

ARPA Lombardia – Settore Aria e Agenti Fisici

Rapporto tecnico

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

Sistema di Orio al Serio

Anno 2008

BGY-1-2008

Il Dirigente

U.O. VIA e Grandi Opere

Dott. Maurizio Bassanino

Il Dirigente

U.O. Agenti Fisici ed Energia

Dott.ssa Angela Alberici

Redazione del Rapporto

Dott.ssa Alessandra Balestreri
Dott. Emanuele Galbusera
Dott. Ing. Matteo Giampaolo
Dott.ssa Lia Pattini
Dott. Mauro Mussin
Dott.ssa Valeria Spirolazzi

Indice

1. IL MONITORAGGIO DEL RUMORE	3
1.1. Componenti del sistema di monitoraggio	3
1.2. Determinazione della tipologia delle stazioni di misura	4
1.3. Identificazione delle tre settimane di massimo traffico per l'anno 2008	5
1.4. Modalità di identificazione degli eventi sonori	5
1.5. Sensibilità ai movimenti aerei.....	6
2. VERIFICA DELLE STAZIONI DI MISURA	8
2.1. Compatibilità delle caratteristiche.....	9
2.2. Calibrazione e certificazione SIT	15
2.3. Eventi correlati rispetto al numero di movimenti.....	16
2.4. Statistica degli eventi sonori	17
2.5. Continuità delle rilevazioni.....	18
2.6. Valutazione delle correlazioni	21
2.7. Validazione del dato di LVA 2008.....	24
3. CONCLUSIONI	28

Introduzione

Il presente rapporto riguarda la verifica di conformità, relativa all'anno 2008, per il sistema di monitoraggio del rumore aeroportuale di Orio al Serio.

Le verifiche sono state effettuate seguendo le indicazioni contenute nelle Linee guida regionali di cui alla DGR 8/808-2005.

1. IL MONITORAGGIO DEL RUMORE

1.1. Componenti del sistema di monitoraggio

Il sistema di monitoraggio relativo all'aeroporto di Orio al Serio per l'anno 2008 è costituito da un totale di 6 stazioni di misura di tipo M, come definite nel prosieguo, posizionate in corrispondenza delle traiettorie di decollo e di atterraggio.

La Figura 1 costituisce una panoramica generale del sistema di monitoraggio e più precisamente riporta la posizione delle stazioni di misura.

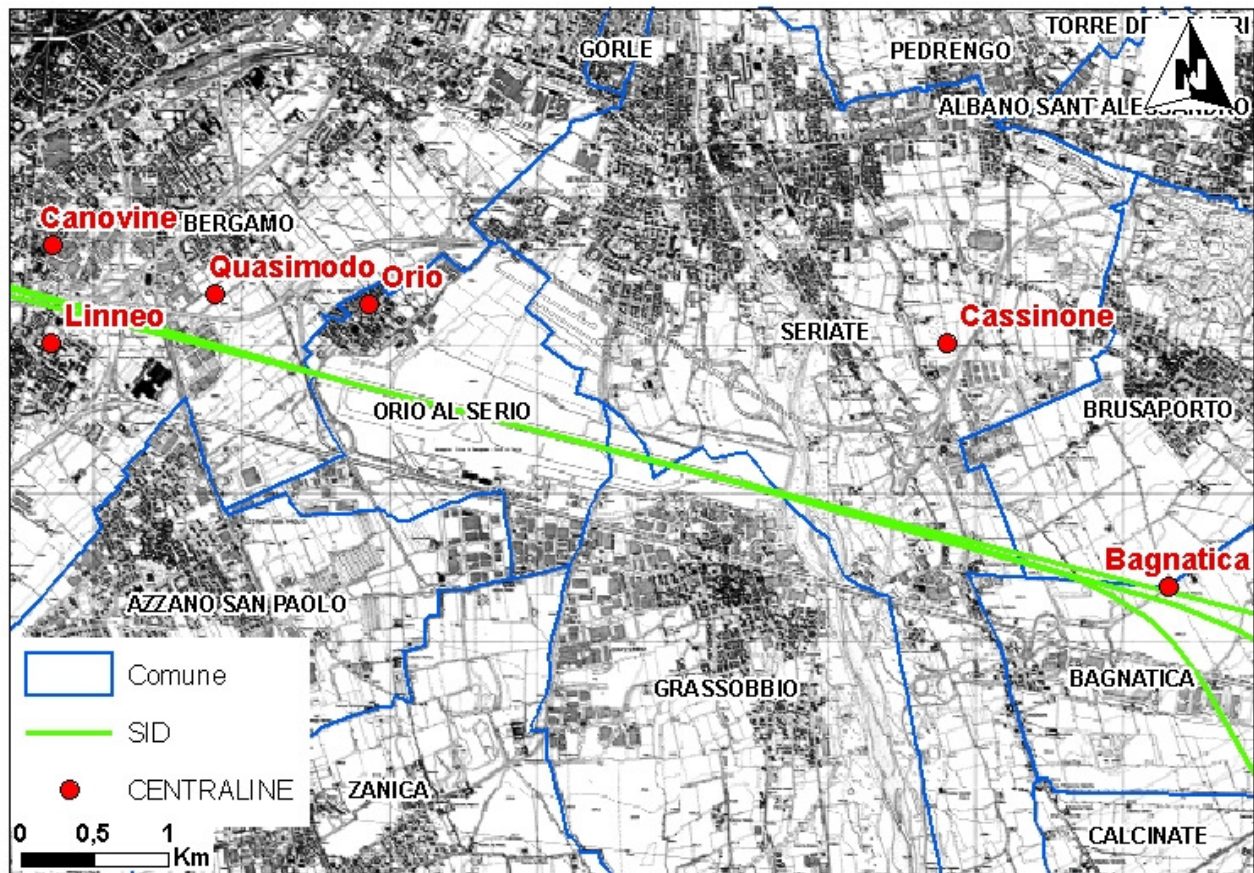


Figura 1: panoramica del sistema di monitoraggio dell'inquinamento acustico dell'aeroporto.

