) La procedura antirumore adottata non è stata osservata nel corso del 2002 con sufficiente rigore da poter produrre effetti significativi.



- 6) Tale procedura ottiene i maggiori benefici sulla popolazione posta a distanze dall'aeroporto maggiori della via pistoiese, quelli cioè con livelli di rumorosità già inferiori a 60 dB.





BIBLIOGRAFIA

- I.1 A. Poggi, C. Fagotti, D. Casini, G. Brambilla, T. Gabrieli, *Linee guida per la rilevazione dei dati utili per la stesura della relazione biennale sullo stato acustico del Comune*, RTI CTN_AGF 2/2001, ANPA CTN - AGF, Roma, 2001.
- I.2 A. Poggi, C. Fagotti, D. Casini, T. Manciocchi, T. Gabrieli, *Linee guida per la progettazione di reti di monitoraggio e per il disegno di stazioni di rilevamento relativamente all'inquinamento acustico*, RTI CTN_AGF 3/2001, ANPA CTN - AGF, Roma, 2001.
- I.3 L. Anglesio, G. D'Amore, S. Maggiolo, L. Menini, S. Rebeschini, R. Sogni, S. Adda, C. Barbieri, A. Cogorno, B. Dalzocchio, W. Piromalli, F. Rigolon, F. Trotti, M. Valle, *Rassegna di indicatori e indici per il rumore, le radiazioni non ionizzanti e la radioattività ambientale*, RTI CTN_AGF 4/2000, ANPA CTN - AGF, Roma, 2000.
- 1.1 A. Poggi, D. Casini, M. Raffaelli, *Relazione di valutazione sullo stato acustico del Comune di Firenze (art. 7, comma 5, Legge 447/95)*, relazione tecnica per il Comune di Firenze, ARPAT - Unità Operativa di Fisica Ambientale, Firenze, luglio 2000.
- 1.2 C. Fagotti, A. Poggi, *8 yaers of noise monitoring in Florence*, 18th AICB International Congress for Noise Abatement, Bologna, 1995.
- 1.3 C. Fagotti, A. Poggi, *Il rumore a Firenze. Dieci anni di studio (1987-1996) del rumore urbano da traffico. Le misure, le cause, gli effetti e le possibilità d'intervento*, edizioni ARPAT, Firenze, 1998.
- 1.4 A. Poggi, C. Fagotti, D. Casini, O. Cerofolini, R. Lietti, *Estimation of the percentage of population exposed to traffic noise levels exceeding quality thresholds in two Italian towns*, 17th International Congress on Acoustics, Rome, September 2 - 7, 2001.



- 1.5 N. Volpi, *Determinazione delle emissioni sonore dei veicoli nelle condizioni reali di marcia*, tesi di laurea, corso di laurea in Ingegneria per l'ambiente e il territorio, A.A. 2001/02, Università degli Studi di Firenze, Firenze, 2003.
- 1.6 N. Volpi, D. Casini, A. Poggi, *Monitoring of traffic noise in urban area: an estimation of the emission and of its trend vs. time*, Euronoise 2003, 5th European Conference on Noise Control, 19 – 21 May, Naples, 2003.
- 3.1 T. Manciocchi, A. Poggi, *Relazione di monitoraggio acustico aeroporto "A. Vespucci", gennaio - marzo 2002 nel Comune di Firenze – Valutazione efficacia della procedura antirumore*, relazione tecnica, ARPAT - Unità Operativa di Fisica Ambientale, Firenze, 24.9.2002.
- 3.2 T. Verdolini, T. Manciocchi, *Verifica di accuratezza e "taratura" del modello INM*, 31° Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Acustica, 5-7 maggio, Venezia, 2004.



APPENDICE C

TARATURA E VERIFICHE DI ACCURATEZZA DEL MODELLO AEROPORTUALE

Il modello acustico dell'aeroporto è stato sottoposto ad un processo di taratura. Tale processo ha previsto il confronto tra il SEL medio misurato per ogni tipologia di velivolo ed il SEL calcolato dal software per lo stesso.

Il SEL medio è stato calcolato, per ogni tipologia di aereo, sulla base dei risultati validati delle campagne di misura portate a termine dal 1992 al 2002, nei punti M1, M3 ed M5.

