

ARPA Lombardia – Settore Aria e Agenti Fisici

Rapporto tecnico

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

Sistema di Bergamo - Orio al Serio

BGY-2-2010

Il Dirigente

U.O. Agenti Fisici

Dott.ssa Silvana Angius

Redazione del Rapporto ed elaborazione dei dati

Dott. Emanuele Galbusera

Ing. Roberta Pollini

SOMMARIO

1.	INTRODUZIONE	15
2.	IL MONITORAGGIO DEL RUMORE	18
2.1.	<i>Componenti del sistema di monitoraggio</i>	<i>18</i>
2.2.	<i>Determinazione della tipologia delle stazioni di misura</i>	<i>22</i>
2.3.	<i>Identificazione delle tre settimane di massimo traffico per il 2010</i>	<i>33</i>
2.4.	<i>Modalità di identificazione degli eventi sonori</i>	<i>39</i>
2.5.	<i>Sensibilità ai movimenti aerei</i>	<i>45</i>
3.	VERIFICA DELLE STAZIONI DI MISURA.....	58
3.1.	<i>Compatibilità delle caratteristiche.....</i>	<i>60</i>
3.2.	<i>Calibrazione e certificazione SIT.....</i>	<i>101</i>
3.3.	<i>Eventi correlati rispetto al numero di movimenti</i>	<i>108</i>
3.4.	<i>Statistica degli eventi sonori</i>	<i>125</i>
3.5.	<i>Continuità delle rilevazioni.....</i>	<i>136</i>
3.6.	<i>Valutazione delle correlazioni.....</i>	<i>153</i>
3.7.	<i>Validazione del dato di LVA 2010.....</i>	<i>164</i>
4.	CONCLUSIONI	182

1. INTRODUZIONE

Il presente rapporto riguarda la verifica di conformità per il sistema di monitoraggio del rumore aeroportuale di Bergamo - Orio al Serio riferita all'anno 2010. La sperimentazione avviata a fine settembre 2009 è stata in vigore per tutto il 2010 e in data 22/11/2010 è stata definitivamente approvata la zonizzazione aeroportuale.

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

2. IL MONITORAGGIO DEL RUMORE

2.1. Componenti del sistema di monitoraggio

Il sistema di monitoraggio relativo all'aeroporto di Orio al Serio per l'anno 2010 è costituito da un totale di 6 stazioni di misura posizionate in corrispondenza delle traiettorie di decollo e di atterraggio.

La Figura 1 rappresenta una panoramica generale del sistema di monitoraggio e riporta le traiettorie di decollo e di atterraggio acusticamente distinguibili.