1.2. Determinazione della tipologia delle stazioni di misura

Nel paragrafo 2.2 delle Linee guida (DGR 8/808-2005) 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: le stazioni che rientrano in questa categoria devono essere situate 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 il rumore dovuto all'insieme delle sorgenti presenti nell'area circostante e non sono pertanto utili alla determinazione dei parametri e degli indici descrittivi del rumore di origine aeroportuale.

Preliminarmente, a ciascuna stazione, è stata attribuita una delle tipologie sopra menzionate, come riportato nella Tabella 1 seguente. Nei paragrafi successivi verrà quindi attuata una valutazione della rispondenza di ciascuna stazione alla tipologia individuata.

Stazione di monitoraggio	Tipologia
Bagnatica - Via delle Groane	M
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	M
Bergamo - Via Linneo	M
Bergamo - Via Quasimodo	M
Bergamo - via Canovine ¹	M
Seriate (Cassinone) - via Basse ²	M

Tabella 1: tipologia delle centraline di misura.

Non essendo la Commissione Aeroportuale di Orio al Serio ancora pervenuta alla definizione di alcuna procedura antirumore, non si è potuto per il momento individuare stazioni di tipo V.

¹ La stazione di Bergamo – via Canovine è entrata in funzione a partire dal 26/02/2008.

² La stazione di Seriate (Cassinone) è entrata in funzione a partire dallo 01/07/2008.

1.3. Identificazione delle tre settimane di massimo traffico per l'anno 2008

Per la corretta valutazione dell'indice LVA è necessario determinare (ai sensi del DM 31/10/97) le tre settimane di maggior traffico (Tabella 2), ricavate dall'analisi dei tracciati radar forniti dalla società di gestione aeroportuale (SACBO).

Le tre settimane identificate sono riportate nella Tabella 2 unitamente al numero dei movimenti individuati da ARPA e da SACBO.

Settimana	Movimenti (ARPA)	Movimenti (SACBO)
03 – 09 Gennaio 2008	1277	1295
23 – 29 Aprile 2008	1315	1334
09 – 15 Giugno 2008	1384	1397

Tabella 2: elenco delle tre settimane di maggior traffico.

1.4. Modalità di identificazione degli eventi sonori

Un evento viene individuato e registrato dalla stazione di misura se il livello pressione sonora ponderato A supera continuamente una certa soglia per una determinata durata minima.

Le impostazioni di soglia e di durata dell'evento sono scelte opportunamente per ciascuna postazione come riportato nella Tabella 3.

Stazione di Monitoraggio	Soglia (dBA)	Durata Minima (s)
Bagnatica - Via delle Groane	70	7
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	63	10
Bergamo - Via Linneo	71	9
Bergamo - Via Quasimodo	63	9
Bergamo - Via Canovine	63	7
Seriate (Cassinone) - Via Basse	63	10

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

Queste impostazioni possono comunque dare luogo all'identificazione di eventi che non sono di natura aeroportuale (falsi positivi).

Per questo motivo i dati connessi agli “eventi” devono essere correlati con le operazioni aeree, utilizzando le informazioni ottenute dai tracciati radar oppure, in assenza di questi, dai tabulati della base dati volo (BDV) fornita dall’ente gestore.

1.5. Sensibilità ai movimenti aerei

Il DM 20/5/99 indica che le centraline di misura debbano essere poste in corrispondenza delle traiettorie di decollo/atterraggio. Questa caratteristica impone, prima della collocazione delle centraline, un’accurata analisi del territorio circostante l’aeroporto e delle procedure di volo.

La corretta ubicazione delle stazioni di misura è una condizione necessaria per un’adeguata funzionalità del sistema. Il posizionamento delle centraline di tipo M in corrispondenza delle traiettorie dell’aeroporto di Orio al Serio è riportato nella Tabella 4, nella quale sono indicate con la lettera D le piste di decollo (D28 e D10) e con la lettera A le piste di atterraggio (A28 e A10).

Stazione di monitoraggio	D28	A10	D10	A28
Bagnatica - Via delle Groane			✓	✓
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	✓	✓	✓	✓
Bergamo - Via Linneo	✓	✓		
Bergamo - Via Quasimodo	✓	✓		
Bergamo - Via Canovine	✓	✓		
Seriate (Cassinone) - Via Basse			✓	✓

Tabella 4: collocazione delle stazioni di misura in corrispondenza delle traiettorie.

Secondo quanto riportato dalla società di gestione SACBO la stazione di Orio al Serio risulta essere sensibile, sebbene in percentuale ridotta, anche ad alcune operazioni D10 e A28.

Nella Tabella 5 viene invece effettuata una descrizione del sito delle stazioni M del sistema di monitoraggio di SACBO.

Stazione di monitoraggio	Descrizione
Bagnatica - Via delle Groane	Lo strumento è stato posto in un’area rurale nei pressi di una strada a traffico locale. Più precisamente il fonometro è stato installato sulla cancellata di un edificio ad un’altezza di circa 6 metri dal livello del suolo.