Lo stesso parametro è stato calcolato, tramite il software INM, negli stessi punti di misura, ed è stato confrontato con il dato sperimentale.

Alcune tipologie di aerei sono contenute nei database di INM; per le altre il software propone una sostituzione con una tipologia presente negli stessi data base.

In alcuni casi, al fine di riprodurre dei SEL calcolati prossimi a quelli sperimentali, si è resa necessaria la sostituzione con tipologie differenti da quelle proposte. Le sostituzioni sono state effettuate tenendo conto delle dimensioni e del peso dell'aereo, del numero, del tipo e delle caratteristiche di potenza dei motori.

In tabella C.1, sono riportati i dati relativi ai SEL medi misurati e a quelli calcolati, sia nel caso delle sostituzioni proposte da INM, che nel caso delle sostituzioni effettivamente operate.

In alcuni casi, è stato necessario modificare il peso impostato per la tipologia di aereo.

Al fine di verificare che il valore del L_{va} calcolato fosse rispondente a quello misurato, i risultati relativi ad ogni scenario sono stati confrontati con quelli misurati nel corrispondente periodo di riferimento.

In tabella C.2, sono riportati i dati relativi allo scenario 2000. In tale scenario, non sono stati calcolati i risultati relativi ad M5, per la mancanza di misure di riferimento in questo punto. Nella stessa tabella C.2, i risultati ottenuti tramite il modello sono messi a confronto con quelli misurati.



Tipo	movimento	Pista	SEL medio misura	Proposta INM	SEL calcolo	Misura - calcolo	Sostituzione operata	SEL calcolo	Misura - calcolo
atr	app	5	93.0	hs748a	98	-5.0	Convair580	93.3	-0.3
atr	dep	23	87.0	hs748a	93.9	-6.9	Convair580	86.4	0.6
bae	app	5	92.4		92.4	0.0			
bae	dep	23	93.4		93.4	0.0			
dh8c	app	5	91.8		82.7	9.1			
dh8c	dep	23	86.6		78	8.6			
d328	app	5	90.0	dash8	83.6	6.4	Embraer120	91.9	-1.9
d328	dep	23	85.3	dash8	73	12.3	Convair580	86.4	-1.1
f50	app	5	91.5	dash8300	82.7	8.8			
f50	dep	23	90.7	dash8300	78	12.7			
sf34	app	5	87.8		86.5	1.3			
sf34	dep	23	86.5		86.3	0.2			
sb20	app	5	87.1	hs748a	98	-10.9	Sf340	86.5	0.6
sb20	dep	23	84.2	hs748a	93.9	-9.7	Sf340	86.3	-2.1
cessna	app	5	85.9		85.5	0.4			
cessna	dep	23	86.3		86.4	-0.1			

Tabella C.1. SEL calcolati e misurati, nel punto M1, per le differenti tipologie di aerei.

Dall'esame della tabella C.2, si può osservare come i valori calcolati coincidano sostanzialmente con quelli misurati nel punto M1, mentre in M3 il modello sottostima il valore misurato. Tale scostamento rientra ampiamente nell'incertezza tipica di queste simulazioni, soprattutto in assenza di tracce radar dei profili di salita e di avvicinamento.



Punto	Lva Misurato			Calcoli INM (anno 2000)			Lva misurato – Lva calcolato		
	Lva app	Lva dep	Lva tot	Lva app	Lva dep	Lva tot	app	dep	tot
M1	59.2	60.4	62.8	59.5	59.7	62.6	-0.3	0.7	0.2
M3	62.8	62.4	65.6	61.5	60.9	64.2	1.3	1.5	1.4

Tabella C.2. Risultati delle misure e dei calcoli per lo scenario 2000.

Il confronto è stato ripetuto per lo scenario 2002*. In tabella C.3, sono riportati e confrontati i risultati relativi ai due scenari.

Punto	Calcoli INM (anno 2000 ¹⁰)			Calcoli INM (anno 2002* ¹¹)			Anno 2000 – anno 2002*		
	Lva app	Lva dep	Lva tot	Lva app	Lva dep	Lva tot	app	dep	tot
M1	59.5	59.7	62.6	59.7	56.9	61.5	-0.2	2.8	1.1
M3	61.5	60.9	64.2	61.6	58.5	63.4	-0.1	2.4	0.8

Tabella C.3. Risultati dei calcoli riferiti alla settimana a maggior traffico aereo.

