

ARPA Lombardia – Settore Aria e Agenti Fisici

Rapporto tecnico

“Verifica di conformità delle caratteristiche dei sistemi di monitoraggio del rumore aeroportuale”

Verifica del sistema di Linate LIN-1-2006

Il Dirigente
U.O. Rumore e Vibrazioni
Dott. Maurizio Bassanino

Il Dirigente
U.O. Agenti Fisici ed Energia
Dott.ssa Angela Alberici

**Redazione del Rapporto ed esecuzione delle misure
Tecnici competenti (art.2 Legge 447/95)**

Dott. Emanuele Galbusera
Ing. Matteo Giampaolo
Ing. Nadia Fibbiani
Dott.ssa Paola Maggi.
Dott. Mauro Mussin
Dott.ssa Valeria Spirolazzi
Dott. Bartolomeo Telaro

Indice

1.	IL MONITORAGGIO DEL RUMORE	4
1.0.	Componenti del sistema di monitoraggio	4
1.1.	Determinazione della tipologia delle stazioni di misura	6
1.2.	Identificazione delle tre settimane di riferimento per il 2005	6
1.3.	Modalità di identificazione degli eventi sonori	7
2.	VERIFICA DELLE STAZIONI DI MISURA	8
2.0.	Compatibilità delle caratteristiche	8
2.1.	Calibrazione e certificazione SIT	12
2.2.	Malfunzionamenti e continuità delle rilevazioni	13
2.3.	Validazione del dato di LVA 2005	13
3.	MISURE SIMULTANEE	14
	CONCLUSIONE	14

Introduzione

Il presente rapporto riguarda la verifica di conformità per il sistema di monitoraggio del rumore aeroportuale di Linate.

Le verifiche sono state effettuate seguendo le indicazioni contenute nelle linee guida regionali di cui alla DGR 808/2005.

1. IL MONITORAGGIO DEL RUMORE

1.0. Componenti del sistema di monitoraggio

Il sistema di monitoraggio relativo all'aeroporto di Linate è costituito da un totale di 6 stazioni di misura posizionate in tre diversi territori comunali, principalmente in corrispondenza sia delle traiettorie di decollo sia di atterraggio, come riportato nelle figura seguente.

La Figura 1 costituisce una panoramica generale ed attuale del sistema di monitoraggio e riporta le traiettorie di decollo e di atterraggio acusticamente distinguibili oltre ai confini comunali.

Le traiettorie acusticamente distinguibili sono state dedotte dall'analisi della documentazione contenuta in AIP Italia, effettuando una proiezione delle carte aeronautiche sul territorio.