Stazione di monitoraggio	Descrizione
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	<p>Lo strumento è stato posto all'ultimo piano di un edificio residenziale.</p> <p>Il fonometro è stato installato sul balcone della mansarda (il tetto è spiovente) ad un'altezza di circa 4 metri dal livello del balcone.</p>
Bergamo - Via Linneo	<p>Lo strumento è posizionato all'interno del giardino di una scuola materna. Il microfono è posto ad un'altezza di circa 6 metri.</p> <p>Possibili disturbi potrebbero essere dati dalla presenza di un campanile nelle vicinanze e di un campo da calcio.</p>
Bergamo - Via Quasimodo	<p>Lo strumento è posizionato all'interno del giardino di un asilo nido. Il microfono è posto ad un'altezza di circa 6 metri.</p> <p>Da segnalare la presenza della circonvallazione posta ad una distanza di circa 300 metri, che influisce in modo non trascurabile sulla situazione acustica.</p>
Bergamo - Via Canovine	<p>La strumentazione è stata posizionata sul tetto di un edificio comunale, su superficie piana, omogenea e riflettente, ad un'altezza di circa tre metri dalla superficie del tetto stesso, in campo libero.</p> <p>La posizione è stata scelta per minimizzare i contributi acustici dovuti agli impianti di condizionamento, alle attività commerciali/industriali presenti in zona e al traffico veicolare.</p>
Seriate (Cassinone) - Via Basse	<p>La strumentazione è stata posizionata sul tetto della rimessa autoveicoli dell'abitazione privata in esame, su superficie piana, omogenea e riflettente, ad un'altezza di circa tre metri dalla superficie del tetto stesso, in campo libero.</p> <p>La posizione è stata scelta per minimizzare i contributi acustici dovuti alle attività commerciali/industriali presenti in zona e al traffico veicolare delle vie limitrofe.</p>

Tabella 5: descrizione della posizione delle stazioni di misura di tipo M.

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 8/808-2005). In alcuni casi le informazioni sono contenute in paragrafi successivi, ai quali si rimanda per l'esame di dettaglio.

2.1. Compatibilità delle caratteristiche

BAGNATICA -VIA DELLE GROANE		
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	A distanza di circa 10 metri dal microfono c'è un edificio a due piani fuori terra
	La superficie su cui è posizionato il microfono è acusticamente riflettente	No
	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 protrate per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere inferiore a 54 dB(A): 78,7 dB(A) - NO
	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 protrate per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere superiore a 64 dB(A): 84,0 dB(A) – 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
	Indicare il numero di ore di funzionamento negli ultimi 12 mesi	Vedi Tabella 9
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	Vedi Tabella 6
	Certificati SIT	Vedi Tabella 6
	Specificare quali parametri sono producibili per le calibrazioni	Data , 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	Ogni 24 ore; 00:00
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	20"
	Specificare la cadenza delle verifiche manuali	Vedi Tabella 9

ORIO AL SERIO - LARGO XXV APRILE		
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	Il microfono è su un palo che si trova sul balcone del secondo piano di un edificio a distanza di 2 metri dalla parete
	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): 70,9 dB(A) - NO
	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): 78,9 dB(A) – SÌ
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
	Indicare il numero di ore di funzionamento negli ultimi 12 mesi	Vedi Tabella 9
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	Vedi Tabella 6
	Certificati SIT	Vedi Tabella 6
	Specificare quali parametri sono producibili per le calibrazioni	Data , 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	Ogni 24 ore; 00:00
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	20"
Specificare la cadenza delle verifiche manuali	Vedi Tabella 9	

BERGAMO – VIA LINNEO		
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	A distanza di circa 15 metri dal microfono c'è un edificio a due piano fuori terra
	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): 82,6 dB(A) – NO
	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): 81,4 dB(A) – SÌ
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
	Indicare il numero di ore di funzionamento negli ultimi 12 mesi	Vedi Tabella 9
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	Pistonfono 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	Vedi Tabella 6
	Certificati SIT	Vedi Tabella 6
	Specificare quali parametri sono producibili per le calibrazioni	Data , 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	Ogni 24 ore; 00:00
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	20"
Specificare la cadenza delle verifiche manuali	Vedi Tabella 9	

BERGAMO – VIA QUASIMODO		
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	A distanza di circa 15 metri dal microfono c'è un edificio a quattro piani fuori terra
	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): 70,5 dB(A) – NO
	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): 84,6 dB(A) – SÌ
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
	Indicare il numero di ore di funzionamento negli ultimi 12 mesi	Vedi Tabella 9
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	Pistonfono 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	Vedi Tabella 6
	Certificati SIT	Vedi Tabella 6
	Specificare quali parametri sono producibili per le calibrazioni	Data , 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	Ogni 24 ore; 00:00
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	20"
Specificare la cadenza delle verifiche manuali	Vedi Tabella 9	

BERGAMO – VIA CANOVINE		
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	Il microfono si trova sul tetto di un edificio in campo libero.
	La superficie su cui è posizionato il microfono è acusticamente riflettente	Sì
	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): n.d.
	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): n.d.
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
	Indicare il numero di ore di funzionamento negli ultimi 12 mesi	Vedi Tabella 9
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	Vedi Tabella 6
	Certificati SIT	Vedi Tabella 6
	Specificare quali parametri sono producibili per le calibrazioni	Data , 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	Ogni 24 ore; 00:00
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	20"
Specificare la cadenza delle verifiche manuali	Vedi Tabella 9	

SERIATE – VIA BASSE		
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	Il microfono si trova sul tetto di un edificio in campo libero.
	La superficie su cui è posizionato il microfono è acusticamente riflettente	Sì
	Statistica del LAF,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): n.d.
	Statistica del LAF,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): n.d.
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
	Indicare il numero di ore di funzionamento negli ultimi 12 mesi	Vedi Tabella 9
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	Vedi Tabella 6
	Certificati SIT	Vedi Tabella 6
	Specificare quali parametri sono producibili per le calibrazioni	Data , 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	Ogni 24 ore; 00:00
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	20"
Specificare la cadenza delle verifiche manuali	Vedi Tabella 9	

2.2. Calibrazione e certificazione SIT

Nella Tabella 6 sono riportati i dati essenziali dei certificati SIT della strumentazione installata presso le stazioni di tipo M.