Dall'esame dei dati, si può osservare che, per quanto riguarda la fase di atterraggio, non si hanno mutamenti nella rumorosità prodotta dalle attività connesse all'utilizzo dell'aeroporto. Per quanto riguarda invece la fase di decollo, si nota che la parziale applicazione della procedura di decollo antirumore porta una effettiva riduzione dell'indice di valutazione aeroportuale su entrambi i punti di misura.

¹⁰ I movimenti aerei sono riferiti al giorno medio della settimana dal 10 al 16 settembre 2000.

¹¹ I movimenti aerei sono riferiti al giorno medio della settimana dal 3 al 9 settembre 2002.



APPENDICE D
LO SCENARIO 2000

Gli aerei operanti sullo scalo fiorentino nel 2000, inseriti nel modello, sono riportati nella seguente tabella D.1.

Nome ICAO	Costruttore e modello
AT43	Atr Aerospatale Aeritalia Alenia Ai(r) ATR 42-200/300/320
AT44	Atr Aerospatale Alenia Ai(r) ATR 42-400
AT45	Atr Aerospatale Alenia Ai(r) ATR 42-500
AT72	Atr Aerospatale Aeritalia Alenia Ai(r) ATR 72
BA46	British Aerospace BAe-146, Avro RJ Avroliner, Ai(r) RJ Avroliner
F50	Fokker 50, Maritime Enforcer
D328	Dornier 328 - Fairchild Dornier 328
DH8D	De Havilland Canada DHC-8-400 Dash 8
SB20	Saab 2000
SF34	Saab Fairchild SF 340 – Saab 340

Tabella D.1. Aerei inseriti nel modello INM per lo scenario 2000.

Nel corso dell'anno 2000 gli aeromobili in decollo ed in atterraggio hanno seguito le rotte riportate in figura 3.1.

Con lo scopo di stimare la popolazione esposta ai differenti valori dell'indice di valutazione aeroportuale, sono state tracciate le curve isofone relative allo scenario 2000, che vengono riportate in figura 3.7. I movimenti aerei utilizzati nel calcolo del giorno medio relativo alla settimana peggiore sono riportati nella sottostante tabella D.2.



Aereo	Movimenti della settimana peggiore nel periodo diurno			
	Decolli		Atterraggi	
	Pista 23	Pista 5	Pista 5	Pista 23
AT43	5	2	7	-
AT44	-	1	1	-
AT45	12	2	15	1
AT72	26	9	27	3
BA46	149	44	192	2
F50	4	1	5	-
D328	3	4	7	-
DH8D	7	1	7	-
SB20	32	5	36	1
SF34	3	2	4	-

Tabella D.2. Movimenti aerei diurni inseriti nel modello INM per lo scenario 2000.

L'estensione dell'isofona dei 60 dBA, all'altezza dell'autostrada A11, è di circa 500 m in direzione ortogonale a quella di atterraggio, all'incrocio tra via Pratese e via della Cupola ha una larghezza di circa 450 m e si chiude ad una distanza di circa 100 m dalla ferrovia, sulla direzione della rotta di atterraggio, tra via della Sala e gli interni della via Pistoiese¹².

¹² I tecnici di ADF hanno effettuato autonome valutazioni utilizzando il medesimo software, ma con procedure di correzione dei parametri standard diverse dalle nostre. Le curve da loro ricavate risultano di forma più stretta di quelle da noi prodotte, ciò determina una minor superficie impattata e soprattutto una significativa diminuzione della popolazione esposta così stimata. Infatti, poiché le aree a maggior densità abitativa sono collocate sui margini dell'isofona dei 60 dB, piccole variazioni dell'ampiezza di questa curva producono modificazioni importanti nel conteggio dei residenti al suo interno. Gli scarti tra le curve prodotte dalle due diverse metodologie di simulazione sono tuttavia compatibili con la precisione tipica di questi modelli (2-3 dB). Verifiche di maggior precisione sulla corretta stima della larghezza dell'isofona necessitano di specifiche campagne di misura in posizioni fino ad oggi non battute dall'attività di monitoraggio.