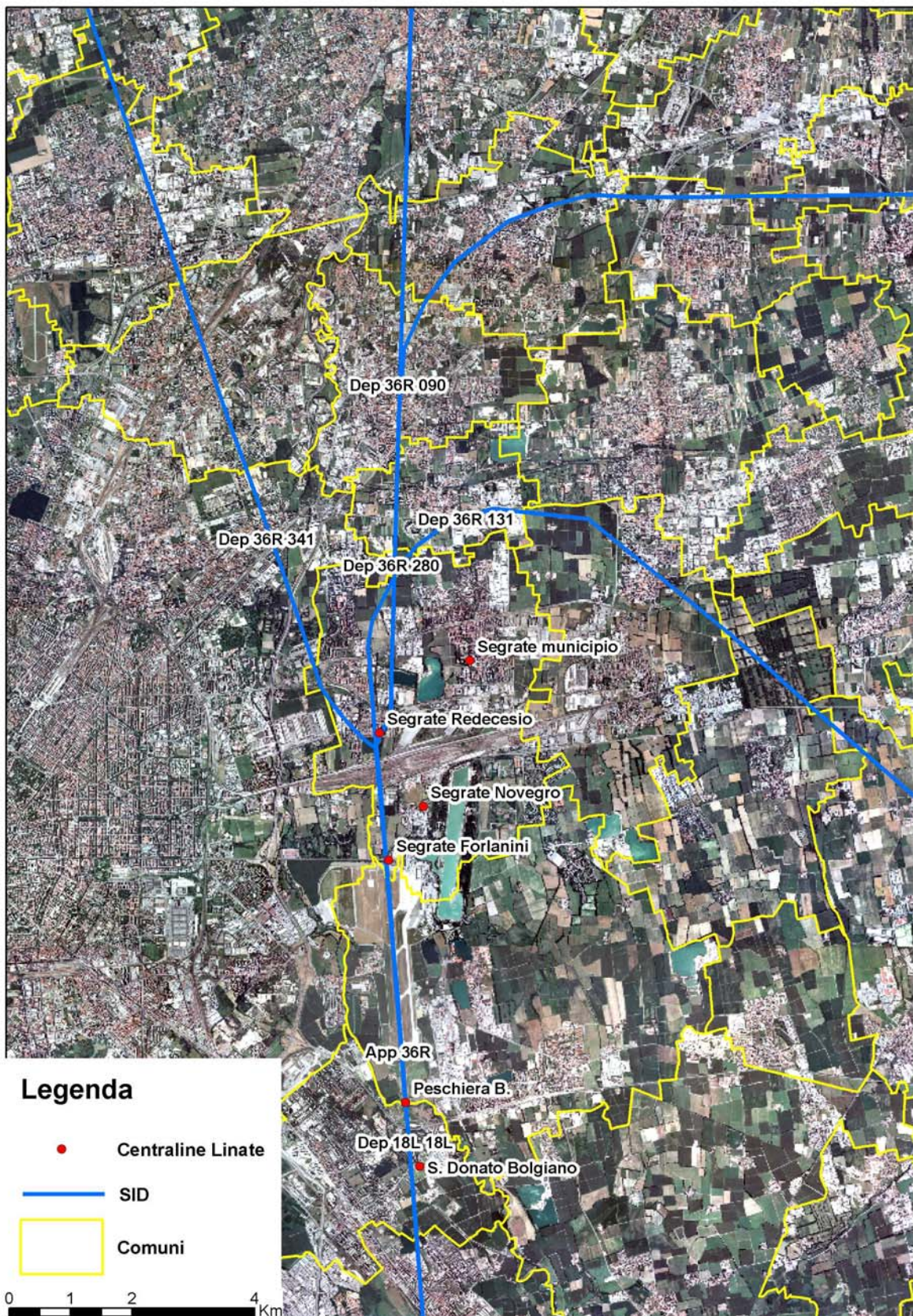


Figura 1: Traiettorie acusticamente distinguibili e loro nomenclatura; sono rappresentate anche tutte le stazioni di monitoraggio (Tipo A e Tipo M)

1.1. Determinazione della tipologia delle stazioni di misura

Nel paragrafo 2.2 delle Linee guida (DGR 8080/2005) vengono introdotte le definizioni delle tre tipologie di stazioni di monitoraggio che, in base agli scopi specifici ed ai criteri di collocazione, si distinguono in:

- Stazioni di tipo M per il monitoraggio del rumore aeroportuale: sono stazioni in corrispondenza delle quali si deve misurare e distinguere il rumore di origine aeronautica da quello provocato da altre sorgenti, in modo da poter calcolare l'indice LVA;
- Stazioni di tipo V per la verifica delle violazioni delle procedure antirumore: questa tipologia di stazioni deve essere situata dove sia necessario attribuire i parametri caratteristici di un evento aeroportuale, in maniera univoca, all'aereo responsabile;
- Stazioni di tipo A per il monitoraggio del rumore ambientale: queste stazioni permettono di misurare solo il rumore dovuto all'insieme delle sorgenti presenti nella loro area e non sono pertanto utili alla determinazione dei parametri e degli indici descrittivi del rumore di origine aeroportuale.

Preliminarmente, l'individuazione delle caratteristiche delle tipologie di stazioni è stata concordata con SEA e rappresentata di seguito in Tabella 1. Nei paragrafi successivi verrà quindi attuata una valutazione della rispondenza di ciascuna stazione alla tipologia individuata.