Stazione di monitoraggio	Strumento	Certificazioni
Bagnatica Via delle Groane	Fonometro 824, Larson&Davis, n.2809 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.73776	Certificato di taratura n. 20980 del centro SIT n.68/E dello 03/04/2007.
Orio al Serio Largo XXV Aprile	Fonometro 824, Larson&Davis, n.2502 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.37286	Certificato di calibrazione n. 2007-92990 dell' 11/05/2007 rilasciato dal costruttore.
Bergamo Via Quasimodo	Fonometro Symphonie CH.1, 01dB, n.5411 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.50278	Certificato di verifica n. CV-DTE-T-07-PVE-29792 della 01dB-Metravib dell' 11/05/2007. Certificato di taratura n. 23064-A del centro SIT n.68/E del 24/6/2008.
	Dal 13/6/2008 al 26/6/2008: Fonometro Symphonie CH.1, 01dB, n.5444	Certificato di verifica n. CV-DTE-T-07-PVE-30389 della 01dB-Metravib del 19/6/2007.
Bergamo Via Linneo	Fonometro Symphonie CH.1, 01dB, n.5372 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.50219	Certificato di verifica n. CV-DTE-T-06-PVE-23730 della 01dB-Metravib del 17/05/2006. Certificato di taratura n. 22922-A del centro SIT n.68/E del 26/05/2008.
	Dal 7/5/2008 al 4/6/2008: Fonometro Symphonie CH.1, 01dB, n.5360	Certificato di verifica n. CV-DTE-T-06-PVE-24077 della 01dB-Metravib del 13/06/2006.
	Dal 7/5/2008 al 4/6/2008: Microfono 41AS, G.R.A.S., n.50254	Attestazione di conformità da Novembre 2007 rilasciata dalla 01dB-Metravib.
Bergamo Via Canovine ³	Fonometro Symphonie CH.1, 01dB, n.1864	Certificato di verifica n. CV-DTE-T-07-PVE-32922 della 01dB-Metravib del 7/11/2007.
	Dal 26/02/2008 al 15/4/2008: Microfono 41AM, G.R.A.S., n.95489	Certificato di calibrazione dello 09/10/2007 rilasciato dal costruttore.

³ La stazione di Bergamo – via Canovine è entrata in funzione a partire dal 26/02/2008.

	Dal 15/04/08: Microfono 41AM, G.R.A.S., n.51398	Certificato di calibrazione dello 08/04/2008 rilasciato dal costruttore.
Seriata (Cassinone) Via Basse ⁴	Dallo 01/07/2008 al 15/07/2008: Fonometro Symphonie CH.1, 01dB, n.5444	Certificato di verifica n. CV- DTE-T-07-PVE-30389 della 01dB-Metravib del 19/06/2007.
	Dal 15/07/2008: Fonometro Symphonie CH.1, 01dB, n.5360 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.50254	Certificato di taratura n. 23132- A del centro SIT n.68/E dello 09/07/2008.

Tabella 6: certificazioni SIT per le stazioni di tipo M.

2.3. Eventi correlati rispetto al numero di movimenti

Nel paragrafo 4.4 delle linee guida (DGR 8/808-2005) vengono riportati i criteri di determinazione del numero delle stazioni di misura di tipo M da installare in modo da consentire un'efficiente correlazione tra eventi rumorosi e tutte le traiettorie che interessano lo scalo aeroportuale.

Come verifica della localizzazione e delle operazioni di correlazione viene suggerito l'utilizzo delle seguenti disuguaglianze, rispettivamente per decolli ed atterraggi:

$$N_{EC}(D) < N_D \cdot \sum_i N_{OP}(D, SID_i);$$

$$N_{EC}(A) < N_A \cdot \sum_j N_{OP}(A, RWY_j).$$

Dove:

- $N_{EC}(D)$: numero di eventi correlati alle operazioni di decollo;
- $N_{OP}(D, SID_i)$: numero di stazioni sensibili⁵ alle operazioni di decollo lungo la SID i-esima;
- N_D : numero di operazioni di decollo;
- $N_{EC}(A)$: numero di eventi correlati alle operazioni di atterraggio;
- $N_{OP}(A, RWY_j)$: numero di stazioni sensibili alla singola operazione di atterraggio per la pista RWY j-esima;
- N_A : numero di operazioni di atterraggio.

Questa procedura consente di verificare che il numero di correlazioni effettuate (a sinistra della disuguaglianza) non sia superiore al numero costituito dalla combinazione di tutti i sorvoli su tutte le stazioni di misura (a destra della disuguaglianza).

In condizioni ideali a ciascun movimento aereo che avviene lungo una determinata traiettoria (SID_i o RWY_j) corrisponde una serie di eventi acustici rilevati dalle stazioni di misura che sono sensibili a

⁴ La stazione di Seriate (Cassinone) è entrata in funzione a partire dallo 01/07/2008

⁵ Per stazione sensibile si intende una stazione la cui localizzazione e configurazione è tale da consentire la rilevazione del movimento aereo come evento rumoroso.

quella traiettoria. Conseguentemente, tutti – e soli – questi eventi potranno essere correlati alle operazioni aeree.

Nel caso reale, tuttavia, possono verificarsi condizioni tali per cui un aereo non provochi eventi rumorosi su una (o più) stazioni sensibili; di conseguenza non sarà possibile ottenere un numero di eventi rumorosi correlati (N_{EC}) pari al numero di eventi ideali né tanto meno superiore al numero di tutti i sorvoli su tutte le stazioni di misura.

