

# Verifica del nuovo sistema di monitoraggio del rumore aeroportuale

# Verifica del nuovo sistema di monitoraggio del rumore aeroportuale

VERIFICA CONDOTTA DA:

Maurizio Gherardi\*

REDAZIONE, ELABORAZIONE ED ESECUZIONE RILIEVI:

Maurizio Gherardi\*  
Chiara Agostini\*

Il responsabile del Distretto Urbano:

Cristina Regazzi

Il Direttore della Sezione Provinciale di Bologna:

M. Adelaide Corvaglia

\* Tecnico competente in acustica ambientale ai sensi della Legge 447/1995 – Legge quadro sull'inquinamento acustico

## Indice

1. Premessa e obiettivi del lavoro	3
2. Riferimenti normativi	4
2.1. Limiti di riferimento	6
3. Il sistema di SAB	7
3.1. Postazione 1 (Bargellino)	10
3.2. Postazione 5 (Zanardi – Noce)	12
3.3. Postazione 6 (Campo sportivo Pizzoli)	14
3.4. Postazione 7 (Beverara)	16
4. Le verifiche del sistema SARA	18
5. I monitoraggi, la strumentazione, le postazioni, i rilievi	20
5.1. Postazione 1 (Bargellino)	22
5.2. Postazione 5 (Zanardi - Noce)	26
5.3. Postazione 6 (Campo sportivo Pizzoli)	29
5.4. Postazione Stazione 7 (Beverara)	34
6. Sintesi e commento dei risultati	37
7. Conclusioni	42
Appendice 1. L'indice di valutazione del rumore aeroportuale	43
Appendice 2. Elementi influenti sul calcolo del SEL	45
Appendice 3. Criteri impiegati nell'attribuzione di eventi sonori a movimenti aerei	47
Appendice 4. Tabelle dati	49



## 1. Premessa e obiettivi del lavoro

Nell'agosto 2010 SAB - Aeroporto di Bologna ha ritenuto di aggiornare l'esistente sistema di monitoraggio del rumore aeroportuale, operativo da circa un decennio, al fine di prevenire l'obsolescenza della strumentazione. È stata pertanto predisposta ed effettuata la sostituzione dell'hardware e del software di acquisizione dati.

A seguito della messa in opera del nuovo sistema di monitoraggio il Gruppo tecnico permanente, istituito dal Comune di Bologna con decisione di Giunta PG 84238 del 19/4/2005, ha richiesto ad ARPA, nell'ambito delle competenze previste dal DPR 11/12/1997, un controllo sul funzionamento di tale sistema al fine di verificarne l'adeguatezza rispetto alle richieste normative e più in generale l'attendibilità della risposta dello stesso.

L'attività descritta nel presente rapporto tecnico ha riguardato l'esecuzione di misure e l'insieme di tutte quelle azioni messe in atto allo scopo di verificare se i valori rilevati dal nuovo sistema di SAB risultavano in linea con quanto rilevato nello stesso periodo da ARPA.

## 2. Riferimenti normativi

Il principale riferimento normativo è costituito dal DM del 31/10/1997 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale" che, oltre ai criteri e modalità di misura del rumore emesso dagli aeromobili nelle attività aeroportuali, disciplina le procedure per l'adozione di misure di riduzione del rumore aeroportuale, per la classificazione degli aeroporti e del loro intorno in relazione al livello di inquinamento acustico e per la determinazione delle caratteristiche dei sistemi di monitoraggio.

Per quanto concerne i criteri e le modalità di misura del rumore aeroportuale il DM 31/10/1997 introduce l'indice di valutazione LVA che esprime l'impronta al suolo delle emissioni sonore prodotte dal sorvolo degli aeromobili ed è quindi indipendente dal contesto della zona interessata e dalla rumorosità caratteristica della stessa.

Il decreto citato individua il periodo diurno nell'intervallo compreso fra le 6.00 e le 23.00 e il periodo notturno nell'intervallo di tempo compreso fra le 23.00 e le 6.00; l'indice LVA è calcolato su base settimanale.

Relativamente alla caratterizzazione acustica del territorio sono istituite delle aree di rispetto denominate Zona A, Zona B e Zona C.

Per quanto concerne la Zona A, caratterizzata dai valori di LVA pari o inferiori a 65 dBA non sono previste limitazioni all'uso del territorio. All'interno della Zona B (indice LVA compreso fra 65 dBA e 75 dBA) possono insediarsi attività agricole ed allevamenti di bestiame, attività industriali e assimilate, attività commerciali, attività di ufficio, terziario e assimilate previa adozione di adeguate misure di isolamento acustico. All'interno della Zona C (indice LVA superiori a 75 dBA) possono svolgersi esclusivamente le attività funzionalmente connesse con l'uso ed i servizi delle infrastrutture aeroportuali.

Il citato decreto stabilisce inoltre le caratteristiche della strumentazione e delle modalità di misura per la caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale (sistema di monitoraggio assistito e non assistito).

Il DM del 20/5/1999 "Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico" definisce nel dettaglio le specifiche di un sistema di monitoraggio per il rilievo del rumore di origine aeroportuale, con particolare riferimento alla composizione del sistema stesso, al numero e alle caratteristiche delle stazioni di misura, all'ubicazione di tali stazioni e alle informazioni necessarie al fine di caratterizzare acusticamente ogni singolo evento.

Tale decreto stabilisce inoltre la procedura da seguire in fase di classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico.

Ulteriori disposizioni e attribuzioni di competenze sono riportate nel DPR dell'11/12/1997, "Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili", decreto che prevede limitazioni al traffico aereo notturno (dalle ore 23.00 alle ore 6.00), nonché una verifica almeno biennale delle emissioni sonore degli aeromobili in esercizio, a cura dell'ente nazionale per l'aviazione civile.

Il DPR del 11/12/1997 stabilisce anche che la violazione delle procedure antirumore, rilevata dall'esame dei dati del sistema di monitoraggio di cui al DM 31/10/1997, sia contestata all'esercente dell'aeromobile dal direttore della circoscrizione aeroportuale che provvede alla riscossione delle sanzioni amministrative previste.

L'ente o la società aeroportuale provvede alla gestione e alla manutenzione del sistema di monitoraggio, mentre ARPA esegue ispezioni periodiche per verificarne l'efficienza ed il rispetto al disposto del decreto; ARPA invia al Ministero dell'Ambiente una relazione almeno semestrale circa l'attività di controllo effettuata, le tipologie ed entità delle infrazioni rilevate.

Infine il DM del 3/12/1999 "Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti" definisce i criteri in base ai quali le commissioni locali previste dal DM 31/10/1997 provvedono alla definizione delle procedure antirumore e alla definizione della classificazione acustica dell'intorno aeroportuale stabilendo i confini delle tre aree di rispetto: Zona A, Zona B, Zona C.

## 2.1. Limiti di riferimento

Per determinare il rumore prodotto dal sorvolo degli aeromobili il DM 31/10/1997 ha introdotto l'indice di valutazione del rumore aeroportuale LVA la cui procedura di calcolo viene descritta in Allegato A del DM stesso. Come riportato in dettaglio in Appendice 1, l'indice LVA è costruito acquisendo il contenuto energetico dei singoli sorvoli: la normativa prescrive il rilievo in continuo del livello di pressione sonora ponderata con la curva "A" acquisita con costante di tempo *Fast* relativa ai movimenti aerei. Viene richiesto di restituire il valore  $L_{AFmax}$  collegato all'evento ovvero *"il livello massimo della pressione sonora in curva di ponderazione "A", con la costante di tempo Fast"*. L'acquisizione di  $L_{AFmax}$  è finalizzata al calcolo del SEL (Sound Exposure Level) che deve essere svolto per tutti gli eventi acquisiti e compresi tra il valore di  $L_{AFmax}$  e il valore di  $L_{AF}$  superiori a  $L_{AFmax} - 10dB$ . Il calcolo del SEL ottenuto nel modo indicato dal decreto, può comportare sia delle sottostime sia delle sovrastime del SEL; a titolo di esempio si veda quanto riportato in Appendice 2.

I livelli sonori riferiti a tali eventi vengono distribuiti sugli interi periodi di riferimento diurno (LVAd) e notturno (LVAn) al fine di ottenere un valore giornaliero del livello di valutazione del rumore aeroportuale ( $LVA_j$ ), ed infine costruire l'indice sulla base di 21  $LVA_j$  ricavati dalla settimana peggiore per ciascuno dei tre periodi 1 ottobre - 31 gennaio, 1 febbraio - 31 maggio; 1 giugno - 30 settembre.

A margine si rileva che l'indice LVA, a causa del meccanismo di costruzione dello stesso, tende a livellare gli eventi caratterizzati da breve durata ed elevati livelli di emissione sonora; pertanto il rispetto dei valori previsti dalla normativa non costituisce di per se un elemento di valutazione che se ottemperato, esclude il verificarsi di episodi che generano situazioni di disturbo.



### 3. Il sistema di SAB

La nuova rete di monitoraggio di SAB è stata presentata alla scrivente Agenzia nel corso di un incontro svoltosi in data 25 gennaio 2011 con la ditta "Softtech srl" e il personale di SAB, presso gli uffici dell'Aeroporto.

Il sistema, denominato SARA (Sistema Acquisizione e Analisi Rumore Aeroportuale), è strutturato in modo da monitorare le operazioni di decollo ed atterraggio e registrare in continuo i dati degli eventi sonori per l'effettuazione del calcolo dell'indice di valutazione del rumore aeroportuale LVA, secondo quanto disposto dal DM 30/10/1997 e dal DM 20/5/1999. Il sistema è inoltre predisposto per accogliere e gestire le eventuali lamentele da parte dei cittadini, tuttavia al momento gli esposti sono gestiti direttamente dal Gruppo Tecnico permanente istituito presso il Comune di Bologna.