Tabella 1: Tipologia delle centraline di misura

STAZIONE DI MONITORAGGIO	TIPOLOGIA
Peschiera	A
Bolgiano	M
Forlanini	A
Municipio	M
Novegro	M
Redecesio	M

Non essendo stata ancora definita dalla Commissione Aeroportuale di Linate alcuna procedura antirumore, non si è potuto per il momento individuare alcuna stazione di tipo V.

1.2. Identificazione delle tre settimane di riferimento per il 2005

Per la corretta valutazione dell'indice L_{VA} è necessario determinare (ai sensi del DM 31/10/97) in maniera univoca le tre settimane di maggior traffico (Tabella 2), ricavate dall'analisi dei dati del sistema di monitoraggio.

Tabella 2: Elenco delle tre settimane di maggior traffico

SETTIMANA	MOVIMENTI
26 aprile – 2 maggio 2005	2498
24 – 30 settembre 2005	2650
1 – 7 ottobre 2005	2566

1.3. Modalità di identificazione degli eventi sonori

Gli eventi aeronautici verificatisi nei pressi delle centraline gestite da SEA vengono correlati alle informazioni contenute nella Base Dati Volo e alle Tracce Radar rilevate da ENAV e alle misure fonometriche per il riconoscimento degli eventi acustici (tramite soglia e durata) eseguite da ARPA. Un evento viene considerato dalla stazione di misura se il livello acustico ponderato A supera continuamente una certa soglia per una determinata durata minima (i valori vengono scelti opportunamente per ciascuna postazione).

Le stazioni di misura del sistema di monitoraggio individuano automaticamente gli eventi sonori aeronautici; tali valori per le stazioni di tipo M sono elencati nella seguente tabella 3.

Tabella 3: impostazioni per la determinazione degli eventi del sistema di monitoraggio

STAZIONE DI MONITORAGGIO	SOGLIA (dBA)	DURATA MINIMA (sec)
Bolgiano	67	9
Municipio	67	9
Novegro	64	10
Redecesio	62	15

Per quanto riguarda l'individuazione degli eventi di origine aeronautica a partire dai dati fonometrici rilevati da ARPA, sono stati utilizzati gli stessi valori di soglia e durata impostati per le centraline SEA.

Gli eventi aeronautici riconosciuti da ARPA e da SEA sono stati poi confrontati esaminando i principali parametri che li caratterizzano:

- Ora: inizio dell'evento, in corrispondenza del primo valore che supera la soglia minima prefissata;
- Modello: tipologia di aeromobile che ha prodotto l'evento;
- Operazione: D (decollo), A (atterraggio), S (sorvolo), T (taxing) ;
- Durata [s]: durata totale dell'evento, cioè per quanti secondi si supera la soglia minima;
- L_{Aeq} [dBA]: livello equivalente ponderato A del singolo evento;
- SEL [dBA]: livello sonoro del singolo evento;
- L_{AFMax} [dBA]: livello massimo dell'evento con costante Fast e ponderazione A.

2. VERIFICA DELLE STAZIONI DI MISURA

Nel presente paragrafo viene esaminata, per ciascuna posizione di misura di tipo M, la rispondenza alle caratteristiche indicate nella Tabella 2 delle Linee guida (DGR 808/2005). In alcuni casi le informazioni sono contenute in paragrafi successivi, ai quali si rimanda per l'esame di dettaglio.