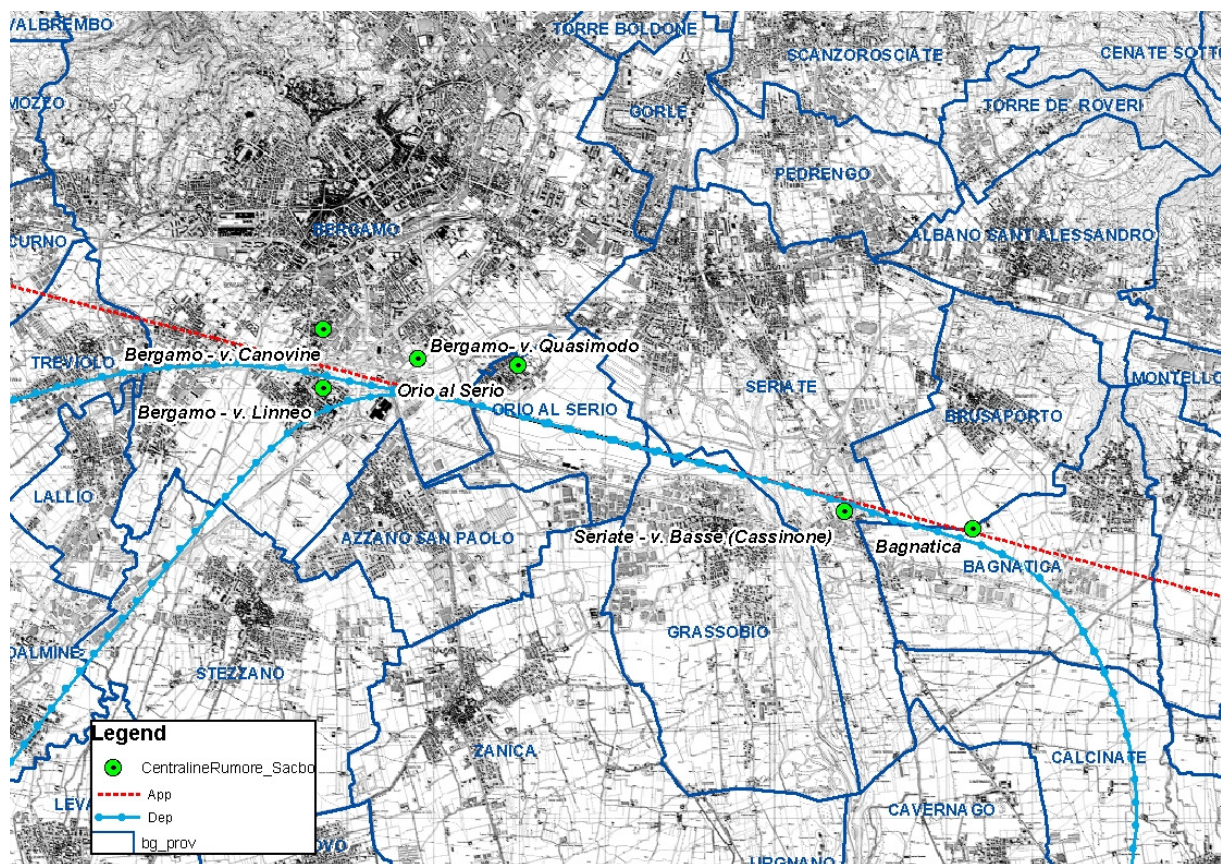


Figura 1: Traiettorie acusticamente distinguibili e loro nomenclatura; sono rappresentate anche tutte le stazioni di monitoraggio (Tipo M).

2.2. Determinazione della tipologia delle stazioni di misura

Nel paragrafo 2.2 delle linee guida (DGR 808/2005) vengono introdotte le definizioni delle tre tipologie di stazioni di monitoraggio che, in base agli scopi specifici e 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 L_{VA} ;
- 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. 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	M
Seriate (Cassinone) - via Basse	M

Tabella 1: Tipologia delle centraline di misura.

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

2.3. Identificazione delle tre settimane di massimo traffico per il 2010

Per la corretta valutazione dell'indice L_{VA} è necessario determinare (ai sensi del DM 31/10/97) le tre settimane di maggior traffico, ricavate dall'analisi dei dati forniti dalla Società di gestione aeroportuale (SACBO).

La modalità di identificazione delle settimane si è articolata in tre fasi: nella prima fase sono stati acquisiti i movimenti aerei registrati dal sistema radar di ENAV e sono stati validati attraverso delle procedure specifiche di controllo per essere inseriti nel SIDAC (Sistema Informativo Dati Aeroportuali del CRISTAL); nella seconda fase sono stati conteggiati i movimenti totali per ciascuna settimana e sono state confrontate le settimane risultanti con quelle identificate da SACBO. Nonostante tale identificazione sia operata da SACBO sui movimenti totali e non su quelli validati come da procedura ARPA, per il 2010 le settimane individuate sono le stesse, come mostrato nella tabella seguente.

Settimana	ARPA		SACBO
	Movimenti validi	Movimenti totali	Movimenti totali
13 Ottobre 2010 - 19 Ottobre 2010	1362	1364	1360
17 Maggio 2010 - 23 Maggio 2010	1384	1391	1370
01 Agosto 2010 - 07 Agosto 2010	1506	1506	1492

Tabella 2: Elenco delle tre settimane di maggior traffico

2.4. Modalità di identificazione degli eventi sonori

Un evento viene individuato e registrato dalla stazione di misura se il livello di pressione sonora ponderato A supera continuamente una certa soglia per una determinata durata minima. Le impostazioni di soglia (dBA) e di durata dell'evento sono scelte opportunamente per ciascuna postazione, come riportato nella Tabella 3.

STAZIONE DI MONITORAGGIO	TIPOLOGIA	SOGLIA (dBA)	DURATA MINIMA (s)
Bagnatica - Via delle Groane	M	70	7
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	M	63	10
Bergamo - Via Linneo	M	71	9
Bergamo - Via Quasimodo	M	63	9
Bergamo - Via Canovine	M	63	7
Seriate (Cassinone) - Via Basse	M	63	10

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

Queste impostazioni possono dare luogo all'identificazione di eventi che non sono di natura aeroportuale (falsi positivi). Per questo motivo i dati connessi agli "eventi sonori" devono essere correlati alle operazioni aeree, utilizzando le informazioni ottenute dai tracciati radar, oppure, in assenza di questi ultimi, dai tabulati della base dati volo (BDV) fornita dall'ente gestore.

2.5. Sensibilità ai movimenti aerei

Il DM 20/05/99 specifica che le centraline di misura devono 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 Bergamo - Orio al Serio è riportato nella Tabella 4, nella quale sono indicate con la lettera D le piste di decollo (D28, D10) e con la lettera A le piste di atterraggio (A10, A28).