L'attuale configurazione si compone di una stazione microclimatica (posta presso l'aeroporto) e 8 stazioni di monitoraggio, collocate nelle stesse posizioni individuate precedentemente, in luoghi significativi per il rilievo del rumore prodotto dagli aeromobili. La denominazione e le posizioni, alcune anche all'esterno dell'intorno aeroportuale, delle diverse stazioni sono riportate in Tabella 3.1; le localizzazioni indagate sono riportate su ortofoto in Figura 3.1.

Le stazioni di monitoraggio sono costituite da un terminale di rilevamento (microfono per esterni di classe 1) collegato ad un box in cui trovano alloggio fonometro/analizzatore di frequenza in tempo reale di classe 1 e computer che acquisisce e memorizza i dati rilevati fino al trasferimento giornaliero su apposito server, mediante collegamento con rete UMTS.

Le stazioni di monitoraggio sono alimentate mediante l'allacciamento alla rete elettrica ad eccezione della Postazione 7, ubicata in prossimità di via della Beverara, presso il Museo del patrimonio industriale, che è alimentata mediante pannelli fotovoltaici.

Il controllo della taratura del sistema microfonico viene effettuato da operatore ad intervalli programmati oppure qualora si verificano scostamenti considerevoli nell'autocalibrazione.

Le stazioni sono programmate per rilevare in continuo il livello di pressione sonora ponderata "A" con costante di tempo *Fast*.

I dati rilevati dalle singole stazioni, corrispondenti agli eventi estratti sulla base delle soglie temporali e di livello, sono trasmessi, gestiti ed elaborati presso il centro di controllo dove avviene la correlazione automatica al traffico aereo sulla base delle tracce radar fornite dall'ente nazionale di assistenza al volo.

Secondo le attuali impostazioni, un evento sonoro che non raggiunge le soglie impostate non viene registrato anche se potenzialmente di origine aeronautica e presente sul listato radar.



Figura 3.1. – Postazioni SARA sottoposte a verifica.

Postazione SARA	Indirizzo	Distanza da termine pista
1 Bargellino	Via Bargellino – Calderara di Reno	1.2 km
3 Aeroporto	Via dell'Aeroporto – Bologna	-
4 Lippo	Lippo di Calderara – Calderara di Reno	0.3 km
5 Zanardi – Noce	Via Zanardi, zona civico 393/17 - Bologna	1.1 km
6 Campo sportivo Pizzoli	Via Agucchi – Bologna	1.2 km
7 Beverara	Via Beverara, zona ex Fornace Galotti - Bologna	2.5 km
8 Corticella	Parco Giardini Arcoveggio – Bologna	3.9 km
9 Ippodromo	Ippodromo Arcoveggio – Bologna	3.3 km

Tabella 3.1. – Postazioni SARA.

Per la correlazione automatica con la traccia radar, il sistema compie la ricerca sulla presenza di punti marcati dal radar all'interno di uno sferoide centrato su ogni singola postazione.

Nel caso in cui la traccia radar sia assente o incompleta, nell'attuale assetto del sistema, gli eventi acustici sono correlati manualmente utilizzando i dati commerciali di traffico, in tal caso rimangono esclusi voli privati, di stato, di addestramento, militari e di soccorso ovvero l'aviazione generale che incide per circa il 5-7% del traffico aereo.

Le stazioni di monitoraggio, per ogni singolo evento riconosciuto, restituiscono data, ora e durata dell'evento, correlazione con traccia radar (o eventuale correlazione manuale) unitamente a SEL,  $L_{Aeq}$  e  $L_{AFmax}$  dello stesso.

In proposito si precisa che il sistema di acquisizione SARA calcola il SEL considerando tutti i campioni acquisiti sopra il livello di soglia impostato presso le centraline e non solo i livelli superiori a  $L_{AFmax} - 10 \text{ dB(A)}$

L'insieme degli eventi riconosciuti e considerati correlati costituisce la base per il calcolo dell'LVA.

Ai fini della presente verifica sono state prese in esame le seguenti stazioni di monitoraggio, tutte ricadenti nella zona A dell'intorno aeroportuale:

- Postazione 1 (Bargellino)
- Postazione 5 (Zanardi – Noce)
- Postazione 6 (Campo sportivo Pizzoli)
- Postazione 7 (Beverara)

L'individuazione delle postazioni sopraelencate è funzionale alla maggiore probabilità di assegnare correttamente l'evento acustico al rumore di origine aeronautica.



### 3.1. Postazione 1 (Bargellino)



Figura 3.1.1. Localizzazione della Postazione 1 (Bargellino)

Il punto di rilievo corrispondente alla Postazione 1 viene a trovarsi in corrispondenza della rotta seguita dagli aeromobili, per lo più in fase d'atterraggio.

La stazione è collocata in un'area a vocazione artigianale con strumentazione collocata su manufatto installato *ad hoc*.

Le sorgenti sonore che influiscono sul clima acustico dell'area sono costituite dalla viabilità interna della zona artigianale, costituita prevalentemente dal traffico pesante: in particolare sul tratto interno di Via Bargellino in cui si trova la centralina di monitoraggio transitano autocarri e TIR che, seppur a bassa velocità, per la vicinanza al microfono possono determinare acquisizioni di eventi non corrispondenti a movimenti aerei.

La posizione della stazione di monitoraggio risente inoltre del rumore infrastrutturale proveniente da Via Persicetana che scorre a circa 130 metri a sud dell'area.

Il clima acustico presso tale postazione di misura è caratterizzato da un rumore di fondo pari a circa 50 dB(A) mantenuto a tale livello soprattutto dal funzionamento continuo di vicini impianti tecnologici.

La centralina acquisisce eventi acustici che producono livelli di pressione sonora superiori a 65 dB(A) per un tempo pari o superiore a 6 secondi.



Figura 3.1.2. Postazione 1 (Bargellino), vista dell'intorno del punto di installazione (fonte maps.google.it)



Figura 3.1.3. Postazione 1 (Bargellino), foto aerea dell'intorno del punto d'installazione (fonte [www.bing.com/maps](http://www.bing.com/maps)); è possibile notare la destinazione artigianale dell'area.



### 3.2. Postazione 5 (Zanardi – Noce)



Figura 3.2.1. Localizzazione della Postazione 5 (Zanardi - Noce).

La Postazione 5 è collocata in Via Zanardi all'altezza del civico 393, presso una piazzetta circondata da bassi edifici ad uso abitativo.

La principale sorgente sonora estranea al rumore aeronautico, che influisce sul clima acustico è costituita dai flussi di traffico veicolare su Via Zanardi e occasionalmente dalla viabilità interna di accesso alle abitazioni.

Presso tale postazione le probabilità di acquisire correttamente gli eventi acustici associati al transito dell'aeromobile sono tanto maggiori quanto più prossima è la virata del velivolo in decollo sopra l'area in questione. Tale postazione non è idonea a valutare il contributo all'LVA degli aerei in atterraggio.

La strumentazione è collocata sulla sommità di un chiosco in muratura.

Il clima acustico presso tale postazione di misura è caratterizzato da un rumore di fondo pari a circa 41 dB(A).

La centralina acquisisce eventi acustici che producono livelli di pressione sonora superiori a 65 dB(A) per un tempo pari o superiore a 10 secondi.



Figura 3.2.2. Postazione 5 (Zanardi-Noce), vista dell'intorno del punto di installazione (fonte maps.google.it).



Figura 3.2.3. Postazione 5 (Zanardi-Noce), foto aerea dell'intorno del punto di installazione (fonte www.bing.com/maps); è possibile notare l'uso residenziale dell'area.



### 3.3. Postazione 6 (Campo sportivo Pizzoli)



Figura 3.3.1. localizzazione della Postazione 6 (Campo sportivo Pizzoli)

La Postazione 6 è collocata presso il campo sportivo Pizzoli in Via Agucchi, in prossimità di una zona residenziale. La catena microfonica è ubicata sopra uno dei quattro pali che accolgono i fari per l'illuminazione del campo sportivo; è quindi posta ad altezza considerevole, in corrispondenza della rotta normalmente seguita dagli aeromobili che decollano dall'aeroporto in direzione della città ed è allineata alla linea di atterraggio per pista 30: risulta quindi particolarmente idonea per valutare l'esposizione alle immissioni sonore dovute al traffico aereo.

La postazione di misura è influenzata in modo rilevante dal traffico veicolare in transito su Via Agucchi, nonché dall'insieme delle attività antropiche presso il centro sportivo (taglio erba, attività sportive ecc.). Durante il periodo di monitoraggio assistito si è inoltre potuto verificare il passaggio di numerosi mezzi pesanti trasportanti materiale di scavo. La situazione testé descritta può generare diversi falsi eventi che tuttavia è possibile discriminare grazie alla maggiore intensità sonora degli eventi di origine aeronautica in funzione della vicinanza della pista di decollo.

Il clima acustico presso tale postazione di misura è caratterizzato da un rumore di fondo pari a circa 46 dB(A).

La centralina acquisisce eventi acustici che producono livelli di pressione sonora superiori a 65 dB(A) per un tempo pari o superiore a 10 secondi.





Figura 3.3.2. Postazione 6 (Campo sportivo Pizzoli), vista dell'interno del punto di installazione (fonte [maps.google.it](https://maps.google.it)).