2.0. Compatibilità delle caratteristiche

BOLGIANO		
Tematica	Sottotematica	Tipologia di stazione
		M
UBICAZIONE	Tra il microfono e la traiettoria nominale percorsa dagli aerei ci sono ostacoli	No
	Tra il microfono e <u>tutte</u> le traiettorie effettive percorse dagli aerei ci sono ostacoli	No
	Indicare la distanza e l'altezza dell'edificio più alto	L>50
	la superficie su cui è posizionato il microfono è acusticamente riflettente	Parzialmente
	Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori non correlati con operazioni aeree	la mediana dei valori di $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori non correlati ad operazioni aeree, ottenuta da misure in continuo protratte per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere inferiore a 54 dB(A); (Il periodo di misura non è abbastanza rappresentativo)
Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori correlati con operazioni aeree	la mediana dei valori di $L_{AF,Max}$ degli eventi aeronautici ottenuta da misure in continuo protratte per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere superiore a 64 dB(A); (82.7 dBA – SI)	
CARATTERISTICHE	Caratteristiche del microfono:	>30 mV/Pa
	Caratteristiche del fonometro secondo la norma CEI_UNI 61672	Classe 1
	In caso di mancanza di alimentazione elettrica:	La strumentazione di rilevamento funziona con batteria tampone con autonomia di almeno 72h
	La stazione funziona in modo automatico per:	rilevamento eventi; calcolo degli indici di periodo
COMUNICAZIONE	Indicare il numero di ore di funzionamento negli ultimi 12 mesi	vedi nel capitolo 2.4
INDIVIDUAZIONE DEGLI EVENTI	Le unità periferiche hanno autonomia di	Non valutabile
CALIBRAZIONI	Descrizione della procedura di riconoscimento dell'evento sonoro	Almeno soglia e durata
	La verifica della calibrazione viene fatta tramite	Pistonofono e attuatore elettrostatico
	L'operatore può eseguire verifiche della calibrazione su richiesta	Sì
	Certificato di calibrazione fornito dal costruttore per tutti gli elementi della catena microfonica	In vigore quello del costruttore o certificato SIT
	Certificati SIT	vedi tabella 4
	Specificare quali parametri sono producibili per le calibrazioni	Data e ora, stazione, modalità, Livello misurato, offset
	Il sistema automatico di verifica viene utilizzato anche per impostare variazioni del livello di riferimento	No
	Specificare la cadenza delle verifiche automatiche e gli orari	24 h – 02:10
Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	20"	
Specificare la cadenza delle verifiche manuali	2/anno	

SEGRATE -MUNICIPIO		
Tematica	Sottotematica	Tipologia di stazione
		M
UBICAZIONE	Tra il microfono e la traiettoria nominale percorsa dagli aerei ci sono ostacoli	No
	Tra il microfono e <u>tutte</u> le traiettorie effettive percorse dagli aerei ci sono ostacoli	No
	Indicare la distanza e l'altezza dell'edificio più alto	L>50
	la superficie su cui è posizionato il microfono è acusticamente riflettente	Si
	Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori non correlati con operazioni aeree	la mediana dei valori di $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori non correlati ad operazioni aeree, ottenuta da misure in continuo protratte per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere inferiore a 54 dB(A); (Il periodo di misura non è abbastanza rappresentativo)
	Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori correlati con operazioni aeree	la mediana dei valori di $L_{AF,Max}$ degli eventi aeronautici ottenuta da misure in continuo protratte per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere superiore a 64 dB(A); (78.9 dBA – SI)
CARATTERISTICHE	Caratteristiche del microfono:	>30 mV/Pa
	Caratteristiche del fonometro secondo la norma CEI_UNI 61672	Classe 1
	In caso di mancanza di alimentazione elettrica:	La strumentazione di rilevamento funziona con batteria tampone con autonomia di almeno 72h
	La stazione funziona in modo automatico per:	rilevamento eventi; calcolo degli indici di periodo
	Indicare il numero di ore di funzionamento negli ultimi 12 mesi	vedi nel capitolo 2.4
COMUNICAZIONE	Le unità periferiche hanno autonomia di	Non valutabile
INDIVIDUAZIONE DEGLI EVENTI	Descrizione della procedura di riconoscimento dell'evento sonoro	Almeno soglia e durata
CALIBRAZIONI	La verifica della calibrazione viene fatta tramite	Pistonofono e attuatore elettrostatico
	L'operatore può eseguire verifiche della calibrazione su richiesta	Sì
	Certificato di calibrazione fornito dal costruttore per tutti gli elementi della catena microfonica	In vigore quello del costruttore o certificato SIT
	Certificati SIT	tabella 4
	Specificare quali parametri sono producibili per le calibrazioni	Data e ora, stazione, modalità, Livello misurato, offset
	Il sistema automatico di verifica viene utilizzato anche per impostare variazioni del livello di riferimento	No
	Specificare la cadenza delle verifiche automatiche e gli orari	24 h – 02:10
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	20"
Specificare la cadenza delle verifiche manuali	2/anno	