Stazione di monitoraggio	D28			A10	A28	D10
	220	267	TZO 044			
Bagnatica - Via delle Groane					✓	✓
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	✓	✓	✓	✓	✓ ¹	✓
Bergamo - Via Linneo	✓	✓	✓	✓		
Bergamo - Via Quasimodo	✓	✓	✓	✓		
Bergamo - Via Canovine	✓	✓	✓ ²	✓		
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 relative alle piste D10 e A28.

Nella Tabella 5 sono descritti i siti delle stazioni M del sistema di monitoraggio di SACBO.

¹ Stazione sensibile solo parzialmente alle operazioni di atterraggio che avvengono su pista 28

² Stazione sensibile parzialmente alle operazioni di decollo che seguono la SID TZO 044

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.
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	Lo strumento è stato posto all'ultimo piano di un edificio residenziale. Il fonometro è stato installato sul balcone della mansarda (il tetto è spiovente) ad un'altezza di circa 4 metri dal livello del balcone.
Bergamo - Via Linneo	Lo strumento è posizionato all'interno del giardino di una scuola materna. Il microfono è posto ad un'altezza di circa 6 metri. Possibili disturbi potrebbero essere dati dalla presenza di un campanile nelle vicinanze e di un campo da calcio.
Bergamo - Via Quasimodo	Lo strumento è posizionato all'interno del giardino di un asilo nido. Il microfono è posto ad un'altezza di circa 6 metri. Da segnalare la presenza della circonvallazione posta ad una distanza di circa 300 metri, che influisce in modo non trascurabile sulla situazione acustica.
Bergamo - Via Canovine	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. 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.
Seriate (Cassinone) - Via Basse	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. 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.

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

3. 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.

3.1. *Compatibilità delle caratteristiche*

Nelle pagine seguenti è presentata la rispondenza alle caratteristiche previste dalla normativa vigente, in particolare la già citata DGR 808/2005 della Regione Lombardia, per ciascuna stazione di misura di tipo "M". Tale analisi è stata eseguita per le centraline funzionanti nelle 3 settimane a maggior traffico riportate nella Tabella 2.

BAGNATICA -VIA DELLE GROANE		
Tematica	Sottotematica	Tipologia di stazione
		M
	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
UBICAZIONE	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); (79,5 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); (85,9(A) – SI)
	Caratteristiche del microfono:	> 30 mV/Pa
	Caratteristiche del fonometro secondo la norma CEI_UNI 61672	Classe 1
CARATTERISTICHE	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
	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
CALIBRAZIONI	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 – 03:02
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	16"
	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 terzo piano di un edificio (a livello del tetto)
	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 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); (79 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 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 - 00:16
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	15"
	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 30 m dal microfono a Sud e ad Est edifici 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 $L_{AF,Max}$ 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); (79,5 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); (82 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 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 – 03:12
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	16"
	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 m 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); (83,5 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 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 - 03:12
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	16"
	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 piano 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); (70 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); (75,5 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 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 - 03:11
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	16"
	Specificare la cadenza delle verifiche manuali	Vedi Tabella 9

SERiate – VIA BASSE (Cassinone)

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_{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); (71,5 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 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 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 – 00:13
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	16"
	Specificare la cadenza delle verifiche manuali	Vedi Tabella 9

3.2. Calibrazione e certificazione SIT

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

Nome centralina	Strumenti	Certificato
Bagnatica Via delle Groane	Fonometro 824, Larson&Davis, n.2809 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.73776	Certificato di taratura n. 24396-A del centro SIT n.68/E del 14/04/2009
Orio al Serio Largo XXV Aprile	Fonometro 824, Larson&Davis, n.2502 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.37286	Certificato di taratura n. 24508-A del centro SIT n.68/E del 06/05/2009
Bergamo Via Quasimodo	Fonometro Symphonie CH.1, 01dB, n.5411 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.50278	Certificato di taratura n. 23064-A del centro SIT n.68/E del 24/6/2008. Certificato di taratura n.26458-A del centro SIT n.68 del 11/06/2010.
Bergamo Via Linneo	Fonometro Symphonie CH.1, 01dB, n.5372 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.50219	Certificato di taratura n. 22922-A del centro SIT n.68/E del 26/05/2008. Certificato di taratura n.26230-A del centro SIT n.68 del 04/05/2010.
Bergamo Via Canovine	Fonometro Symphonie CH.1, 01dB, n.1864 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.50227	Certificato di taratura n. 25472-A del centro SIT n.68/E del 18/12/2009.
Seriate (Cassinone) Via Basse	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 del 09/07/2008. Certificato di taratura n.26537-A del centro SIT n.68 del 28/06/2010.

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

Le catene di misura del rumore delle varie centraline, nel corso del 2010, disponevano di un certificato di calibrazione conforme alla vigente normativa, in particolare non si riscontrano dei periodi scoperti durante le tre settimane di maggior traffico in relazione alle quali verranno valutate le misure.