Settimana	Decolli		Atterraggi	
	$N_{EC}(D)$	$N_D \Sigma N_{OP}(D, SID_i)$	$N_{EC}(A)$	$N_A \Sigma N_{OP}(A, RWY_j)$
03 – 09 Gennaio 2008	1647	3798	741	3870
23 – 29 Aprile 2008	1687	3882	796	4002
09 – 15 Giugno 2008	1679	4110	806	4200

Tabella 7: analisi del numero di eventi correlati rispetto alle operazioni aeree.

Come si può osservare dall'esame della Tabella 7, il numero di eventi correlati è complessivamente inferiore al numero delle correlazioni possibili, il che indica che le operazioni di correlazione sono efficaci. Per quanto riguarda gli atterraggi, però, si rileva un valore di eventi correlati più basso rispetto ai decolli, probabilmente dovuto al fatto che i primi sono più difficilmente rilevabili.

2.4. Statistica degli eventi sonori

La statistica dei livelli L_{AFmax} degli eventi sonori consente di identificare se le distribuzioni dei due macro gruppi di eventi, denominati falsi positivi e correlati, siano in qualche modo confondibili.

Nella Tabella 8 viene mostrato il confronto tra il 95° percentile della distribuzione dei falsi positivi, ovvero di quegli eventi considerati aeronautici ma dovuti in realtà ad altre sorgenti, rispetto al 5° percentile della distribuzione degli eventi correlati.

Stazione	$L_{AF,Max,NC,95} =$ 95° non correlati (dBA)	$L_{AF,Max,C,5} =$ 5° correlati (dBA)	$N_{NC,95}$ per cui $L_{AF,Max} > L_{AF,Max,NC,95}$	$N_{C,5}$ per cui $L_{AF,Max} > L_{AF,Max,C,5}$
Bagnatica Via delle Groane	86,2	77,4	3	2188
Orio al Serio Largo XXV Aprile	79,1	69,9	25	2026
Bergamo Via Linneo	91,4	77,0	8	1397

Bergamo Via Quasimodo	91,9	79,1	23	1377
--------------------------	------	------	----	------

Tabella 8: confronto delle distribuzioni di L_{AFmax} degli eventi correlati e degli eventi “falsi positivi”.

Dalla Tabella 8 si osserva che è possibile confondere i falsi positivi, ottenendo una correlazione con eventi non aeronautici, dall’analisi dei livelli massimi misurati. La frequenza assoluta degli eventi non correlati superiori al 95° percentile, soprattutto se rapportata alla frequenza degli eventi correlati inferiori al 5° percentile, rende tale possibilità piuttosto remota, soprattutto nei casi di Bagnatica e via Linneo. Tuttavia si segnala una significatività di questo rapporto nel caso della stazione di Orio al Serio, dovuta al posizionamento della stazione, che la rende sensibile ai movimenti su pista degli aerei.

2.5. Continuità delle rilevazioni

Per le stazioni di tipo M in Tabella 9 sono riportati i giorni in cui sono state effettuate le calibrazioni manuali e il numero delle ore, riportato in termini percentuali, dell’effettivo funzionamento delle stazioni relativi all’anno 2008.

Stazione	Calibrazione	Funzionamento %
Bagnatica Via delle Groane	05/02/2008 18/03/2008 28/04/2008 04/06/2008 26/06/2008 15/07/2008 27/08/2008 26/09/2008 07/11/2008 26/11/2008 19/12/2008	99.4
Orio al Serio Largo XXV Aprile	05/02/2008 18/03/2008 27/03/2008 28/04/2008 04/06/2008 26/06/2008 15/07/2008 27/08/2008 26/09/2008 07/11/2008 26/11/2008 19/12/2008	97.7

Stazione	Calibrazione	Funzionamento %
Bergamo Via Linneo	26/02/2008 18/03/2008 28/04/2008 04/06/2008 26/06/2008 15/07/2008 02/09/2008 26/09/2008 07/11/2008 26/11/2008 19/12/2008	98.6
Bergamo Via Quasimodo	26/02/2008 18/03/2008 28/04/2008 13/06/2008 26/06/2008 24/07/2008 27/08/2008 26/09/2008 07/11/2008 26/11/2008 19/12/2008	95.8
Bergamo Via Canovine ⁶	26/02/2008 18/03/2008 15/04/2008 28/04/2008 04/06/2008 26/06/2008 15/07/2008 02/09/2008 12/09/2008 16/09/2008 26/09/2008 07/11/2008 26/11/2008 19/12/2008	93.8
Seriate (Cassinone) Via Basse ⁷	26/06/2008 15/07/2008 02/09/2008 26/09/2008 07/11/2008 26/11/2008 19/12/2008	98.8

Tabella 9: funzionamento in ore per le stazioni di tipo M.

⁶ La percentuale di funzionamento è calcolata a partire dal momento della messa in funzione della centralina, dal mese di marzo 2008.

⁷ La percentuale di funzionamento è calcolata a partire dal momento della messa in funzione della centralina, dal mese di luglio 2008.

La percentuale prevista dalle Linee guida (98%) viene raggiunta dalle postazioni di Bagnatica, Bergamo – Via Linneo e Seriate. Per le altre si osservano percentuali comunque elevate, anche se inferiori al limite di eccellenza richiesto.

Per quanto riguarda le calibrazioni manuali si segnala che le stesse vengono eseguite con frequenza praticamente mensile, in ottemperanza alle Linee guida che prevedono una frequenza almeno trimestrale.

Nella Tabella 10 sono invece riportate le interruzioni occorse presso i punti di misura durante l'anno 2008.