NOVEGRO		
Tematica	Sottotematica	Tipologia di stazione
		M
UBICAZIONE	Tra il microfono e la traiettoria nominale percorsa dagli aerei ci sono ostacoli	No
	Tra il microfono e <u>tutte</u> le traiettorie effettive percorse dagli aerei ci sono ostacoli	No
	Indicare la distanza e l'altezza dell'edificio più alto	L>50
	la superficie su cui è posizionato il microfono è acusticamente riflettente	Si
	Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori non correlati con operazioni aeree	la mediana dei valori di L_{AFmax} degli eventi sonori non correlati ad operazioni aeree, ottenuta da misure in continuo protrate per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere inferiore a 54 dB(A); (Il periodo di misura non è abbastanza rappresentativo)
Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori correlati con operazioni aeree	la mediana dei valori di L_{AFmax} degli eventi aeronautici ottenuta da misure in continuo protrate per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere superiore a 64 dB(A); (78.7 dBA – SI)	
CARATTERISTICHE	Caratteristiche del microfono:	>30 mV/Pa
	Caratteristiche del fonometro secondo la norma CEI_UNI 61672	Classe 1
	In caso di mancanza di alimentazione elettrica:	La strumentazione di rilevamento funziona con batteria tampone con autonomia di almeno 72h
	La stazione funziona in modo automatico per:	rilevamento eventi; calcolo degli indici di periodo
	Indicare il numero di ore di funzionamento negli ultimi 12 mesi	vedi nel capitolo 2.4
COMUNICAZIONE	Le unità periferiche hanno autonomia di	Non valutabile
INDIVIDUAZIONE DEGLI EVENTI	Descrizione della procedura di riconoscimento dell'evento sonoro	Almeno soglia e durata
CALIBRAZIONI	La verifica della calibrazione viene fatta tramite	Pistonofono e attuatore elettrostatico
	L'operatore può eseguire verifiche della calibrazione su richiesta	Si
	Certificato di calibrazione fornito dal costruttore per tutti gli elementi della catena microfonica	In vigore quello del costruttore o certificato SIT
	Certificati SIT	vedi tabella 4
	Specificare quali parametri sono producibili per le calibrazioni	Data e ora, stazione, modalità, Livello misurato, offset
	Il sistema automatico di verifica viene utilizzato anche per impostare variazioni del livello di riferimento	No
	Specificare la cadenza delle verifiche automatiche e gli orari	24 h – 02:10
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	20''
Specificare la cadenza delle verifiche manuali	2/anno	

REDECESIO		
Tematica	Sottotematica	Tipologia di stazione
UBICAZIONE	Tra il microfono e la traiettoria nominale percorsa dagli aerei ci sono ostacoli	M No
	Tra il microfono e <u>tutte</u> le traiettorie effettive percorse dagli aerei ci sono ostacoli	No
	Indicare la distanza e l'altezza dell'edificio più alto	L>50
	la superficie su cui è posizionato il microfono è acusticamente riflettente	Parzialmente
	Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori non correlati con operazioni aeree	la mediana dei valori di L_{AFmax} degli eventi sonori non correlati ad operazioni aeree, ottenuta da misure in continuo protratte per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere inferiore a 54 dB(A); (Il periodo di misura non è abbastanza rappresentativo)
	Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori correlati con operazioni aeree	la mediana dei valori di L_{AFmax} degli eventi aeronautici ottenuta da misure in continuo protratte per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere superiore a 64 dB(A); (82.4 dBA – SI)
CARATTERISTICHE	Caratteristiche del microfono:	>30 mV/Pa
	Caratteristiche del fonometro secondo la norma CEI_UNI 61672	Classe 1
	In caso di mancanza di alimentazione elettrica:	La strumentazione di rilevamento funziona con batteria tampone con autonomia di almeno 72h
	La stazione funziona in modo automatico per:	rilevamento eventi; calcolo degli indici di periodo
	Indicare il numero di ore di funzionamento negli ultimi 12 mesi	vedi nel capitolo 2.4
COMUNICAZIONE	Le unità periferiche hanno autonomia di	Non valutabile
INDIVIDUAZIONE DEGLI EVENTI	Descrizione della procedura di riconoscimento dell'evento sonoro	Almeno soglia e durata
CALIBRAZIONI	La verifica della calibrazione viene fatta tramite	Pistonofono e attuatore elettrostatico
	L'operatore può eseguire verifiche della calibrazione su richiesta	Sì
	Certificato di calibrazione fornito dal costruttore per tutti gli elementi della catena microfonica	In vigore quello del costruttore o certificato SIT
	Certificati SIT	vedi tabella 4
	Specificare quali parametri sono producibili per le calibrazioni	Data e ora, stazione, modalità, Livello misurato, offset
	Il sistema automatico di verifica viene utilizzato anche per impostare variazioni del livello di riferimento	No
	Specificare la cadenza delle verifiche automatiche e gli orari	24 h – 02:10
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	20''
Specificare la cadenza delle verifiche manuali	2/anno	