3.3. Eventi correlati rispetto al numero di movimenti

Nel paragrafo 4.4 delle linee guida (DGR 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 sensibili* 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 (SIDi o RWYj) corrisponde una serie di eventi acustici rilevati dalle stazioni di misura che sono sensibili a 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 (NEC) pari al numero di eventi ideali né tanto meno superiore al numero di tutti i sorvoli su tutte le stazioni di misura.

Le disuguaglianze potrebbero non essere più verificate qualora la procedura di correlazione dovesse correlare uno stesso evento a più operazioni aeree, determinando quindi un'inconsistenza tra operazioni aeree ed eventi correlati. Inoltre, se in una o più stazioni di

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

misura vengono rilevati eventi rumorosi dovuti ad altre sorgenti, la violazione della disuguaglianza implica che eventi non aeronautici sono stati correlati con 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, si noti che il valore di eventi correlati più basso rispetto a quello dei decolli è dovuto al fatto che il numero delle centraline sensibili a tali operazioni è minore rispetto a quelle sensibili ai decolli, dato che gli atterraggi effettuati principalmente su pista 28 sono rilevabili dalle centraline di Bagnatica e Seriate Cassinone e solo in parte dalla centralina di Orio al Serio come indicato in tabella Tabella 4.

Settimana	Decolli		Atterraggi	
	$N_{EC}(D)$	$N_D \Sigma N_{OP}(D, SID_i)$	$N_{EC}(A)$	$N_A \Sigma N_{OP}(A, RWY_j)$
17/05/2010 23/05/2010	2447	7491	1432	4900
01/08/2010 07/08/2010	2522	8327	1602	5236
13/10/2010 19/10/2010	2431	7381	1483	4837
Totale settimane	7400	23199	4517	14973

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

3.4. Statistica degli eventi sonori

La statistica dei livelli $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori consente di identificare se le distribuzioni dei due macro gruppi di eventi, correlati e non correlati, siano in qualche modo confondibili. Nella Tabella 8 viene mostrato il confronto tra il 95° percentile della distribuzione degli eventi che non sono stati correlati con un'operazione aerea e il 5° percentile della distribuzione degli eventi correlati, per le settimane a maggior traffico individuate.

Stazione	$L_{AF,Max,NC,95} = 95^\circ \text{ non correlati (dBA)}$	$L_{AF,Max,C,5} = 5^\circ \text{ correlati (dBA)}$	$N_{NC,95} \text{ per cui } L_{AF,Max} > L_{AF,Max,NC,95}$	$N_{C,5} \text{ per cui } L_{AF,Max} > L_{AF,Max,C,5}$	Percentuale di confondimento
Bagnatica - Via delle Groane	84,5	77,5	7	2353	0,003
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	80,5	69,5	20	2034	0,010
Bergamo - Via Linneo	84,5	78	2	1483	0,001

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 $L_{AF,Max} >$ $L_{AF,Max,C,5}$	Percentuale di confondimento
Bergamo - Via Quasimodo	80	79	14	1542	0,007
Bergamo - Via Canovine	78,5	72,5	7	1500	0,005
Seriate (Cassinone) - Via Basse	83	79,5	13	2383	0,005

Tabella 8: confronto delle distribuzioni di $L_{AF,Max}$ degli eventi correlati e degli eventi "falsi positivi"

La percentuale di confondimento, ottenuta dal rapporto tra il numero di falsi positivi tali per cui il valore di $L_{AF,Max}$ è superiore al 95° percentile e il numero di eventi correlati il cui valore di $L_{AF,Max}$ è superiore al 5° percentile, dà un'indicazione sulla validità dell'associazione o meno degli eventi alle operazioni aeroportuali. Dall'analisi dei livelli massimi misurati (Tabella 8) si può valutare la possibilità di confondere i falsi positivi, ottenendo una correlazione con eventi non aeronautici. La frequenza assoluta degli eventi non correlati superiori al 95° percentile, soprattutto se rapportata alla frequenza degli eventi correlati superiori al 5° percentile, rende tale possibilità piuttosto remota, soprattutto nei casi di Bagnatica, via Linneo, via Canovine e Seriate. 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.

3.5. 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 anche in termini percentuali, dell'effettivo funzionamento delle stazioni in relazione all'anno 2010. Si osserva che viene raggiunto il valore ottimale previsto dalle linee guida (98%), per tutte le stazioni di monitoraggio .

Si osserva altresì che la frequenza minima delle calibrazioni manuali, indicata dalle linee guida (almeno ogni 90 giorni) viene sempre rispettata.

