

ARPA Lombardia – Settore Monitoraggi Ambientali

Rapporto tecnico

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

Sistema di Bergamo - Orio al Serio

BGY-1-2019

Relazione redatta da:

Emanuele Galbusera

tecnico competente in acustica ambientale DGR n°14067/2005 – n° ENTECA
1771

Roberta Pollini

tecnico competente in acustica ambientale DPGR n°1445/2014 – n° ENTECA
2071

Verificata da: Responsabile U.O. Agenti Fisici e Radioprotezione

Silvana Angius

tecnico competente in acustica ambientale DPGR n°16723/2001 – n° ENTECA
1416

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	4
2. RETE DI MONITORAGGIO DEL RUMORE AEROPORTUALE	5
2.1. <i>La misura del rumore aeroportuale e l'indice LVA</i>	5
2.2. <i>Componenti della rete di monitoraggio</i>	5
2.3. <i>Determinazione della tipologia delle stazioni di misura</i>	6
2.4. <i>Modalità di identificazione degli eventi sonori</i>	7
2.5. <i>Posizione delle stazioni di misura e sensibilità ai sorvoli</i>	8
3. VERIFICA DELLE STAZIONI DI MISURA	11
3.1. <i>Indicazioni delle linee guida regionali (DGR 808/2005)</i>	11
3.2. <i>Certificazioni LAT</i>	13
3.3. <i>Calibrazioni e continuità delle rilevazioni</i>	14
3.4. <i>Identificazione delle tre settimane di massimo traffico per il 2019 ...</i>	17
3.5. <i>Valutazione delle correlazioni tra operazioni aeree e eventi sonori rilevati</i>	18
3.6. <i>Valutazione complessiva delle caratteristiche delle stazioni di tipo M ai sensi delle linee guida regionali</i>	23
3.7. <i>Validazione del dato di LVA del 2019</i>	24
4. CONCLUSIONI	30

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 2019.

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

Si evidenzia che dal 28 luglio al 27 ottobre 2019 lo scalo milanese di Linate è stato chiuso per lavori di ristrutturazione del Terminal e rifacimento della pista e durante tale periodo è stata effettuata un'operazione di trasferimento dei voli, denominata "*Bridge*", principalmente verso l'aeroporto di Malpensa. Alcune compagnie, però, hanno scelto il trasferimento ad Orio al Serio, così come molti aerei privati, e pertanto lo scalo bergamasco ha accolto un traffico maggiore che ha interessato due delle tre settimane a maggior traffico del 2019.

2. RETE DI MONITORAGGIO DEL RUMORE AEROPORTUALE

2.1. La misura del rumore aeroportuale e l'indice LVA

Una rete di monitoraggio del rumore aeroportuale deve essere in grado di caratterizzare il rumore di origine aeronautica nell'intorno dell'aeroporto. L'indice specifico definito dalla normativa nazionale (DM 31/10/97 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale") per descrivere l'inquinamento acustico di origine aeronautica è denominato Livello di Valutazione Aeroportuale (LVA), che fornisce in dB(A) il livello del rumore attribuibile esclusivamente ai movimenti aerei.

L'indice LVA è annuale, in quanto basato sull'elaborazione e l'analisi dei movimenti aerei e dei dati acustici di un intero anno solare.

L'anno viene suddiviso in tre quadrimestri (1 ottobre – 31 gennaio; 1 febbraio – 31 maggio; 1 giugno – 30 settembre) per ciascuno dei quali viene identificata la settimana, intesa come 7 giorni consecutivi, durante la quale si ha il maggior numero di movimenti di aeromobili civili (atterraggi e decolli).

Per ciascuna di queste tre settimane vengono ricavati gli eventi acustici misurati dalle centraline della rete di rilevamento e, attraverso un metodo di correlazione descritto nei prossimi paragrafi, estrapolato il rumore corrispondente solo agli eventi acustici associabili ai sorvoli aerei.

Ad ogni giornata individuata viene quindi associato l'indice giornaliero LVA_j, ricavato dalla composizione del valore LVA_d diurno e LVA_n notturno. LVA_d e LVA_n che rappresentano, rispettivamente, il livello di valutazione del rumore aeroportuale nel periodo diurno (06.00 - 23.00) e notturno (00.00 - 06.00 e 23:00 - 24:00).

Il livello di valutazione aeroportuale giornaliero costituisce la base per il calcolo del Livello di Valutazione del rumore Aeroportuale (LVA), che si ricava eseguendo la media logaritmica dei singoli valori di LVA_j sui 21 giorni di riferimento.