Figura 3.3.3. Postazione 6 (Campo sportivo Pizzoli), foto aerea dell'intorno del punto di installazione (fonte [www.bing.com/maps](https://www.bing.com/maps)); è possibile notare la prossimità di residenze.

### 3.4. Postazione 7 (Beverara)



Figura 3.4.1. Postazione 7 (Beverara).

La Postazione 7 è collocata in un'area residenziale con presenza di verde urbano.

Non vi sono sorgenti sonore significative che influiscono sull'area in quanto l'infrastruttura stradale più prossima, Via Beverara, dista circa 120 m in direzione ovest ed è inoltre situata ad una quota più elevata.

La strumentazione è collocata su supporto installato appositamente ed è alimentata mediante pannelli fotovoltaici; questa soluzione, in caso di prolungata copertura nuvolosa, non permette l'alimentazione in continuo della strumentazione, pertanto è frequente la mancata acquisizione dei dati.

Il punto di rilievo risente dei decolli sulla città che avvengono ad una considerevole distanza: la messa in atto delle procedure antirumore che prevedono un anticipo della virata in decollo produce presso tale postazione una significativa riduzione dell'intensità degli eventi acustici di origine aeronautica.

Il clima acustico presso tale postazione di misura è caratterizzato da un rumore di fondo pari a circa 37 dB(A).

La centralina acquisisce eventi acustici che producono livelli di pressione sonora superiori a 65 dB(A) per un tempo pari o superiore a 6 secondi.





Figura 3.4.2. Postazione 7 (Beverara), vista dell'intorno del punto di installazione.



Figura 3.4.3. Postazione 7 (Beverara), foto aerea dell'intorno del punto di installazione (fonte [www.bing.com/maps](http://www.bing.com/maps)); è possibile notare l'uso residenziale dell'area.

## 4. Le verifiche del sistema SARA

Al fine di verificare la funzionalità del sistema d'acquisizione di cui si è dotata SAB, si è seguito il seguente schema di lavoro:

a. Acquisizione delle informazioni inerenti la struttura e il funzionamento del sistema SARA

È stato richiesto un incontro con la ditta Softech srl, ditta che ha fornito, installato e che si occupa della manutenzione dell'hardware e del software di tutto il sistema; tale incontro si è svolto in data 25 gennaio 2011 con la presenza del Dott. Roncari.

b. Acquisizione di dati movimenti aerei e dati eventi acustici presso SAB

Per verificare il corretto riconoscimento dei decolli e atterraggi dei velivoli ed eseguire le correlazioni con i monitoraggi eseguiti, sono stati richiesti e prontamente forniti da SAB nella persona dell'Ing. Barilli, i dati grezzi.

c. Esecuzione di monitoraggi in parallelo alle postazioni fisse di SARA

Sono stati eseguiti 10 monitoraggi in parallelo alle centraline SARA, precisamente 6 campagne di monitoraggio in continuo con centraline rilocabili (strumentazione in box o posta su furgone) in corrispondenza delle postazioni fisse descritte in precedenza; sono state eseguite anche 4 misure brevi con presenza di operatore nel corso delle quali si è proceduto al riscontro visivo dei passaggi degli aeromobili annotandone gli orari al fine di poter accertare, in fase di elaborazione, l'effettiva registrazione dei transiti aerei da parte del sistema di monitoraggio SARA.

d. Verifiche sulla correlazione manuale degli eventi acustici presso gli uffici SAB sulla base dei dati rilevati da ARPA

Al fine di analizzare e valutare il percorso seguito nell'estrazione del parametro LVA si è proceduto all'elaborazione congiunta con il personale di SAB nella mattinata del 15 febbraio 2011 presso gli uffici della società aeroportuale: in tale occasione si è provveduto a correlare gli eventi acustici acquisiti con i movimenti aerei, facendo riferimento alle tracce radar e se necessario alla base dati del traffico commerciale.

e. Confronto dati ARPA e SAB

I livelli acquisiti dai monitoraggi sono stati elaborati con la procedura illustrata nel seguente capitolo; i risultati così ottenuti sono stati messi a confronto con i dati SAB sia per quanto concerne i SEL di ogni singolo evento sia con riferimento ai periodi diurni notturni e giornalieri.





Figura 4.1. Incontro con SAB in data 5 febbraio 2011.

## 5. I monitoraggi. la strumentazione, le postazioni, i rilievi

Le misure sono state eseguite impiegando strumentazione di classe 1, così come prescritto dal DM 16/3/1998, decreto attuativo della LQ n. 447 del 26/10/1995; l'elenco completo della strumentazione utilizzata è riportato in Tabella 5.1.

Le catena di misura è stata calibrata prima e dopo tutti i cicli di misura, ottenendo differenze non superiori a 0,5 dB; per ogni monitoraggio è riportata la differenza di calibrazione con il valore di riferimento. Le unità microfoniche sono state accessoriate con protezione per esterni adeguata a garantire protezione per almeno una settimana.

La strumentazione è stata impostata per acquisire livelli di pressione sonora con costante di tempo *Fast* e restituire uno "short Leq" ponderato con curva "A" ogni secondo.

Prima di ogni rilievo si è sincronizzato l'orologio dei fonometri con quelli del sistema SARA.

In fase di post elaborazione, dalla storia temporale registrata sono stati estratti gli eventi corrispondenti ai transiti di aeromobili impostando soglie di livello e tempo, decise secondo quanto osservato nel corso delle misure assistite.

I giorni di misura sono stati caratterizzati in genere da condizioni meteorologiche buone, con assenza di precipitazioni e vento inferiore a 5 m/sec, ad eccezione della giornata del 20 gennaio 2011 nella quale vi sono state copiose precipitazioni (circa 15mm).

Tuttavia alla fine del ciclo di misura la calibrazione di controllo rientrava nella tolleranza succitata.

Strumentazione	Certificati
– Fonometro 01dB mod. SOLO n. matricola 10924, capsula microfonica 01 dB tipo MCE e preamplificatore tipo PRE21 n. matricola 11237	– Certificato di taratura del 2/4/2009 – centro SIT n. 202
– Fonometro 01dB mod. SOLO n. matricola 10939, capsula microfonica 01 dB tipo MCE e preamplificatore tipo PRE21 n. matricola 11375	– Certificato di taratura del 16/3/2009 – centro SIT n. 202
– Fonometro 01dB mod. SOLO n. matricola 10949, capsula microfonica 01 dB tipo MCE e preamplificatore tipo PRE21 n. matricola 11753	– Certificato di taratura del 13/3/2009 – centro SIT n. 202
– Fonometro 01dB mod. SOLO n. matricola 10959, capsula microfonica 01 dB tipo MCE e preamplificatore tipo PRE21 n. matricola 11692	– Certificato di taratura del 16/3/2009 – centro SIT n. 202
Calibratore 01dB mod. CAL 21 n. matricola 50241558.	Certificato di taratura del 16/3/2009 - centro SIT n. 202
Cavi di collegamento lunghi 5/10 metri	
Box per esterno a tenuta stagna SCS9003 – Noise monitoring system	
Software di post-elaborazione: dBTrait32 v. 4.021	

Tabella 5.1. Strumentazione utilizzata.

Postazione SARA	Periodo di misura	Ore di misura	Calibrazione adjustment	Calibrazione check	Collocazione
1 Bargellino	2-6 dicembre 2010	97	0,1 dB	- 0,1 dB	box
1 Bargellino	17-21 gennaio 2011	95	- 0,2 dB	- 0,7 dB	box
5 Zanardi - Noce	2-6 dicembre 2010	95	- 1,5 dB	- 1,1 dB	furgone
5 Zanardi - Noce	17-21 gennaio 2011	97	- 0,7 dB	- 1,2 dB	furgone
6 Campo sportivo Pizzoli	1-7 febbraio 2011	144	0,4 dB	- 0,1 dB	furgone
7 Beverara	2-6 dicembre 2010	95	- 0,3 dB	- 0,8 dB	box

Tabella 5.2. Campagne in continuo e calibrazioni.

Stazione SARA	Periodo di misura	Ore di misura	Calibrazione iniziale (dB)	Calibrazione finale (dB)
1 Bargellino	14 dicembre 2010	1.5	- 0,2	- 0,1
6 Campo sportivo Pizzoli	10 dicembre 2010	1.5	- 0,3	- 0,1
7 Beverara	24 gennaio 2011	2	- 0,1	- 0,2

Tabella 5.3. Misure assistite.

## 5.1. Postazione 1 (Bargellino)

In corrispondenza della Postazione 1 sono state svolte due campagne di misure in continuo e una misura assistita. I monitoraggi non presidiati sono stati eseguiti dal 2 al 6 dicembre 2010 per un totale di circa 97 ore e dal 17 al 21 gennaio per un totale di circa 95 ore.

In tale postazione è stato possibile collocare la centralina rilocabile in una posizione molto prossima a quella del sistema SARA, con le capsule microfoniche distanti qualche metro l'una dall'altra: tale disposizione è del tutto idonea ad acquisire i livelli generati dagli aeromobili nella stessa misura. In Figura 5.1.1. è ben visibile il microfono di ARPA cerchiato in rosso alla sinistra del palo che accoglie la postazione fissa di SARA.

È stata anche svolta una misura presidiata in data 14 dicembre 2010 dalle 10.45 alle 12.15 per la quale si è utilizzato un treppiede con palo telescopico in grado di affiancare perfettamente il microfono del sistema SARA (cfr Figura 5.1.2).



Figura 5.1.1. Posizione della strumentazione per misure in continuo presso la Postazione 1.





Figura 5.1.2. Posizione della strumentazione per misure assistite presso la Postazione 1.