Stazione	Calibrazione	Funzionamento (ore)	Funzionamento %
Bagnatica - Via delle Groane	29/01/2010	8753	99,9
	25/02/2010		
	31/03/2010		
	30/04/2010		
	03/06/2010		
	25/06/2010		
	30/07/2010		
	25/08/2010		
	30/09/2010		
	28/10/2010		
	19/11/2010		
20/12/2010			
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	29/01/2010	8719	99,5
	25/02/2010		
	31/03/2010		
	30/04/2010		
	03/06/2010		
	25/06/2010		
	30/07/2010		
	25/08/2010		
	30/09/2010		
	28/10/2010		
	19/11/2010		
20/12/2010			
Bergamo - Via Linneo	29/01/2010	8712	99,5
	25/02/2010		
	31/03/2010		
	30/04/2010		
	03/06/2010		
	25/06/2010		
	30/07/2010		
	25/08/2010		
	30/09/2010		
	28/10/2010		
	19/11/2010		
20/12/2010			

Stazione	Calibrazione	Funzionamento (ore)	Funzionamento %
Bergamo - Via Quasimodo	29/01/2010	8756	100,00
	25/02/2010		
	31/03/2010		
	30/04/2010		
	03/06/2010		
	18/06/2010		
	25/06/2010		
	30/07/2010		
	25/08/2010		
	30/09/2010		
	28/10/2010		
	19/11/2010		
	20/12/2010		
Bergamo - Via Canovine	29/01/2010	8752	99,9
	25/02/2010		
	08/04/2010		
	30/04/2010		
	03/06/2010		
	25/06/2010		
	30/07/2010		
	25/08/2010		
	30/09/2010		
	28/10/2010		
	19/11/2010		
	20/12/2010		
	Seriata (Cassinone) - Via Basse		
25/02/2010			
31/03/2010			
30/04/2010			
03/06/2010			
18/06/2010			
25/06/2010			
09/07/2010			
30/07/2010			
25/08/2010			
30/09/2010			
28/10/2010			
19/11/2010			

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

Tra gli interventi straordinari eseguiti presso i punti di misura, la società di gestione ha segnalato:

Stazione di misura	Data		Intervento straordinario (descrizione SACBO)
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	29/06/2010	30/06/2009	Temporale – Problemi di alimentazione
	12/08/2010	13/08/2010	Temporale - Problemi di alimentazione
	13/09/2010	14/09/2010	Temporale - Problemi di alimentazione

Bergamo - Via Linneo	30/05/2010	31/05/2010	Problemi di alimentazione
	19/09/2010	20/09/2010	Problemi di alimentazione
Bergamo - Via Canovine	14/09/2010	14/09/2010	Temporale - Problemi di alimentazione
Seriata (Cassinone) - Via Basse	01/01/2010	05/01/2010	Antivirus
	29/06/2010	30/06/2010	Temporale - Problemi di alimentazione

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

Il periodo di inattività più lungo è stato registrato dalla centralina di Seriate rimasta disattivata dal 01 Gennaio al 05 Gennaio 2010 per problemi alla rete elettrica di alimentazione.

3.6. 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 98%.

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. In generale le differenze tra i due valori di LVA_j sono molto contenute. Si può osservare la presenza di eventi non correlabili nella stazione di Orio al Serio che determina spesso una differenza considerevole tra i due valori di LVA_j ($\Delta L \approx 0.5$ dBA) e solo per alcuni giorni anche in corrispondenza della stazione di Canovine. Viceversa per le stazioni di Bagnatica e Seriate i ΔL sono molto contenuti.

Bagnatica - Via delle Groane			
Data	L_{VAj,c}	L_{VAj,nc}	ΔL
17/05/2010	65,0	65,1	0,1
18/05/2010	65,5	65,6	0,1
19/05/2010	65,9	66,0	0,1
20/05/2010	67,0	67,1	0,1
21/05/2010	67,0	67,1	0,1
22/05/2010	64,3	64,3	0,0
23/05/2010	63,9	63,9	0,0
01/08/2010	67,3	67,3	0,0
02/08/2010	67,1	67,1	0,0
03/08/2010	68,5	68,5	0,0
04/08/2010	68,3	68,3	0,0
05/08/2010	67,1	67,1	0,0
06/08/2010	68,7	68,7	0,0
07/08/2010	66,8	66,8	0,0
13/10/2010	67,9	68,0	0,1
14/10/2010	67,8	67,9	0,1
15/10/2010	68,0	68,0	0,0
16/10/2010	66,1	66,2	0,1
17/10/2010	66,5	66,5	0,0
18/10/2010	68,0	68,1	0,1
19/10/2010	67,7	67,7	0,0