2.2. Componenti della rete di monitoraggio

Il sistema di monitoraggio relativo all'aeroporto di Orio al Serio per l'anno 2019 è costituito complessivamente da 8 stazioni di misura posizionate in corrispondenza delle traiettorie di decollo e di atterraggio.

La Figura 1 riporta una panoramica generale della rete di monitoraggio.

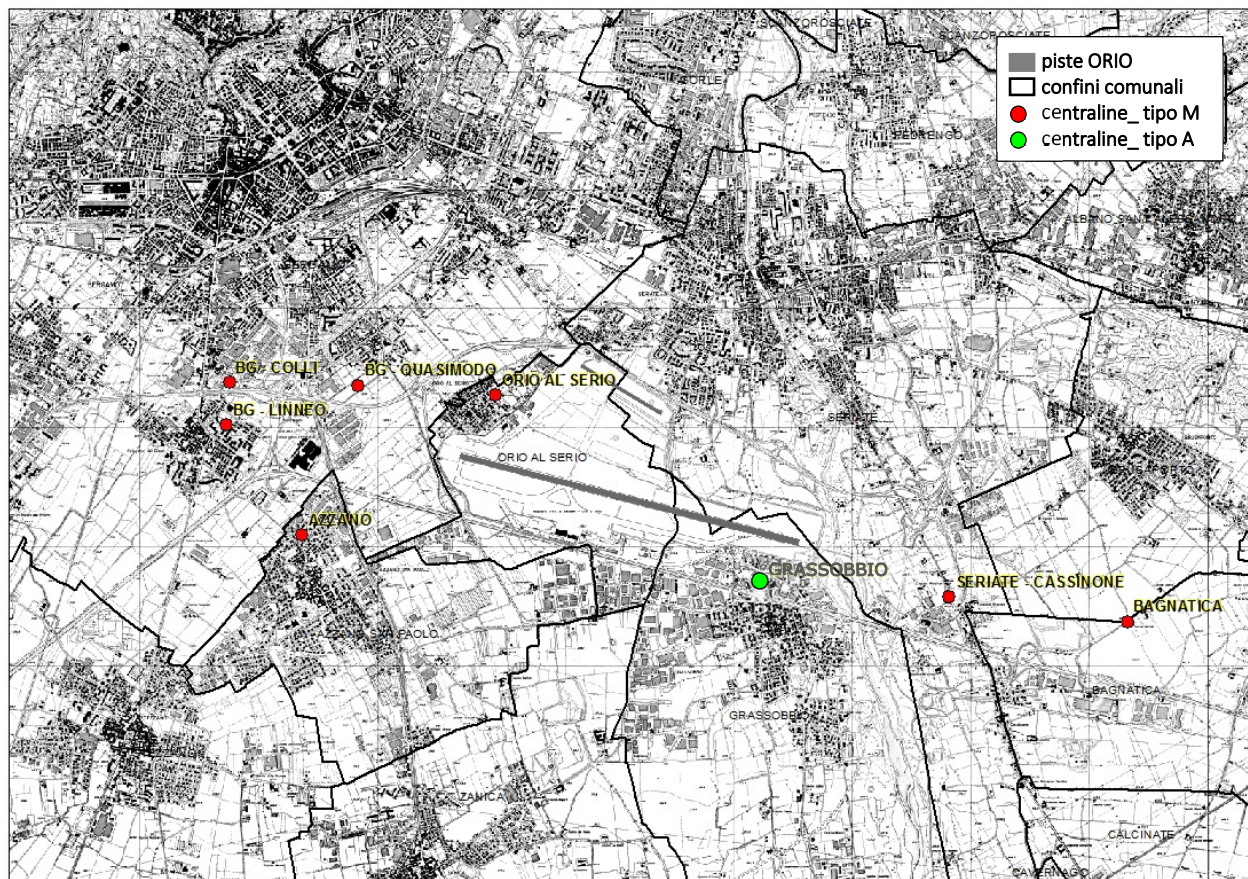


Figura 1: rete di monitoraggio di Orio al Serio (Stazioni di Tipo A e Tipo M).