I risultati dei monitoraggi sono riportati in Tabelle da 5.1.1.a 5.1.4.; nella fase di post-elaborazione per l'individuazione degli eventi acustici è stato impostato un livello di soglia pari a 62 dB(A) per un tempo non inferiore a 6 secondi.

Per ogni giorno sono stati calcolati i valori di LVA diurno e notturno con le stesse modalità di SARA, il numero di eventi considerati dal sistema di SAB, da ARPA e le differenze rilevate dai due sistemi di monitoraggio, si è inoltre calcolata la mediana delle differenze giorno per giorno.

Postazione 1	Dato SAB		Dato ARPA		Differenze		
	eventi	LVAd dB(A)	eventi	LVAd dB(A)	eventi	LVAd dB(A)	mediana $\Delta$ SEL dB(A)
2/12/2010	65	60,8	75	61,1	10	0,3	0,2
3/12/2010	120	63,3	129	63,4	9	0,1	0,2
4/12/2010	88	63,0	89	62,9	1	-0,1	0,0
5/12/2010	101	63,2	104	63,4	3	0,2	0,2
6/12/2010	50	63,9	53	64,0	3	0,1	0,1
<b>Totale</b>	<b>424</b>	<b>63,0</b>	<b>450</b>	<b>63,1</b>	<b>26</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>

Tabella 5.1.1. Postazione 1 (Bargellino) - LVA diurno dal 2 al 6 dicembre 2010.

Postazione 1	Dato SAB		Dato ARPA		Differenze		
	eventi	LVAd dB(A)	eventi	LVAd dB(A)	eventi	LVAd dB(A)	mediana $\Delta$ SEL dB(A)
2/12/2010	12	65,8	16	66,2	4	0,4	0,3
3/12/2010	14	67,4	15	67,6	1	0,2	0,3
4/12/2010	8	64,3	8	64,7	0	0,4	0,3
5/12/2010	14	67,8	17	68,5	3	0,7	0,6
<b>Totale</b>	<b>48</b>	<b>66,5</b>	<b>56</b>	<b>67,0</b>	<b>8</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>

Tabella 5.1.2. Postazione 1 (Bargellino) - LVA notturno dal 2 al 6 dicembre 2010.

Postazione 1	Dato SAB		Dato ARPA		Differenze		
	eventi	LVAn dB(A)	eventi	LVAn dB(A)	eventi	LVAn dB(A)	mediana $\Delta$ SEL dB(A)
17/1/2011	73	61,3	79	61,8	6	0,5	0,5
18/1/2011	95	59,7	106	60,6	11	0,9	0,8
19/1/2011	98	60,1	109	61,2	11	1,1	0,9
20/1/2011	146	63,7	177	64,8	31	1,1	1,0
21/1/2011	34	58,9	36	59,8	2	0,9	0,9
<b>Totale</b>	<b>446</b>	<b>61,1</b>	<b>507</b>	<b>62,0</b>	<b>61</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>

Tabella 5.1.3. Postazione 1 (Bargellino) - LVA diurno dal 17 al 21 gennaio 2011.

Postazione 1	Dato SAB		Dato ARPA		Differenze		
	eventi	LVAn dB(A)	eventi	LVAn dB(A)	eventi	LVAn dB(A)	mediana $\Delta$ SEL dB(A)
17/1/2011	17	67,3	20	67,8	3	0,5	0,6
18/1/2011	8	62,5	12	63,9	4	1,4	0,8
19/1/2011	13	66,6	17	67,5	4	0,9	0,9
20/1/2011	12	66,9	15	68,8	3	1,9	0,9
<b>Totale</b>	<b>50</b>	<b>66,2</b>	<b>64</b>	<b>67,3</b>	<b>14</b>	<b>1,2</b>	<b>0,8</b>

Tabella 5.1.4. Postazione 1 (Bargellino) - LVA notturno dal 17 al 21 gennaio 2011.

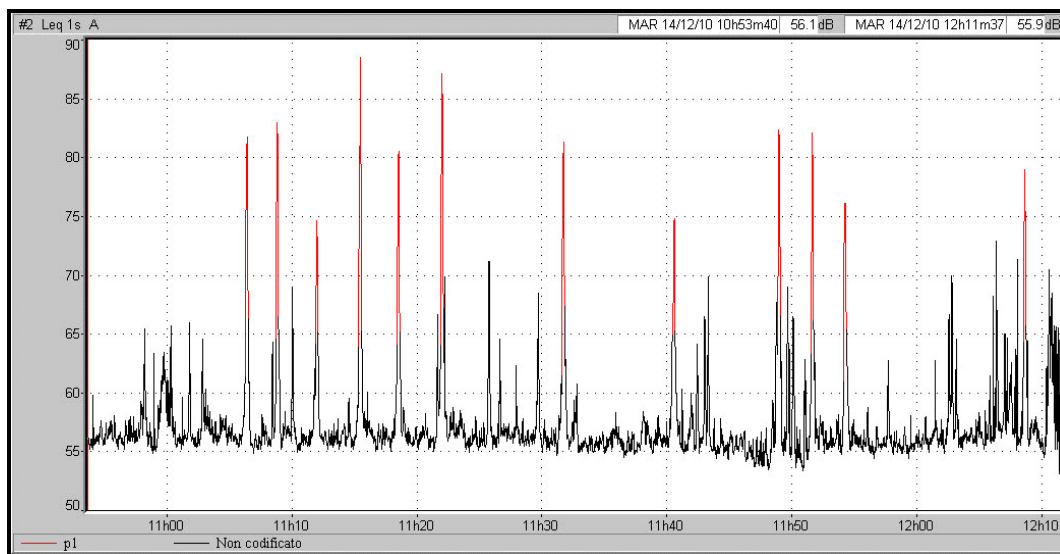


Figura 5.1.3. Time history della misura del 14/12/2010 presso la Postazione 1.

Postazione 1 - 14/12/2010		Dato SAB	Dato ARPA
Ora	Tipo operazione	SEL dB (A)	SEL dB (A)
11.06.18	A	88,6	88,8
11.08.46	A	89,5	89,8
11.11.56	A	81,6	82,0
11.15.21	A	93,5	93,3
11.18.27	A	86,9	87,3
11.21.55	A	92,4	92,8
11.31.39	A	88,3	88,5
11.40.27	A	81,3	82,9
11.48.46	A	89,0	89,4
11.51.33	A	87,2	87,4
11.54.12	A	84,3	84,5
12.08.34	A	86,0	86,2

Tabella 5.1.5. Eventi riconosciuti nel corso della misura assistita del 14/12/2010 presso la Postazione 1.

Durante la misura breve assistita si è avuto riscontro visivo di 12 transiti aerei, tutti in atterraggio, riportati in Tabella 5.1.5. Il sistema di correlazione di SARA è riuscito ad associare tutti gli eventi acustici rilevati ad altrettanti transiti aerei. In figura 5.1.3. si riporta il profilo temporale della misura e in Tabella 5.1.5. l'elenco dei transiti accertati visivamente dai tecnici rilevatori.

Si può notare un'ottima corrispondenza tra il dato rilevato dalla centralina SARA e dalla centralina rilocabile ARPA.

## 5.2. Postazione 5 (Zanardi-Noce)

In corrispondenza della Postazione 5 sono state svolte due campagne di misure in continuo: tali monitoraggi non presidiati sono stati eseguiti dal 2 al 6 dicembre 2010 per un totale di circa 95 ore e dal 17 al 21 gennaio per un totale di circa 97 ore.

In tale postazione è stato possibile collocare la centralina in una postazione abbastanza prossima a quella del sistema SARA, con le capsule microfoniche distanti una decina di metri l'una dall'altra; in considerazione della distanza di transito degli aeromobili, la disposizione realizzata è idonea ad acquisire i livelli generati dal traffico aereo nella stessa misura della postazione SARA.

In Figura 4.2.1. è ben visibile il microfono di ARPA cerchiato in rosso installato su apposito mezzo mobile e poco più lontano, sopra il chiosco in muratura, la postazione microfonica di SARA.

I risultati dei monitoraggi sono riportati in Tabelle da 5.2.1. a 5.2.4.; nella fase di post-elaborazione per l'individuazione degli eventi acustici è stato impostato un livello di soglia pari a 62 dB(A) per un tempo non inferiore a 6 secondi.



Figura 5.2.1. Posizione della strumentazione per misure in continuo presso la Postazione 5.

Postazione 5	Dato SAB		Dato ARPA		Differenze		
	eventi	LVAd dB(A)	eventi	LVAd dB(A)	eventi	LVAd dB(A)	mediana $\Delta$ SEL dB(A)
2/12/2010	30	53,4	31	54,3	1	0,9	0,8
3/12/2010	39	55,2	45	56,3	6	1,1	0,3
4/12/2010	18	50,5	22	51,1	4	0,6	-0,2
5/12/2010	66	55,7	70	56,3	4	0,6	0,3
6/12/2010	8	48,9	10	49,6	2	0,7	0,3
<b>totale</b>	<b>161</b>	<b>53,5</b>	<b>178</b>	<b>54,3</b>	<b>17</b>	<b>0,8</b>	<b>0,3</b>

Tabella 5.2.1. Postazione 5 – LVA diurno dal 2 al 6 dicembre 2010.