Stazione di misura	Data	Interruzioni (descrizione SACBO)
Bagnatica Via delle Groane	18/03/2008	Mic sost
	15/07/2008	Pwr Dwn - Thunderstorm
	04/08/2008	Problema configurazione 824
Orio al Serio Largo XXV Aprile	01/01/2008	Pwr Down
	31/01/2008	Problemi acquisizione SW
	22/03/2008	PC breakdown sostituito
	04/05/2008	Problemi acquisizione SW
	06/11/2008	Pwr Down
Bergamo Via Linneo	01/01/2008	Pwr Down
	20/03/2008	Problemi acquisizione SW
	31/03/2008	Problemi acquisizione SW
	28/04/2008	AC001 - NOCheck
	08/06/2008	Problemi acquisizione SW
	12/06/2008	Problemi acquisizione SW
	26/08/2008	High Temp - Alim scattato
Bergamo Via Quasimodo	01/01/2008	Pwr Down
	07/01/2008	Problemi acquisizione SW
	11/01/2008	Problemi acquisizione SW
	18/01/2008	Pwr Down
	26/01/2008	Pwr Down
	29/02/2008	Pwr Down
	29/04/2008	AC001 Pwr Dwn
	12/07/2008	Pwr Down - Thunderstorm
	24/07/2008	AC001 Crash
	31/07/2008	Pwr Down - Thunderstorm
Bergamo Via Canovine	13/02/2008	Installaz
	10/04/2008	Problemi alimentazione AC001 - elezioni
	06/05/2008	Blocco SO
	04/07/2008	High Temp - Alim scattato
	15/07/2008	High Temp - Alim scattato
	17/07/2008	Problemi elettrici utenza - alimentatore dwn
	09/09/2008	Blocco SO problemi elettrici utenza - pc breakdown - sostituito
	15/10/2008	Problemi elettrici utenza - alimentatore dwn

Stazione di misura	Data	Interruzioni (descrizione SACBO)
	07/11/2008	Cavo AC001-Symphonie change
Seriato (Cassinone) Via Basse	28/06/2008	Installaz
	13/11/2008	Blocco SO

Tabella 10: Interruzioni delle rilevazioni presso i punti di misura.

Tra periodi di inattività più lunghi si segnalano:

- **Orio al Serio:** dal 22 al 27/03 per la sostituzione del PC a causa di un break down.
- **Via Quasimodo:** dal 18 al 22/01 per interruzione dell'alimentazione;
dal 26 al 30/01 per interruzione dell'alimentazione.
- **Via Canovine:** dal 10 al 15/04 per problemi di alimentazione;
dal 9 al 16/09 per problemi elettrici utenza e per la sostituzione del PC;
dal 15 al 20/10 per problemi elettrici utenza

2.6. 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).

Secondo quanto riportato dalle analisi di correlazione effettuate da ARPA a partire dai dati grezzi dei rilievi fonometrici della rete SACBO si ha una percentuale N_c/N pari a 97%.

Un'altra valutazione possibile riguarda la differenza tra LVA_j ottenuto a monte delle operazioni di correlazione (LVA_{j_nc}) e quello ottenuto dopo le operazioni di correlazione (LVA_{j_c}). In questo modo è possibile valutare l'eventuale influenza di falsi positivi sui dati di LVA_j che concorrono alla determinazione del parametro LVA. Nelle Tabelle seguenti sono riportati i valori ottenuti dalle analisi di correlazione ARPA a partire dai dati grezzi e dai movimenti desunti dalle tracce radar. Sono stati indicati con il simbolo (\ast) i giorni in cui i dati sono stati persi a causa di un malfunzionamento. Si può osservare la presenza di eventi non correlabili nelle stazioni di Linneo e Quasimodo (valor medio di ΔL rispettivamente $\approx 1,5$ dBA e $\approx 0,8$ dBA) che determina una differenza rilevante tra i due valori di LVA_j . In particolare si segnala una differenza sensibile tra i due valori per la stazione di Linneo nel giorno 11/06/2008 ($\Delta L \approx 10,8$ dBA), dovuta alla presenza di alcuni eventi rumorosi di origine non aeronautica. Viceversa a Bagnatica e Orio al Serio le differenze tra i due valori di LVA_j sono decisamente più contenute (valor medio di ΔL rispettivamente $< 0,1$ dBA e $\approx 0,2$ dBA).

Bagnatica - via delle Groane			
Data	LVA_{j,c}	LVA_{j,nc}	ΔL
03/01/2008	67,7	67,7	0,0
04/01/2008	67,7	67,7	0,0
05/01/2008	67,7	67,7	0,0
06/01/2008	63,8	63,8	0,0
07/01/2008	66,6	66,9	0,3
08/01/2008	68,8	68,8	0,0
09/01/2008	68,7	68,7	0,0
23/04/2008	69,3	69,3	0,0
24/04/2008	69,4	69,5	0,1
25/04/2008	68,1	68,2	0,1
26/04/2008	63,5	63,5	0,0
27/04/2008	64,6	64,7	0,1
28/04/2008	68,3	68,3	0,0
29/04/2008	70,1	70,1	0,0
09/06/2008	68,0	68,1	0,1
10/06/2008	69,9	69,9	0,0
11/06/2008	68,7	68,7	0,0
12/06/2008	69,1	69,1	0,0
13/06/2008	69,0	69,0	0,0
14/06/2008	65,9	66,0	0,1
15/06/2008	65,5	65,5	0,0

Orio al Serio - largo XXV Aprile			
Data	LVA_{j,c}	LVA_{j,nc}	ΔL
03/01/2008	64,7	64,8	0,1
04/01/2008	64,8	64,9	0,1
05/01/2008	61,5	61,6	0,1
06/01/2008	63,2	63,4	0,2
07/01/2008	62,4	62,6	0,2
08/01/2008	62,3	62,6	0,3
09/01/2008	60,5	60,7	0,2
23/04/2008	65,6	65,8	0,2
24/04/2008	62,5	63,2	0,7
25/04/2008	59,8	60,0	0,2
26/04/2008	59,2	59,2	0,0
27/04/2008	59,6	59,8	0,2
28/04/2008	61,2	61,7	0,5
29/04/2008	63,1	63,4	0,3
09/06/2008	59,8	59,9	0,1
10/06/2008	58,4	58,5	0,1
11/06/2008	58,6	59,0	0,4
12/06/2008	61,0	61,4	0,4
13/06/2008	62,6	63,0	0,4
14/06/2008	59,9	60,2	0,3
15/06/2008	61,5	61,7	0,2