Orio al Serio - Largo XXV Aprile			
Data	L_{VAj,c}	L_{VAj,nc}	ΔL
17/05/2010	60,9	61,4	0,5
18/05/2010	58,9	59,2	0,3
19/05/2010	59,5	60,0	0,5
20/05/2010	58,9	59,6	0,7
21/05/2010	60,1	60,7	0,6
22/05/2010	59,0	59,6	0,6
23/05/2010	59,6	59,7	0,1
01/08/2010	60,0	60,4	0,4
02/08/2010	60,2	60,9	0,7
03/08/2010	59,2	59,6	0,4
04/08/2010	59,5	59,8	0,3
05/08/2010	61,8	61,9	0,1
06/08/2010	60,0	60,5	0,5
07/08/2010	60,5	61,0	0,5
13/10/2010	60,7	60,9	0,2
14/10/2010	59,0	59,5	0,5
15/10/2010	60,9	61,0	0,1
16/10/2010	60,1	60,5	0,4
17/10/2010	61,4	61,6	0,2
18/10/2010	62,5	63,0	0,5
19/10/2010	60,8	61,0	0,2

Bergamo - Via Linneo			
Data	L_{VAj,c}	L_{VAj,nc}	ΔL
17/05/2010	62,3	62,3	0,0
18/05/2010	60,2	60,4	0,2
19/05/2010	59,7	59,7	0,0
20/05/2010	60,0	60,0	0,0
21/05/2010	61,2	61,2	0,0
22/05/2010	60,4	60,6	0,2
23/05/2010	60,8	61,0	0,2
01/08/2010	60,6	60,6	0,0
02/08/2010	61,4	61,4	0,1
03/08/2010	60,3	60,3	0,0
04/08/2010	61,4	61,4	0,0
05/08/2010	62,3	62,3	0,0
06/08/2010	60,5	60,5	0,0
07/08/2010	61,9	61,9	0,0
13/10/2010	61,4	61,4	0,0
14/10/2010	60,1	60,1	0,0
15/10/2010	61,4	61,5	0,1
16/10/2010	61,0	61,1	0,0
17/10/2010	60,7	61,0	0,3
18/10/2010	62,7	62,9	0,2
19/10/2010	60,2	60,3	0,1

Bergamo - Via Quasimodo			
Data	L_{VAj,c}	L_{VAj,nc}	ΔL
17/05/2010	63,6	63,7	0,1
18/05/2010	61,4	61,4	0,0
19/05/2010	61,5	61,6	0,1
20/05/2010	61,3	61,4	0,1
21/05/2010	62,8	62,8	0,0
22/05/2010	61,5	62,0	0,5
23/05/2010	62,1	62,2	0,1
01/08/2010	62,1	62,2	0,1
02/08/2010	62,4	62,6	0,2
03/08/2010	61,5	61,7	0,2
04/08/2010	62,3	62,5	0,2
05/08/2010	63,4	63,6	0,2
06/08/2010	61,8	61,9	0,1
07/08/2010	62,1	62,2	0,1
13/10/2010	62,8	62,9	0,1
14/10/2010	61,5	61,6	0,0
15/10/2010	62,4	62,7	0,3
16/10/2010	62,0	62,2	0,2
17/10/2010	62,8	62,9	0,1
18/10/2010	64,0	64,0	0,0
19/10/2010	61,0	61,4	0,4

Bergamo - Via Canovine			
Data	L_{VAj,c}	L_{VAj,nc}	ΔL
17/05/2010	57,2	57,2	0,0
18/05/2010	55,1	55,2	0,1
19/05/2010	55,1	55,2	0,1
20/05/2010	55,1	56,1	1,0
21/05/2010	56,2	56,7	0,5
22/05/2010	55,3	55,9	0,6
23/05/2010	55,9	55,9	0,0
01/08/2010	55,5	56,2	0,7
02/08/2010	56,4	56,5	0,1
03/08/2010	55,0	55,1	0,1
04/08/2010	56,2	56,5	0,3
05/08/2010	57,2	57,5	0,3
06/08/2010	55,5	56,0	0,5
07/08/2010	56,7	56,7	0,0
13/10/2010	57,0	57,1	0,1
14/10/2010	54,8	54,8	0,0
15/10/2010	56,4	56,6	0,2
16/10/2010	55,9	56,0	0,1
17/10/2010	56,2	56,3	0,1
18/10/2010	57,8	58,1	0,3
19/10/2010	54,5	54,6	0,1

Seriate (Cassinone) - Via Basse			
Data	L_{VAj,c}	L_{VAj,nc}	ΔL
17/05/2010	65,2	65,4	0,2
18/05/2010	66,1	66,1	0,0
19/05/2010	66,2	66,2	0,0
20/05/2010	68,2	68,2	0,0
21/05/2010	67,1	67,1	0,0
22/05/2010	64,5	64,8	0,3
23/05/2010	63,7	63,7	0,0
01/08/2010	69,1	69,1	0,0
02/08/2010	68,7	68,7	0,0
03/08/2010	70,0	70,0	0,0
04/08/2010	68,9	68,9	0,0
05/08/2010	67,6	67,6	0,0
06/08/2010	69,8	69,8	0,0
07/08/2010	68,6	68,6	0,0
13/10/2010	68,9	68,9	0,0
14/10/2010	68,3	68,3	0,0
15/10/2010	68,4	68,4	0,1
16/10/2010	66,8	67,0	0,2
17/10/2010	66,4	66,4	0,0
18/10/2010	69,0	69,0	0,0
19/10/2010	68,4	68,5	0,1

3.7. Validazione del dato di LVA 2010

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.