Postazione 5	Dato SAB		Dato ARPA		Differenze		
	eventi	LVA n dB(A)	eventi	LVA n dB(A)	eventi	LVA n dB(A)	mediana $\Delta$ SEL dB(A)
2/12/2010	2	49,5	3	53,4	1	3,9	0,1
3/12/2010	0	-	1	41,0	1	-	-
4/12/2010	0	-	0	-	0	-	-
5/12/2010	2	49,4	2	49,0	0	-0,4	-0,4
<b>totale</b>	<b>4</b>	<b>46,4</b>	<b>6</b>	<b>48,9</b>	<b>2</b>	<b>2,5</b>	<b>0,0</b>

Tabella 5.2.2. Postazione 5 – LVA notturno dal 2 al 6 dicembre 2010.

Postazione 5	Dato SAB		Dato ARPA		Differenze		
	eventi	LVAd dB(A)	eventi	LVAd dB(A)	eventi	LVAd dB(A)	mediana $\Delta$ SEL dB(A)
17/1/2011	60	58,3	65	59,7	5	1,4	1,1
18/1/2011	67	55,4	78	56,9	11	1,5	1,2
19/1/2011	75	57,6	85	59,4	10	1,8	1,3
20/1/2011	54	57,1	64	58,3	10	1,2	1,2
21/1/2011	13	54,9	14	55,7	1	0,8	1,3
<b>totale</b>	<b>269</b>	<b>56,8</b>	<b>306</b>	<b>58,2</b>	<b>37</b>	<b>1,4</b>	<b>1,2</b>

Tabella 5.2.3. Postazione 5 – LVA diurno dal 17 al 21 gennaio 2011.

Postazione 5	Dato SAB		Dato ARPA		Differenze		
	eventi	LVA n dB(A)	eventi	LVA n dB(A)	eventi	LVA n dB(A)	mediana $\Delta$ SEL dB(A)
17/1/2011	1	53,7	1	55,7	0	2,0	2,0
18/1/2011	6	60,3	7	61,9	1	1,6	1,1
19/1/2011	1	53,9	3	55,9	2	2,0	1,8
20/1/2011	1	51,9	1	53,2	0	1,3	1,3
<b>totale</b>	<b>9</b>	<b>56,3</b>	<b>12</b>	<b>58,0</b>	<b>3</b>	<b>1,7</b>	<b>1,3</b>

Tabella 5.2.4. Postazione 5 – LVA notturno dal 17 al 21 gennaio 2011.

Nell'elaborazione dei dati rilevati in corrispondenza della Postazione 5, si è tenuto conto anche rilievi effettuati in contemporanea presso la Postazione 1.

Ciò ha permesso di escludere alcuni eventi sonori di basso livello anche se potenzialmente correlabili con eventi presenti nell'elenco delle tracce radar.

Infatti, data la sincronia fra i fonometri, per gli eventi di bassa intensità rilevati in corrispondenza della Postazione 5 e potenzialmente correlabili con operazioni di decollo o atterraggio nella parte ovest della pista (atterraggi in direzione ovest-est o decolli in direzione est-ovest), si è potuto fare riferimento agli eventi correttamente rilevati in corrispondenza della Postazione 1 (Bargellino); conseguentemente si sono esclusi gli eventi di basso livello misurati nella Postazione 5 che non risultavano completamente compatibili dal punto di vista temporale con gli atterraggi in direzione ovest-est o decolli in direzione est-ovest individuati in corrispondenza della Postazione 1.

Per ogni giorno sono stati calcolati i valori di LVA diurno e notturno con le stesse modalità di SARA, il numero di eventi considerati dal sistema di SAB, da ARPA e le differenze rilevate dai due sistemi di monitoraggio, si è inoltre calcolata la mediana delle differenze giorno per giorno.



### 5.3. Postazione 6 (Campo sportivo Pizzoli)

In corrispondenza della Postazione 6 è stato eseguito un monitoraggio in continuo su mezzo mobile con microfono posto ad un'altezza di circa 5 metri dal piano di campagna: la misura non presidiata si è svolta dal 1 al 7 febbraio 2011 per un totale di circa 144 ore.

In coda a tale monitoraggio, poco prima di rimuovere il mezzo mobile, si è proceduto ad osservare i passaggi aerei per circa due ore al fine della successiva correlazione con riscontro visivo.



Figura 5.3.1. Posizione della strumentazione per misure in continuo presso la Postazione 6.



Figura 5.3.2. Distanza fra le due catene strumentali nel corso della campagna 1-7 febbraio 2011.

Presso tale postazione la situazione logistica non ha reso possibile un affiancamento fra le due postazioni microfoniche perciò è stata scelta una disposizione sulla stessa linea di atterraggio che rendesse significativi e confrontabili i livelli acquisiti dalle due postazioni fonometriche: in Figura 5.3.1. è ben visibile il microfono di ARPA, cerchiato in rosso, installato su mezzo mobile e poco più lontano la postazione microfonica di SARA sulla sommità della torre faro.

La distanza fra le due strumentazioni, di 65 metri circa (cfr Figura 5.3.2.), non ha comunque determinato differenze rilevanti nei parametri che caratterizzano i transiti aerei anzi, nonostante la distanza analoga dalla principale sorgente sonora stradale di Via Agucchi, è stata piuttosto la rumorosità di fondo ad incidere sulla modalità di acquisizione degli eventi con particolare riferimento alla fissazione delle soglie di livello e tempo.

Una prima misura breve assistita era già stata eseguita in data 10/12/2010 dalle ore 10.30 alle ore 12 con l'ausilio di un treppiede capace di raggiungere un'altezza di circa 8 metri (cfr Figura 5.3.3.). Nel corso di tale rilievo si è avuto riscontro visivo di 12 transiti aerei ma il sistema di correlazione di SARA è riuscito ad associare a transiti aerei solo 10 dei 12 eventi acustici rilevati; in Figura 5.3.4. si riporta il profilo temporale della misura e in Tabella 5.3.1. l'elenco dei transiti accertati visivamente dai tecnici rilevatori.

Riscontri analoghi sono emersi dall'accertamento del 7 febbraio 2011.



Figura 5.3.3. Posizione della strumentazione per misure assistite presso la Postazione 6.



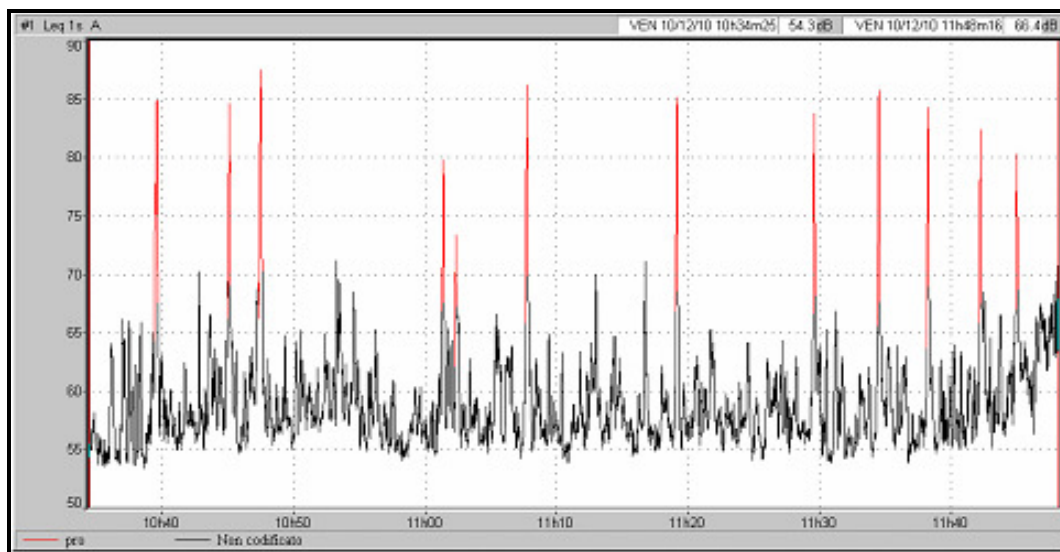


Figura 5.3.4. Time history della misura del 10/12/2010 presso la Postazione 6.

Postazione 6 (Campo Pizzoli) 10/12/2010		Dato SAB	Dato ARPA
Ora	Tipo operazione	SEL dB (A)	SEL dB (A)
10.39.25	D	92,5	91,3
10.44.59	D	91,6	90,7
10.47.20	D	94,9	94,7
<b>11.01.18</b>	<b>D</b>	-	86,0
<b>11.02.19</b>	<b>A</b>	-	81,1
11.07.41	A	93,3	92,1
11.19.07	A	91,7	90,5
11.29.34	A	91,3	89,9
11.34.28	A	92,5	91,5
11.38.14	A	91,3	90,0
11.42.15	A	89,9	88,6
<i>11.45.01</i>	<i>A</i>	88,5	87,5

Tabella 5.3.1. Riscontri visivi: in grassetto gli eventi non riconosciuti, in corsivo quelli non correlati.

I risultati dei monitoraggi sono riportati in Tabelle da 5.3.2.a 5.3.5.; nella fase di post-elaborazione per l'individuazione degli eventi acustici è stato impostato un livello di soglia pari a 62 dB(A) per un tempo non inferiore a 6 secondi; questa scelta ha implicato l'esclusione manuale di numerosi eventi non riconducibili a transiti di aeromobili.

Postazione 6	Dato SAB		Dato ARPA		Differenze		
	eventi	LVA <sub>d</sub> dB(A)	eventi	LVA <sub>d</sub> dB(A)	eventi	LVA <sub>d</sub> dB(A)	mediana $\Delta$ SEL dB(A)
1/2/2011	41	62,6	42	63,1	1	0,4	0,2
2/2/2011	69	60,8	73	61,5	4	0,7	0,5
3/2/2011	54	60,9	57	61,4	3	0,6	0,8
4/2/2011	57	61,3	58	61,8	1	0,5	0,3
5/2/2011	41	59,8	43	60,4	2	0,6	0,4
6/2/2011	46	60,7	48	61,2	2	0,5	0,3
7/2/2011	21	62,1	23	62,7	2	0,6	0,3
<b>totale</b>	<b>329</b>	<b>59,7</b>	<b>344</b>	<b>60,3</b>	<b>15</b>	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>

Tabella 5.3.2. Postazione 6 – LVA DIURNO dall'1 al 7 febbraio 2011.