Bergamo - via Linneo			
Data	LVA_{j,c}	LVA_{j,nc}	ΔL
03/01/2008	63,3	63,4	0,1
04/01/2008	64,0	64,1	0,1
05/01/2008	61,1	62,3	1,2
06/01/2008	62,7	64,2	1,5
07/01/2008	60,5	61,7	1,2
08/01/2008	60,7	60,8	0,1
09/01/2008	59,9	60,3	0,4
23/04/2008	61,8	62,7	0,9
24/04/2008	60,3	60,6	0,3
25/04/2008	60,7	61,9	1,2
26/04/2008	59,3	61,7	2,4
27/04/2008	60,1	62,3	2,2
28/04/2008	61,5	61,9	0,4
29/04/2008	61,7	62,1	0,4
09/06/2008	✖	✖	n.d.
10/06/2008	59,9	61,1	1,2
11/06/2008	60,1	70,9	10,8
12/06/2008	59,6	60,9	1,3
13/06/2008	✖	✖	n.d.
14/06/2008	61,1	62,7	1,6
15/06/2008	63,7	65,0	1,3

Bergamo - via Quasimodo			
Data	LVA_{j,c}	LVA_{j,nc}	ΔL
03/01/2008	66,2	66,5	0,3
04/01/2008	66,4	67,4	1,0
05/01/2008	63,0	63,7	0,7
06/01/2008	65,1	65,7	0,6
07/01/2008	✖	✖	n.d.
08/01/2008	✖	✖	n.d.
09/01/2008	62,8	63,9	1,1
23/04/2008	64,1	65,0	0,9
24/04/2008	63,3	64,0	0,7
25/04/2008	63,2	64,0	0,8
26/04/2008	61,9	62,9	1,0
27/04/2008	62,9	63,7	0,8
28/04/2008	64,2	64,9	0,7
29/04/2008	✖	✖	n.d.
09/06/2008	64,3	64,9	0,6
10/06/2008	62,6	63,3	0,7
11/06/2008	63,1	64,2	1,1
12/06/2008	62,4	63,5	1,1
13/06/2008	63,1	64,5	1,4
14/06/2008	63,2	63,9	0,7
15/06/2008	65,3	65,8	0,5

2.7. Validazione del dato di LVA 2008

I dati grezzi delle misure fonometriche delle centraline gestite da SACBO sono stati rielaborati con due diversi programmi al fine di ottenere il riconoscimento degli eventi (SARA per SACBO e NOISEWORK per ARPA).

In seguito al riconoscimento degli eventi sono state fatte le correlazioni con gli eventi aeronautici documentati dalle tracce radar e/o dalla Base Dati Voli.

Nelle tabelle che seguono sono riportati i valori di LVA_j per ogni giorno delle tre settimane, calcolati attraverso le correlazioni eseguite dalla società di gestione SACBO e da ARPA. Sono stati indicati con il simbolo (✖) i giorni in cui i dati sono stati persi a causa di un malfunzionamento. La differenza ΔL si riferisce al dato calcolato da SACBO a cui viene sottratto quello di ARPA.

Dall'analisi delle tabelle si riscontra una buona concordanza tra i dati delle due elaborazioni per tutte le centraline (scarto quadratico medio di $\Delta L < 0,3$ dBA per tutte le centraline).

Bagnatica - Via delle Groane			
Data	LVA_j (ARPA)	LVA_j (SACBO)	ΔL
03/01/2008	67,7	67,7	0,0
04/01/2008	67,7	67,7	0,0
05/01/2008	67,7	67,7	0,0
06/01/2008	63,8	63,8	0,0
07/01/2008	66,6	66,9	0,3
08/01/2008	68,8	68,8	0,0
09/01/2008	68,7	68,7	0,0
23/04/2008	69,3	69,2	-0,1
24/04/2008	69,4	69,4	0,0
25/04/2008	68,1	68,2	0,1
26/04/2008	63,5	63,5	0,0
27/04/2008	64,6	64,7	0,1
28/04/2008	68,3	68,3	0,0
29/04/2008	70,1	70,2	0,1
09/06/2008	68,0	68,0	0,0
10/06/2008	69,9	69,9	0,0
11/06/2008	68,7	68,7	0,0
12/06/2008	69,1	69,1	0,0
13/06/2008	69,0	69,0	0,0
14/06/2008	65,9	66,0	0,1
15/06/2008	65,5	65,5	0,0

Orio al Serio - Largo XXV Aprile			
Data	LVA_j (ARPA)	LVA_j (SACBO)	ΔL
03/01/2008	64,7	64,8	0,1
04/01/2008	64,8	64,9	0,1
05/01/2008	61,5	61,0	-0,5
06/01/2008	63,2	63,2	0,0
07/01/2008	62,4	62,4	0,0
08/01/2008	62,3	62,6	0,3
09/01/2008	60,5	60,8	0,3
23/04/2008	65,6	65,6	0,0
24/04/2008	62,5	62,5	0,0
25/04/2008	59,8	59,7	-0,1
26/04/2008	59,2	59,0	-0,2
27/04/2008	59,6	59,6	0,0
28/04/2008	61,2	61,0	-0,2
29/04/2008	63,1	63,1	0,0
09/06/2008	59,8	59,6	-0,2
10/06/2008	58,4	58,2	-0,2
11/06/2008	58,6	58,5	-0,1
12/06/2008	61,0	60,0	-1,0
13/06/2008	62,6	62,4	-0,2
14/06/2008	59,9	59,8	-0,1
15/06/2008	61,5	61,5	0,0