Nelle Tabelle successive sono riportati i valori di L_{VAj} per ogni giorno delle tre settimane, calcolati attraverso le correlazioni eseguite dalla società di gestione SACBO e da ARPA (valori approssimati a 0,5 dB). La differenza ΔL si riferisce al dato calcolato da SACBO a cui viene sottratto quello di ARPA.

In generale si riscontra un'ottima concordanza dei valori calcolati.

Bagnatica - Via delle Groane			
Data	L_VA_j (ARPA)	L_VA_j (SACBO)	ΔL
17/05/2010	65,0	65,0	0,0
18/05/2010	65,5	65,5	0,0
19/05/2010	66,0	66,0	0,0
20/05/2010	67,0	67,0	0,0
21/05/2010	67,0	67,0	0,0
22/05/2010	64,5	64,5	0,0
23/05/2010	64,0	64,0	0,0
01/08/2010	67,5	67,5	0,0
02/08/2010	67,0	67,0	0,0
03/08/2010	68,5	68,5	0,0
04/08/2010	68,5	68,5	0,0
05/08/2010	67,0	67,0	0,0
06/08/2010	68,5	68,5	0,0
07/08/2010	67,0	67,0	0,0
13/10/2010	68,0	68,0	0,0
14/10/2010	68,0	68,0	0,0
15/10/2010	68,0	68,0	0,0
16/10/2010	66,0	66,0	0,0
17/10/2010	66,5	66,5	0,0
18/10/2010	68,0	68,0	0,0
19/10/2010	67,5	68,0	0,5

Orio al Serio - Largo XXV Aprile			
Data	L_VA_j (ARPA)	L_VA_j (SACBO)	ΔL
17/05/2010	61,0	61,0	0,0
18/05/2010	59,0	58,5	-0,5
19/05/2010	59,5	59,5	0,0
20/05/2010	59,0	58,5	-0,5
21/05/2010	60,0	60,0	0,0
22/05/2010	59,0	59,0	0,0
23/05/2010	59,5	59,5	0,0
01/08/2010	60,0	60,0	0,0
02/08/2010	60,0	60,5	0,5
03/08/2010	59,0	59,0	0,0
04/08/2010	59,5	59,5	0,0
05/08/2010	62,0	61,5	-0,5
06/08/2010	60,0	60,5	0,5
07/08/2010	60,5	61,0	0,5
13/10/2010	60,5	60,5	0,0
14/10/2010	59,0	59,5	0,5
15/10/2010	61,0	61,0	0,0
16/10/2010	60,0	60,0	0,0
17/10/2010	61,5	61,0	-0,5
18/10/2010	62,5	62,5	0,0
19/10/2010	61,0	60,5	-0,5

Bergamo - Via Linneo			
Data	L_VA_i (ARPA)	L_VA_i (SACBO)	ΔL
17/05/2010	62,5	62,5	0,0
18/05/2010	60,0	60,5	0,5
19/05/2010	59,5	60,0	0,5
20/05/2010	60,0	60,0	0,0
21/05/2010	61,0	61,0	0,0
22/05/2010	60,5	60,5	0,0
23/05/2010	61,0	61,0	0,0
01/08/2010	60,5	60,5	0,0
02/08/2010	61,5	61,5	0,0
03/08/2010	60,5	60,5	0,0
04/08/2010	61,5	61,5	0,0
05/08/2010	62,5	62,5	0,0
06/08/2010	60,5	60,5	0,0
07/08/2010	62,0	62,0	0,0
13/10/2010	61,5	61,5	0,0
14/10/2010	60,0	60,0	0,0
15/10/2010	61,5	61,5	0,0
16/10/2010	61,0	61,0	0,0
17/10/2010	60,5	61,5	1,0
18/10/2010	62,5	63,5	1,0
19/10/2010	60,0	60,5	0,5

Bergamo - Via Quasimodo			
Data	L_VA_i (ARPA)	L_VA_i (SACBO)	ΔL
17/05/2010	63,5	63,5	0,0
18/05/2010	61,5	61,5	0,0
19/05/2010	61,5	61,5	0,0
20/05/2010	61,5	61,5	0,0
21/05/2010	63,0	63,0	0,0
22/05/2010	61,5	61,5	0,0
23/05/2010	62,0	62,0	0,0
01/08/2010	62,0	62,0	0,0
02/08/2010	62,5	62,5	0,0
03/08/2010	61,5	61,5	0,0
04/08/2010	62,5	62,5	0,0
05/08/2010	63,5	63,5	0,0
06/08/2010	62,0	62,0	0,0
07/08/2010	62,0	63,0	1,0
13/10/2010	63,0	62,5	-0,5
14/10/2010	61,5	61,5	0,0
15/10/2010	62,5	62,5	0,0
16/10/2010	62,0	62,0	0,0
17/10/2010	63,0	63,0	0,0
18/10/2010	64,0	64,0	0,0
19/10/2010	61,0	61,0	0,0