Postazione 6	Dato SAB		Dato ARPA		Differenze		
	eventi	LVA <sub>n</sub> dB(A)	eventi	LVA <sub>n</sub> dB(A)	eventi	LVA <sub>n</sub> dB(A)	mediana $\Delta$ SEL dB(A)
1/2/2011	4	66,8	4	68,5	0	1,7	0,3
2/2/2011	4	63,1	4	63,2	0	0,1	0,2
3/2/2011	0	-	0	-	0	-	-
4/2/2011	0	-	0	-	0	-	-
5/2/2011	0	-	1	47,9	1	-	-
6/2/2011	0	-	0	-	-	-	-
<b>totale</b>	<b>8</b>	<b>60,6</b>	<b>9</b>	<b>61,9</b>	<b>1</b>	<b>1,3</b>	<b>0,3</b>

Tabella 5.3.3. Postazione 6 – LVA NOTTURNO dall'1 al 7 febbraio 2011.

Si evidenzia infine che nell'elaborazione dei dati registrati in corrispondenza della Postazione 6 è emersa la presenza di alcuni sporadici eventi ritenuti anomali in quanto caratterizzati da livelli molto diversi fra le due strumentazioni.

Dato che la differente collocazione delle centraline non può essere causa di un'acquisizione di livelli afferenti il rumore aeronautico così diversi, si è approfondita l'analisi ed esaminando le corrispondenti *time history* si è accertato che il profilo temporale di tali eventi non è tipico del rumore prodotto dal transito di aerei. Si è inoltre appurato che si tratta di eventi correlati con operazioni di decollo o atterraggio avvenute dalla parte ovest della pista (atterraggi in pista 12 o decolli in pista 30), pertanto difficilmente registrabili dalla Postazione 6. Per questi eventi si è controllato che i transiti associati nella Postazione 6 fossero stati correlati negli stessi orari anche nella Postazione 1 escludendo in tal modo un'indicazione errata delle tracce radar.

In considerazione del fatto che la distanza fra le due catene strumentali era di circa 65 metri, si ritiene che tali eventi anomali siano riconducibili ad emissioni sonore che presentano una sensibile

differenza nel percorso di propagazione verso i due microfoni che quindi risentono di diverse direttività, riflessioni e rifrazioni.

L'elenco di tali eventi erroneamente riconosciuti e correlati è riportato in Tabella 5.3.4.; in Tabella 5.3.5. gli stessi eventi sono messi a confronto con gli eventi rilevati dalla Postazione 1 (Bargellino): tutti gli eventi, ad eccezione del primo, sono correlati con lo stesso volo.

Postazione 6		Dato SAB		Dato ARPA			Operazione
Data / Ora		Durata	SEL dB(A)	Durata	SEL dB(A)	$\Delta$ SEL dB(A)	
1/2/2011 15.57		10	81,5	12	75,2	-6,3	A12
2/2/2011 9.05		17	85,1	20	79,7	-5,4	A12
2/2/2011 12.38		17	87,4	16	79,3	-8,1	A12
2/2/2011 23.54		12	83,4	12	76,6	-6,8	A12
3/2/2011 7.40		18	85,5	24	80,3	-5,2	D30
3/2/2011 8.54		13	83,6	20	79,1	-4,5	A12
4/2/2011 8.25		11	85,2	21	79,6	-5,6	A12
4/2/2011 22.11		14	83,5	17	78,9	-4,6	A12
6/2/2011 9.02		13	86,4	13	79	-7,4	A12
6/2/2011 15.59		17	89,9	13	93,3	3,4	A12

Tabella 5.3.4. Eventi erroneamente attribuiti ad operazioni aeronautiche nella Postazione 6 (Campo sportivo Pizzoli), A12 indica atterraggi in direzione ovest-est, D30 decolli in direzione est-ovest.

Dato SAB Postazione 6				Dato SAB Postazione 1				
Data / Ora	Durata	SEL dB(A)	Volo	Data / Ora	Durata	SEL dB(A)	Volo	Operaz.
1/2/2011 15.57	10	81,5	BAW2562	1/2/2011 15.56	16	89,7	RAM952	A12
2/2/2011 9.05	17	85,1	ISS1657	2/2/2011 9.04	13	88,7	ISS1657	A12
2/2/2011 12.38	17	87,4	RYR5544	2/2/2011 12.38	16	88,6	RYR5544	A12
2/2/2011 23.54	12	83,4	MAC2463	2/2/2011 23.54	9	75,8	MAC2463	A12
3/2/2011 7.40	18	85,5	AZA1312	3/2/2011 7.41	43	97,9	AZA1312	D30
3/2/2011 8.54	13	83,6	RYR5374	3/2/2011 8.53	14	87,6	RYR5374	A12
4/2/2011 8.25	11	85,2	AZA1345	4/2/2011 8.25	13	86,3	AZA1345	A12
4/2/2011 22.11	14	83,5	BAW2564	4/2/2011 22.20	15	91,5	BAW2564	A12
6/2/2011 9.02	13	86,4	RYR4862	6/2/2011 9.01	16	89,6	RYR4862	A12
6/2/2011 15.59	17	89,9	GW1838	6/2/2011 15.58	13	85,9	GW1838	A12

Tabella 5.3.5. Eventi correlati con operazioni aeronautiche nella Postazione 6 (campo sportivo Pizzoli) e nella Postazione 1 (Bargellino); A12 indica atterraggi in direzione ovest-est, D30 decolli in direzione est-ovest.

## 5.4. Postazione Stazione 7 (Beverara)

In corrispondenza della Postazione 7 è stato eseguito un monitoraggio in continuo con strumentazione in box con microfono posto ad un'altezza di circa 3,5 metri dal piano di campagna; la misura non presidiata si è svolta dal 2 al 6 dicembre 2010 per un totale di circa 95 ore.

Si è già fatta menzione dei problemi di alimentazione di questa stazione di monitoraggio dovuti al fatto che i pannelli fotovoltaici in periodi di forte copertura nuvolosa non forniscono energia sufficiente a garantire il funzionamento in continuo della strumentazione: per questo motivo non è stato possibile procedere al confronto su tutto il periodo di campionamento svolto da ARPA, ma solo su una parte, pari a 25 ore, corrispondenti all'effettivo tempo di funzionamento e acquisizione da parte della stazione di SAB.

Presso tale postazione, nell'esecuzione del monitoraggio in continuo, non è stato possibile affiancare la capsula microfonica di ARPA a quella di SARA (cfr Figura 5.3.1.), tuttavia tale differenza di quota, piccola rispetto all'altezza dei sorvoli sulla postazione, e l'assenza di sorgenti estranee ai movimenti aerei, hanno garantito un'acquisizione dei livelli del tutto confrontabili fra le due strumentazioni.

In corrispondenza della Postazione 7 è stata inoltre eseguita una misura assistita in data 24/1/2011 dalle ore 10.30 alle ore 13 circa con l'ausilio di un treppiede capace di raggiungere un'altezza di circa 8 metri (cfr Figura 5.3.2.)



Figura 5.4.1. Posizione della strumentazione per misure in continuo presso la Postazione 7.



Figura 5.4.2. Misure assistite presso la Postazione 7.

Nel corso di tale rilievo si è avuto riscontro visivo di 12 transiti aerei ma il sistema di correlazione di SARA è riuscito ad associare a transiti aerei solo 10 dei 12 eventi acustici rilevati.

In Figura 5.4.3. si riporta il profilo temporale della misura e in Tabella 5.4.1. l'elenco dei transiti accertati visivamente dai tecnici rilevatori.

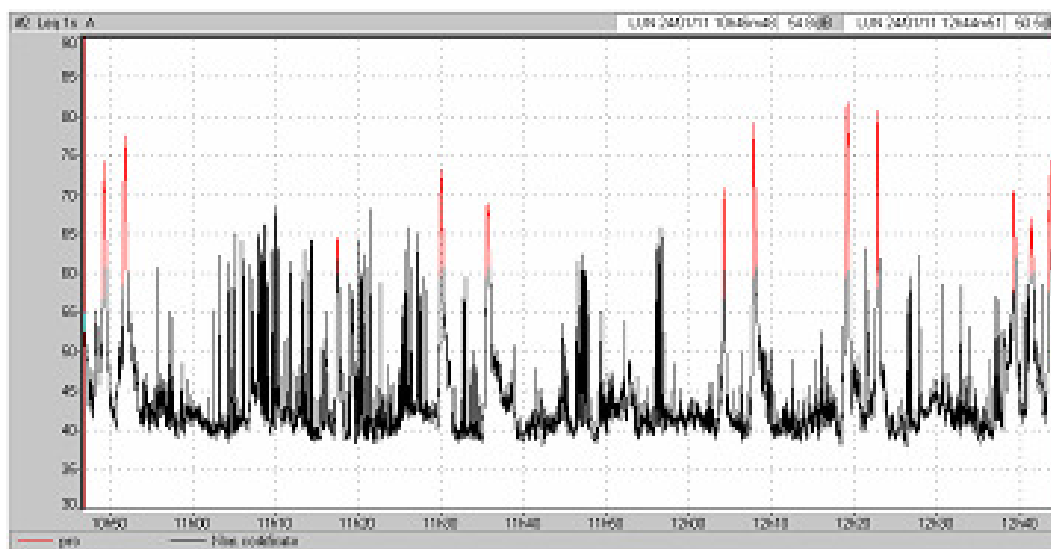


Figura 5.3.3. Time history della misura del 24 gennaio 2011 presso la Postazione 7.