2.1. Calibrazione e certificazione SIT

Nella Tabella 4 sono riportati i dati essenziali dei certificati SIT della strumentazione installata presso le stazioni.

Tabella 4: Certificazioni SIT per le stazioni di misura

Nome centralina	centro SIT	cert	VALIDO DAL	SCADENZA
Peschiera	163	1657	23/03/2006	23/03/2008
Bolgiano	163	1745	09/05/2006	09/05/2008
Forlanini	163	1649	21/03/2006	21/03/2008
Municipio	163	1602	09/03/2006	09/03/2008
Novegro	163	1650	21/03/2006	21/03/2008
Redecesio	163	2198	15/01/2007	15/01/2009

2.2. Valutazione delle correlazioni

Oltre alla percentuale di correlazione espressa in termini di eventi, è necessario considerare la percentuale di operazioni aeree che risultano correlate (N_c) rispetto al totale delle operazioni aeree (N). Tale raffronto è stato eseguito a campione in alcuni giorni inseriti nel calcolo dell'indice L_{VA} , ed è riportato in Tabella 5.

Tabella 5: rapporto tra operazioni correlate ed operazioni totali

(un campione per settimana di maggior traffico per il calcolo di L_{VA})

Data	N. tracce	N. tracce correlate	N_c/N
30/04/2005	255	266	88.6 %
29/09/2005	430	397	92.3 %
06/10/2005	416	361	86.8 %

Un'altra valutazione possibile riguarda la differenza tra L_{VAj} ottenuto a monte delle operazioni di correlazione (L_{VAj_nc}) e quello ottenuto dopo le operazioni di correlazione (L_{VAj_c}). In questo modo è possibile valutare l'eventuale influenza di falsi negativi sui dati di L_{VAj} che concorrono alla determinazione del parametro L_{VA} .

Tabella 6: confronto a campione tra dati di L_{VAj} non correlato e L_{VAj} correlato

Stazione	Data								
	30/04/05			29/09/05			06/10/05		
	L_{VAj_c}	L_{VAj_nc}	Diff.	L_{VAj_c}	L_{VAj_nc}	Diff.	L_{VAj_c}	L_{VAj_nc}	Diff.
Bolgiano	63.8	63.8	0.0	65.3	66.0	0.7	66.4	66.5	0.1
Municipio	61.1	61.1	0.0	61.8	61.8	0.0	62.7	62.8	0.1
Novegro	62.0	62.1	0.1	65.1	65.1	0.0	65.8	65.8	0.0
Redecesio	64.6	64.7	0.1	66.1	66.1	0.0	66.6	66.7	0.1

Le differenze tra i valori sono generalmente contenute e solo in alcuni casi si osservano scostamenti sensibilmente superiori all'incertezza intrinseca delle misure.

2.3. Malfunzionamenti e continuità delle rilevazioni

Per le stazioni di tipo M si è calcolato il funzionamento espresso in termini di ore rispetto al tempo teorico relativamente all'anno 2005, come indicato in tabella 7.