Bergamo - Via Canovine			
Data	L_{VAi} (ARPA)	L_{VAi} (SACBO)	ΔL
17/05/2010	57,0	57,5	0,5
18/05/2010	55,0	55,0	0,0
19/05/2010	55,0	55,0	0,0
20/05/2010	55,0	55,0	0,0
21/05/2010	56,0	56,5	0,5
22/05/2010	55,5	55,5	0,0
23/05/2010	56,0	56,0	0,0
01/08/2010	55,5	56,0	0,5
02/08/2010	56,5	56,5	0,0
03/08/2010	55,0	55,0	0,0
04/08/2010	56,0	56,5	0,5
05/08/2010	57,0	57,5	0,5
06/08/2010	55,5	56,0	0,5
07/08/2010	56,5	56,5	0,0
13/10/2010	57,0	57,0	0,0
14/10/2010	55,0	55,0	0,0
15/10/2010	56,5	56,5	0,0
16/10/2010	56,0	56,0	0,0
17/10/2010	56,0	56,0	0,0
18/10/2010	58,0	58,0	0,0
19/10/2010	54,5	54,5	0,0

Seriate (Cassinone) - Via Basse			
Data	L_{VAi} (ARPA)	L_{VAi} (SACBO)	ΔL
17/05/2010	65,0	65,5	0,5
18/05/2010	66,0	66,0	0,0
19/05/2010	66,0	66,0	0,0
20/05/2010	68,0	68,5	0,5
21/05/2010	67,0	67,0	0,0
22/05/2010	64,5	64,5	0,0
23/05/2010	63,5	63,5	0,0
01/08/2010	69,0	69,0	0,0
02/08/2010	68,5	68,5	0,0
03/08/2010	70,0	70,0	0,0
04/08/2010	69,0	69,0	0,0
05/08/2010	67,5	67,5	0,0
06/08/2010	70,0	70,0	0,0
07/08/2010	68,5	68,5	0,0
13/10/2010	69,0	68,0	-1,0
14/10/2010	68,5	68,5	0,0
15/10/2010	68,5	68,5	0,0
16/10/2010	67,0	67,0	0,0
17/10/2010	66,5	66,5	0,0
18/10/2010	69,0	69,0	0,0
19/10/2010	68,5	68,5	0,0

Seguendo i criteri riportati nella Tabella 12 delle linee guida regionali è possibile determinare il valore dell'indice LVA.

Settimane a maggior traffico	Stazione di misura	(ARPA)		(SACBO)	
		L _{V,A} (dBA)	N	L _{V,A} (dBA)	N
17/05/10 - 23/05/10 01/08/10 - 07/08/10 13/10/10 - 19/10/10	Bagnatica - Via delle Groane	67,0	21	67,0	21
	Orio al Serio - Largo XXV Aprile	60,5	21	60,5	21
	Bergamo - Via Linneo	61,0	21	61,0	21
	Bergamo - Via Quasimodo	62,5	21	62,5	21
	Bergamo - Via Canovine	56,0	21	56,0	21
	Seriate (Cassinone) - Via Basse	68,0	21	68,0	21

Tabella 11: calcolo dell'indice L_{V,A} per l'anno 2010 (dati approssimati a 0,5 dBA). N rappresenta il numero di giorni validi per il calcolo.

Dall'analisi dei risultati si rileva una perfetta concordanza tra i valori di L_{V,A} calcolati da ARPA e dalla Società di Gestione dell'aeroporto.

4. CONCLUSIONI

La verifica eseguita permette di affermare che il sistema di monitoraggio dell'aeroporto di Orio al Serio è in grado di rilevare la rumorosità dovuta alla movimentazione dello scalo, sia per le fasi di decollo che per quelle di atterraggio.

La DGR 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 L_{VA}	Caratteristiche funzionamento	Caratteristiche posizione
Bagnatica - Via delle Groane	M	SÌ	Sì	SÌ
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	M	SÌ	Sì	SÌ
Bergamo - Via Linneo	M	SÌ	Sì	SÌ
Bergamo - Via Quasimodo	M	SÌ	Sì	SÌ
Bergamo - Via Canovine	M	SÌ	Sì	SÌ
Seriate (Cassinone) - Via Basse	M	SÌ	Sì	SÌ

Risultano conformi alle Linee guida tutte le sei stazioni di tipo M.