Postazione 7 - 24/1/2011		Dato SAB	Dato ARPA
Ora	Tipo operazione	SEL dB (A)	SEL dB (A)
10.49.11	D	83,6	83,6
10.51.40	D	86,4	86,8
<b>11.17.33</b>	<b>D</b>		72,7
11.29.54	D	82,4	82,8
11.35.32	D	79,1	79,9
12.04.08	D	77,8	78,3
12.07.49	D	86,8	86,9
12.18.56	D	90,4	90,5
12.22.43	D	87,8	88,0
12.39.13	D	79,2	80,2
<b>12.41.13</b>	<b>D</b>		77,7
12.43.36	D	82,9	83,0

Tabella 5.4.1. Riscontri visivi: in grassetto gli eventi non riconosciuti.

I risultati dei monitoraggi sono riportati in Tabella da 5.4.2.; nella fase di post-elaborazione per l'individuazione degli eventi acustici è stato impostato un livello di soglia pari a 60 dB(A) per un tempo non inferiore a 6 secondi.

Per ogni giorno sono stati calcolati il valore di LVA diurno, ricavato con le stesse modalità di SARA, il numero di eventi considerati dal sistema di SAB, da ARPA e le differenze rilevate dai due sistemi di monitoraggio; si è inoltre calcolata la mediana delle differenze giorno per giorno.

Postazione 7	Dato SAB		Dato ARPA		Differenze		
	eventi	LVA <sub>d</sub> dB(A)	eventi	LVA <sub>d</sub> dB(A)	eventi	LVA <sub>d</sub> dB(A)	mediana ΔSEL dB(A)
3/2/2011	36	56,6	41	56,9	5	0,3	-0,2
4/2/2011	15	54,9	17	54,6	2	-0,3	-0,2
5/2/2011	26	56,5	28	56,5	2	0,0	-0,3
<b>Totale</b>	<b>77</b>	<b>56,1</b>	<b>86</b>	<b>56,1</b>	<b>9</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,2</b>

Tabella 5.4.2. Postazione 7 – LVA diurno dal 2 al 5 febbraio 2011.

## 6. Sintesi e commento dei risultati

La Tabella 6.1. riepiloga l'intera l'attività di monitoraggio eseguita.

La Tabella 6.2. mostra i valori di soglia di livello e temporale del sistema SAB e impiegati da ARPA.

Le Tabelle da 6.3. a 6.7. riportano i valori di LVA giornaliero dei monitoraggi eseguiti, permettendo un confronto diretto con i livelli e il parametro LVA costruito dal sistema SARA.

Si fa presente che le differenze emergenti non dipendono solamente dalla diversa acquisizione strumentale ma anche dalle soglie di livello e tempo utilizzate nell'acquisizione dell'evento che incidono direttamente sul numero di transiti considerati nella costruzione dell'LVA.

Inoltre l'utilizzo di soglie differenti per livello e tempo influenza direttamente la possibilità di discriminare eventuali falsi eventi che rischiano di entrare erroneamente nel calcolo dell'LVA; ad esempio il valore di 62 dB(A) per almeno 6 secondi, impiegato per l'estrazione dei dati raccolti nel corso del monitoraggio presso la Postazione 6 (Campo sportivo Pizzoli), ha portato ad un lungo lavoro di post-elaborazione finalizzato ad eliminare gli eventi non correlati ai transiti aerei.

Stazione SARA	Periodo di misura	Ore di misura	Tipo misura
1 Bargellino	2-6 dicembre 2010	97	non presidiata - box
1 Bargellino	14 dicembre 2010	1.5	presidiata – palo telescopico
1 Bargellino	17-21 gennaio 2011	95	non presidiata - box
5 Zanardi - Noce	2-6 dicembre 2010	95	non presidiata – furgone
5 Zanardi - Noce	17-21 gennaio 2011	97	non presidiata - furgone
6 Campo sportivo Pizzoli	10 dicembre 2010	1.5	presidiata
6 Campo sportivo Pizzoli	1-7 febbraio 2011	144	non presidiata – furgone
6 Campo sportivo Pizzoli	7 febbraio 2011	2	presidiata – furgone
7 Beverara	2-6 dicembre 2010	95 (effettive SARA 25)	non presidiata – box
7 Beverara	24 gennaio 2011	2	presidiata – palo telescopico

Tabella 6.1. Rilievi effettuati.

Postazione	SAB Soglia (dBA)	SAB Durata evento (s)	ARPA Soglia (dBA)	ARPA Durata evento (s)
1 Bargellino	65	6	62	6
5 Zanardi - Noce	65	10	62	6
6 Campo Pizzoli	70	10	62	6
7 Beverara	65	6	60	6

Tabella 6.2. Soglie di livello e tempo del sistema SAB e impiegati da ARPA.



Postazione 1	Dato SAB		Dato ARPA		Differenze		
	eventi	LVAj dB(A)	eventi	LVAj dB(A)	Eventi	LVAj dB(A)	mediana $\Delta$ SEL dB(A)
2/12/2010	77	63,0	91	63,3	14	0,3	0,2
3/12/2010	134	65,0	144	65,1	10	0,1	0,2
4/12/2010	96	63,4	97	63,5	1	0,1	0,0
5/12/2010	115	65,1	121	65,6	6	0,5	0,2
<b>Totale</b>	<b>422</b>	<b>64,2</b>	<b>453</b>	<b>64,5</b>	<b>31</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>

Tabella 6.3. Postazione 1 – LVAj dal 2 al 5 dicembre 2010.

Postazione 1	Dato SAB		Dato ARPA		Differenze		
	eventi	LVAj dB(A)	eventi	LVAj dB(A)	eventi	LVAj dB(A)	mediana $\Delta$ SEL dB(A)
17/1/2011	90	64,0	99	64,5	9	0,5	0,5
18/1/2011	103	60,7	118	61,8	15	1,1	0,8
19/1/2011	111	63,1	126	64,1	15	1,0	0,9
20/1/2011	158	64,9	192	66,0	34	1,1	1,0
<b>Totale</b>	<b>462</b>	<b>63,4</b>	<b>535</b>	<b>64,3</b>	<b>73</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>

Tabella 6.4. Postazione 1 – LVAj dal 17 al 20 gennaio 2011.

Postazione 5	Dato SAB		Dato ARPA		Differenze		
	eventi	LVAj dB(A)	eventi	LVAj dB(A)	eventi	LVAj dB(A)	mediana $\Delta$ SEL dB(A)
2/12/2010	32	53,4	34	54,3	2	0,9	0,7
3/12/2010	39	53,7	46	54,8	7	1,1	0,3
4/12/2010	18	49,0	22	49,6	4	0,6	-0,2
5/12/2010	68	54,6	72	55,1	4	0,5	0,3
<b>Totale</b>	<b>157</b>	<b>53,1</b>	<b>174</b>	<b>53,9</b>	<b>17</b>	<b>0,8</b>	<b>0,3</b>

Tabella 6.5. Postazione 5 – LVAj dal 2 al 5 dicembre 2010.

Postazione 5	Dato SAB		Dato ARPA		Differenze		
	eventi	LVAj dB(A)	eventi	LVAj dB(A)	eventi	LVAj dB(A)	mediana $\Delta$ SEL dB(A)
17/1/2011	61	57,4	66	58,9	5	1,5	1,1
18/1/2011	73	57,5	85	59,0	12	1,5	1,2
19/1/2011	76	56,8	88	58,6	12	1,8	1,3
20/1/2011	65	56,1	75	57,3	10	1,2	1,2
<b>Totale</b>	<b>275</b>	<b>57,0</b>	<b>314</b>	<b>58,5</b>	<b>39</b>	<b>1,5</b>	<b>1,2</b>

Tabella 6.6. Postazione 5 – LVAj dal 17 al 20 gennaio 2011.



Postazione 6	Dato SAB		Dato ARPA		Differenze		
	eventi	LVAj dB(A)	eventi	LVAj dB(A)	eventi	LVAj dB(A)	mediana $\Delta$ SEL dB(A)
1/2/2011	45	64,3	46	65,5	1	1,2	0,2
2/2/2011	73	61,6	77	62,1	4	0,5	0,5
3/2/2011	54	59,3	57	59,1	3	-0,2	0,8
4/2/2011	57	59,8	58	60,3	1	0,5	0,3
5/2/2011	41	58,3	44	59,0	3	0,7	0,4
6/2/2011	46	59,2	48	59,7	2	0,5	0,3
<b>Totale</b>	<b>270</b>	<b>60,9</b>	<b>330</b>	<b>61,6</b>	<b>14</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>

Tabella 6.7. Postazione 6 – LVAj dall' 1 al 6 febbraio 2011.

Gli eventi estratti dalle misure non presidiate con i criteri sopra descritti sono stati confrontati con quelli riconosciuti automaticamente dal sistema SARA: in base all'orario ogni operazione individuata da ARPA è stata correlata con la corrispondente rilevata dal sistema SARA, se presente. Ciò ha permesso in prima battuta di accertare quante operazioni siano state effettivamente rilevate dal sistema SARA nell'attuale configurazione; i dati relativi sono riportati in Tabella 6.8.