Tabella 7: Funzionamento in ore per le stazioni di tipo M

Stazione	Funzionamento	SIT	Manutenzione	Guasti	funzionamento %	Rispondenza alla DGR 808
Segrate	8719	0	0	1333	84.78%	NO
Novegro	8306	0	0	880	89.95%	NO
Bolgiano	8669	0	0	600	93.15%	NO
Segrate - Redecesio	6669	0	41	1385	84.12%	NO
Totali		0	50	4785	88.00%	

In tutti i casi di mancato raggiungimento del valore prescritto la causa principale è rappresentata dai guasti.

2.4. Validazione del dato di LVA 2005

Seguendo i criteri riportati nella Tabella 12 delle Linee guida regionali è possibile determinare il valore dell'indice L_{VA} per il 2005 nelle stazioni di tipo M, come riportato nella 8.

Tabella 8: calcolo dell'indice L_{VA} per l'anno 2005

Stazione	LVA	N° dati
Segrate - Municipio	NO	-
Novegro	NO	-
Bolgiano	65.0	21
Segrate - Redecesio	66.0	21

3. MISURE SIMULTANEE

La parte fondamentale delle verifiche è consistita nella conduzione di accertamenti sulla strumentazione a campo attraverso l'esecuzione di misure, in modalità assistita, simultaneamente al funzionamento delle stazioni di misura di SEA.

I tecnici ARPA hanno sempre posizionato, quando possibile, il proprio microfono nei pressi del microfono SEA ed alla stessa altezza dal suolo, in modo tale che le condizioni di misura dei due strumenti fossero pressoché identiche. A causa dell'ubicazione di alcuni microfoni SEA su tetti di edifici o in luoghi non raggiungibili con mezzi ordinari il suddetto posizionamento non è stato sempre possibile.

In tabella sono riportati i valori di SEL in dB(A) ottenuti in base alle correlazioni tra gli eventi identificati dalle centraline ARPA e dell'ente gestore dell'aeroporto. L'indice è stato calcolato nel periodo in cui è stata svolta la misura assistita ed in corrispondenza delle stazioni di monitoraggio di tipo M ai sensi della DGR 808/2005. I valori in tabella sono stati approssimati a 0,5 dBA.

Tabella 9: confronto dei valori di SEL tra i dati ARPA e SEA

STAZIONE	DATA	SEL - ARPA	SEL – SEA
Segrate – Municipio	08/06/2007	88.5	88.0
Novegro	08/06/2007	88.5	88.0
Bolgiano	07/06/2007	89.0	88.5
Segrate - Redecesio	06/06/2007	90.0	88.5

CONCLUSIONE

Le Linee guida regionali costituiscono un insieme di prescrizioni che riguardano tutti gli aspetti del monitoraggio del rumore aeroportuale. Utilizzando i criteri ivi contenuti è possibile affermare che la classificazione delle stazioni è la seguente:

STAZIONE DI MONITORAGGIO	Tipologia proposta	Possibilità di calcolo LVA	Caratteristiche funzionamento	Caratteristiche posizione	Note
Segrate - Municipio	M	NO	NO	SI	<i>Funzionamento inadeguato, tanto da compromettere la possibilità di calcolo dell'LVA.</i>
Novegro	M	NO	NO	SI	<i>Funzionamento inadeguato, tanto da compromettere la possibilità di calcolo dell'LVA.</i>
Bolgiano	M	SI	NO	SI	<i>Funzionamento inadeguato, anche se non compromette la possibilità di calcolo dell'LVA.</i>
Segrate - Redecesio	M	SI	NO	SI	<i>Funzionamento inadeguato, anche se non compromette la possibilità di calcolo dell'LVA.</i>

Nel complesso è possibile affermare che la non conformità delle stazioni di misura di tipo M è dovuta ad una manutenzione preventiva non ottimale, che non è cioè in grado di prevenire guasti di lunga durata o che non prevedono la sostituzione, anche temporanea, della strumentazione.