Bergamo - via Linneo			
Data	LVA_j (ARPA)	LVA_j (SACBO)	ΔL
03/01/2008	63,3	63,3	0,0
04/01/2008	64,0	64,0	0,0
05/01/2008	61,1	61,0	-0,1
06/01/2008	62,7	63,0	0,3
07/01/2008	60,5	60,6	0,1
08/01/2008	60,7	60,7	0,0
09/01/2008	59,9	60,2	0,3
23/04/2008	61,8	62,0	0,2
24/04/2008	60,3	60,5	0,2
25/04/2008	60,7	60,9	0,2
26/04/2008	59,3	59,8	0,5
27/04/2008	60,1	60,3	0,2
28/04/2008	61,5	61,6	0,1
29/04/2008	61,7	61,7	0,0
09/06/2008	✖	✖	n.d.
10/06/2008	59,9	60,0	0,1
11/06/2008	60,1	60,1	0,0
12/06/2008	59,6	59,5	-0,1
13/06/2008	✖	✖	n.d.
14/06/2008	61,1	61,2	0,1
15/06/2008	63,7	64,1	0,4

Bergamo - via Quasimodo			
Data	LVA_j (ARPA)	LVA_j (SACBO)	ΔL
03/01/2008	66,2	66,2	0,0
04/01/2008	66,4	66,4	0,0
05/01/2008	63,0	63,1	0,1
06/01/2008	65,1	65,1	0,0
07/01/2008	✖	✖	n.d.
08/01/2008	✖	✖	n.d.
09/01/2008	62,8	62,9	0,1
23/04/2008	64,1	64,4	0,3
24/04/2008	63,3	63,3	0,0
25/04/2008	63,2	63,2	0,0
26/04/2008	61,9	61,9	0,0
27/04/2008	62,9	63,0	0,1
28/04/2008	64,2	64,2	0,0
29/04/2008	✖	✖	n.d.
09/06/2008	64,3	64,3	0,0
10/06/2008	62,6	62,6	0,0
11/06/2008	63,1	63,1	0,0
12/06/2008	62,4	62,4	0,0
13/06/2008	63,1	63,4	0,3
14/06/2008	63,2	63,3	0,1
15/06/2008	65,3	65,5	0,2

Seguendo i criteri riportati nella Tabella 12 delle Linee guida regionali è possibile determinare il valore dell'indice LVA per le seguenti stazioni:

Stazione di monitoraggio	LVA (SACBO)	LVA (ARPA)
Bagnatica - Via delle Groane	68,0	68,0
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	62,0	62,0
Bergamo - Via Linneo	61,5	61,5 ⁸
Bergamo - Via Quasimodo	64,1	64,0 ⁹

Tabella 11: calcolo dell'indice LVA per l'anno 2008.

Si rileva quindi un'ottima concordanza tra i valori di LVA calcolati da ARPA e dalla Società di Gestione dell'aeroporto.

Poiché le centraline di Bergamo – via Canovine e Seriate – Via Basse sono entrate in funzione nel corso dell'anno 2008, non è stato possibile effettuare il calcolo dell'indice LVA. Si rimanda all'anno successivo per la valutazione di tale parametro anche per le sopra citate stazione di misura.

⁸ A causa della mancanza di dati per 2 giorni non consecutivi nella stessa settimana, il dato di LVA è stato calcolato sulla base dei restanti 5 giorni della settimana stessa e applicando le correzioni indicate dalla DGR 8/808.

⁹ A causa della mancanza di dati per 2 giorni consecutivi nella prima settimana e di un giorno nella seconda, il dato di LVA è stato calcolato sulla base dei giorni rimanenti per ciascuna settimana in esame e applicando le correzioni indicate dalla DGR 8/808.

3. CONCLUSIONI

Il sistema di monitoraggio dell'aeroporto di Orio al Serio è in grado di rilevare le rumorosità dovuta alla movimentazione dello scalo, sia per le fasi di decollo sia per quelle di atterraggio.

La DGR 8/808-2005 costituisce un insieme di indicazioni che riguardano tutti gli aspetti del monitoraggio del rumore aeroportuale. Sulla base dei suoi contenuti è possibile valutare la conformità delle postazioni alle linee guida, come riassunto nella seguente tabella.

Stazione di monitoraggio	Tipologia proposta	Possibilità di calcolo LVA	Caratteristiche funzionamento	Caratteristiche posizione
Bagnatica Via delle Groane	M	SI'	SI'	SI'
Orio al Serio Largo XXV Aprile	M	SI'	NO	SI'
Bergamo Via Linneo	M	SI'	SI'	SI'
Bergamo Via Quasimodo	M	SI'	NO	SI'
Bergamo Via Canovine	M	NO ¹⁰	NO	SI'
Seriate Via Basse	M	NO ¹⁰	SI'	SI'

Nel complesso risultano conformi alle Linee guida due stazioni su quattro. In merito alle due stazioni (Bergamo – Via Canovine e Seriate – Via Basse), si rileva la sostanziale conformità ai requisiti richiesti dalle linee guida e si rimanda la verifica dell'indice LVA all'anno successivo, poiché le stazioni sono entrate in funzione nel corso del 2008.

Va inoltre sottolineato che la non conformità alle Linee guida delle stazioni di misura di tipo M è dovuta unicamente al mancato raggiungimento del valore minimo delle ore di monitoraggio richiesto dalle Linee guida (98%) pur essendo tale numero elevato nel complesso. Si ricorda che questo valore rappresenta un limite di eccellenza per tutti i sistemi di monitoraggio.

¹⁰ Il calcolo dell'indice LVA non è stato possibile perché la centralina è entrata in funzione nel corso dell'anno.