Gli eventi non rilevati da SARA ma compresi nelle estrazioni ARPA, sono stati dapprima ricercati sul listato delle tracce radar tenendo presente che, come detto in precedenza, non è comprensivo di tutti i possibili voli. Nel caso in cui l'evento non fosse stato presente, si è proceduto alla disamina della storia temporale dell'evento e, qualora contraddistinta da determinate caratteristiche, si è assegnato detto evento ovvero lo si è escluso (cfr Appendice 3).

Al fine di completare l'indagine circa la mancata correlazione di eventi che invece andrebbero inclusi si è proceduto ad un approfondimento congiunto col personale di SAB nel corso del citato incontro del 15 febbraio 2011.

Stazione	Periodo	Dato ARPA	Dato SARA	Dato SARA / Dato ARPA
1 Bargellino	2-6 dicembre 2010	506	496	98.0%
1 Bargellino	17-21 gennaio 2011	572	562	98.2%
5 Zanardi - Noce	2-6 dicembre 2010	188	176	93.6%
5 Zanardi - Noce	17-21 gennaio 2011	328	318	96.9%
6 Campo Pizzoli	1-7 febbraio 2011	353	341	96.6%
7 Beverara (*)	2-6 dicembre 2010	86	77	89.5%

Tabella 6.8. Numero eventi riconosciuti per ogni campagna.

(\*) conteggio riferito al periodo di funzionamento pari a 25 ore su un monitoraggio di 95 ore complessive.

Ora transito	Durata evento (s)	Leq (dBA)	Lmax (dBA)	SEL (dBA)
8.17.31	9	64,6	65,4	74,1
12.37.36	10	65,4	66,4	75,4
13.09.27	13	68,8	71,0	79,9
13.58.58	13	65,0	66,8	76,2
17.03.02	22	65,5	68,2	78,9
17.40.40	10	69,8	74,0	79,8
19.05.45	15	65,9	68,0	77,6
20.03.52	14	68,2	71,7	79,6
21.54.16	9	67,8	69,3	77,3
22.57.55	16	65,5	68,5	77,6

Tabella 6.9. Movimenti aerei non riconosciuti dalla Postazione 5 (Zanardi - Noce) il giorno 18 gennaio 2011 e correlati manualmente con traccia radar.

Bargellino 14/12/2010		Beverara 24/1/2011		Campo Pizzoli 10/12/2010		Campo Pizzoli 7/2/2011	
Ora	Tipo	Ora	Tipo	Ora	Tipo	Ora	Tipo
11.06.18	A	10.49.11	D	10.39.25	D	10.40.35	D
11.08.46	A	10.51.40	D	10.44.59	D	11.07.51	D
11.11.56	A	<b>11.17.33</b>	<b>D</b>	10.47.20	D	11.09.35	A
11.15.21	A	11.29.54	D	<b>11.01.18</b>	<b>D</b>	11.19.46	D
11.18.27	A	11.35.32	D	<b>11.02.19</b>	<b>A</b>	<b>11.31.02</b>	<b>D</b>
11.21.55	A	12.04.08	D	11.07.41	A	11.33.44	D
11.31.39	A	12.07.49	D	11.19.07	A	11.36.51	D
11.40.27	A	12.18.56	D	11.29.34	A	11.55.44	D
11.48.46	A	12.22.43	D	11.34.28	A	12.07.18	D
11.51.33	A	12.39.13	D	11.38.14	A	12.13.36	D
11.54.12	A	<b>12.41.13</b>	<b>D</b>	11.42.15	A	12.22.03	D
12.08.34	A	12.43.36	D	11.45.01	A	12.26.05	D

Tabella 6.10. Riscontri visivi; in grassetto gli eventi non riconosciuti.

In Tabella 6.9. sono elencati i movimenti aerei nel giorno 18 gennaio 2011 presenti nel listato delle tracce radar ma non riconosciuti dalla Postazione 5 (Zanardi - Noce): di tali eventi, in numero di 10 su un totale di 78 registrati il 18 gennaio, si riportano i valori di Leq, Lmax, SEL rilevati da ARPA. In Tabella 6.10. e più in dettaglio in Appendice 4 sono riportati i riscontri visivi effettuati da ARPA.

Dall'esame dei dati riportati in Tabella 6.10. si rileva che:

- nella Stazione 1 (Bargellino) il sistema di monitoraggio gestito da SAB ha acquisito correttamente tutti gli eventi al fine della costruzione del parametro di legge LVA;
- nella Stazione 5 (Beverara) non sono stati riconosciuti 2 eventi a basso contenuto energetico;
- nella Stazione 6 (Campo sportivo Pizzoli) la verifica ha evidenziato che alcuni eventi che presentavano un basso contenuto energetico rispetto a quelli riconosciuti non sono stati individuati dalla centralina SAB.

Considerando il totale delle 4 postazioni, su 48 eventi osservati, 5 non sono stati rilevati dal sistema SARA a causa di livelli generati inferiori alle impostazioni di soglia livello/tempo impostati da SAB.

Al punto 5.3 si è già detto dei dati registrati in corrispondenza della Postazione 6 (Campo sportivo Pizzoli) circa la presenza di eventi sonori caratterizzati da livelli molto diversi fra le due strumentazioni. Approfondendo l'analisi si è poi appurato che erano eventi presumibilmente non riconducibili al traffico aereo, ma più probabilmente a sorgenti acustiche più prossime ai microfoni, rispetto alle quali le due catene strumentali hanno rilevato valori diversi in funzione della diversa collocazione. La presenza dei medesimi eventi correlati in P1 testimonia l'esigenza di un controllo incrociato fra le diverse postazioni del sistema SARA che contribuirebbe in modo significativo all'esclusione di questo tipo di eventi. Sembra inoltre utile una revisione degli sferoidi, centrati sulla postazione, in cui il sistema ricerca la presenza di tracce radar potenzialmente correlabili.

Le differenze di LVA riscontrate fra i rilievi ARPA e i dati SAB sono riconducibili, oltre che alla differente risposta dei sistemi di acquisizione, alle diverse posizioni dei microfoni e alla diversa protezione dagli agenti atmosferici, anche al numero diverso di eventi acustici sui quali viene costruito il parametro LVA. A tale proposito occorre fare presente che così come il sistema non ha correlato automaticamente determinati eventi, occasionalmente sono stati riscontrati eventi che il sistema ha correlato erroneamente: tale tipologia di eventi risulta in generale di non facile quantificazione.

Fermo restando quanto sopra esposto, pur con le approssimazioni del caso, si assiste ad una buona corrispondenza fra i valori riscontrati dai due sistemi di monitoraggio. In particolare i primi monitoraggi eseguiti dal 2 al 6 dicembre 2010 presso le Postazioni 1, 5 e 7, hanno restituito dati particolarmente sovrapponibili con differenze intorno a 0,5 dB(A), così come il monitoraggio in corrispondenza della Postazione 6 dal 1 al 7 febbraio, se si escludono gli eventi anomali di cui si è detto.

Lievemente maggiori gli scostamenti rilevati nei monitoraggi dal 17 al 21 gennaio, intorno ad 1 dB(A), anche questi del tutto accettabili.

## 7. Conclusioni

Dal confronto svolto fra i dati rilevati da ARPA e quelli restituiti dal sistema SARA è emersa una buona corrispondenza.

La principale motivazione del mancato riconoscimento di di un certo numero di eventi aerei, va ricercata nelle diverse soglie di livello e tempo. Tuttavia i mancati riconoscimenti sono riconducibili a sorvoli aerei caratterizzati da livelli sonori contenuti, per cui l'influenza sul parametro che deve essere restituito per legge non è significativa.

Ciò premesso si ritiene che l'impostazione di tali soglie possa essere rivalutata coerentemente alle finalità perseguite, anche alla luce della presente verifica. Circa l'eventuale diminuzione delle soglie di livello, si tenga inoltre presente che quelle attuali sono le medesime da tempo, nonostante i livelli di emissione degli aeromobili siano considerevolmente diminuiti.

D'altra parte se un abbassamento delle soglie porta ad interventi manuali di post elaborazione che già ad oggi sono in quantità considerevoli e solo parzialmente efficaci al fine del riconoscimento degli eventi aeronautici, dall'altra la mancata acquisizione di un numero rilevante di aerei resta un aspetto da risolvere.

Sarebbe efficace un algoritmo che, anche solo limitatamente alla Postazione 1 (Bargellino) e alla Postazione 6 (Centro sportivo Pizzoli), fosse in grado di paragonare il numero dei movimenti aerei registrati dalle tracce radar con il numero di eventi acustici registrati dai sistemi fonometrici, in modo da effettuare la correlazione a partire dalle tracce radar e non dall'individuazione dell'evento acustico. In effetti l'attivazione del trigger da parte del fonometro è *conditio sine qua* non è più possibile alcuna correlazione con il movimento aereo.

Di contro, per quanto concerne l'errata inclusione di eventi non riconducibili a traffico aereo, circostanza messa in evidenza in corrispondenza della Postazione 6 (Campo sportivo Pizzoli) grazie alla diversa collocazione delle due catene strumentali, si ritiene che la possibilità di un controllo incrociato fra le diverse postazioni del sistema SARA, unita all'eventuale revisione degli sferoidi di controllo, contribuirebbe in modo significativo alla riduzione di questo seppur lieve errore.

Fermi restando i margini di miglioramento cui si è accennato, il parametro di legge viene restituito correttamente ed in modo adeguato in quanto le differenze rilevate sono entro i margini di tolleranza, pertanto, ai fini della tutela dalle emissioni sonore nonché del rispetto della normativa, il sistema di monitoraggio è idoneo al fine perseguito.