2.3. Determinazione della tipologia delle stazioni di misura

Nel paragrafo 2.2 delle linee guida emesse dalla Regione Lombardia con la DGR 808/2005 "Linee guida per conseguire il massimo grado di efficienza dei sistemi di monitoraggio del rumore aeroportuale in Lombardia" 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 è necessario misurare il rumore di origine aeronautica e distinguerlo 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 rilevare i parametri caratteristici di un singolo evento acustico aeroportuale e attribuirli in maniera univoca all'aereo responsabile;
- Stazioni di tipo A per il monitoraggio del rumore ambientale: sono stazioni presso le quali si intende misurare il rumore dovuto all'insieme delle sorgenti presenti nell'area circostante e dove non è pertanto essenziale poter discriminare in modo accurato il contributo dovuto agli eventi sonori di origine aeronautica. Presso queste stazioni la

determinazione dei parametri e degli indici descrittivi del rumore di origine aeroportuale può pertanto essere affetta da un elevato grado di incertezza.

Nel caso della rete di monitoraggio dell'aeroporto di Orio al Serio, ciascuna stazione è caratterizzata secondo le tipologie sopra menzionate come riportato nella Tabella 1.

STAZIONE DI MONITORAGGIO	TIPOLOGIA
Azzano S. Paolo – Via XXIV Maggio	M
Bagnatica - Via delle Groane	M
Bergamo – Via Colognola ai Colli	M
Bergamo - Via Linneo	M
Bergamo - Via Quasimodo	M
Grassobbio – Via Lombardia	A
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	M
Seriate (Cassinone) – via Basse	M

Tabella 1: Tipologia delle centraline di misura.

Non essendo la Commissione Aeroportuale di Orio a Serio pervenuta alla definizione di alcuna regola per l'identificazione delle violazioni delle procedure antirumore, non sono state individuate, per il momento, stazioni di tipo V.

2.4. Modalità di identificazione degli eventi sonori

Un evento acustico 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 (in dBA) e di durata dell'evento sono scelte opportunamente per ciascuna postazione, come riportato nella Tabella 2 per le stazioni di tipo M.

STAZIONE DI MONITORAGGIO	SOGLIA (dBA)	DURATA MINIMA (s)
Azzano S.Paolo – Via XXIV Maggio	62	10
Bagnatica - Via delle Groane	70	7
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	66	8
Bergamo - Via Colognola ai Colli	68	9
Bergamo - Via Linneo	68	9
Bergamo - Via Quasimodo	66	8
Seriate (Cassinone) - Via Basse	63	10

Tabella 2: impostazioni per la determinazione degli eventi delle centraline M.

Queste impostazioni, benché ottimizzate per la postazione, possono comunque dare luogo all'identificazione di eventi che non sono di natura aeroportuale (falsi positivi). Per questo motivo i dati connessi agli "eventi sonori" individuati dal sistema di misura 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. Posizione delle stazioni di misura e sensibilità ai sorvoli

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 3, nella quale sono indicate con la lettera D le piste di decollo (D28, D10) con le relative SID e con la lettera A le piste di atterraggio (A10, A28).

Stazione di monitoraggio	D28			A10	A28	D10
	220	267	TZO 044/RNAV			150
Azzano S. Paolo – Via XXIV Maggio	✓	✓	✓	✓		
Bagnatica - Via delle Groane					✓	✓
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bergamo – Via Colognola ai Colli	✓	✓	✓	✓		
Bergamo - Via Linneo	✓	✓	✓	✓		
Bergamo - Via Quasimodo	✓	✓	✓	✓		
Seriate (Cassinone) - Via Basse					✓	✓

Tabella 3: collocazione delle stazioni di misura in corrispondenza delle traiettorie

La stazione di Orio al Serio, posizionata a nord-ovest della pista risulta essere sensibile, sebbene in percentuale ridotta, anche ad alcune operazioni su D10 e A28 che interessano il territorio ad est dello scalo.

Nella Tabella 4 sono descritte le caratteristiche dei siti dove sono posizionate le stazioni di tipo M.

Stazione di monitoraggio	Descrizione
<p>Azzano S. Paolo –</p> <p>Via XXIV Maggio</p>	<p>La strumentazione è stata posta sul ciglio di una strada a traffico locale, in un contesto urbano misto residenziale/artigianale a bassa densità.</p> <p>Lo strumento è stato installato sulla cancellata di una proprietà privata ad un'altezza di circa 4 metri dal livello del suolo. Il traffico stradale di scarsa entità e la ridotta velocità dei veicoli non costituiscono un disturbo significativo alle correlazioni. A distanza di circa 10 metri dal microfono c'è un edificio a due piani fuori terra. Il microfono è installato su una superficie riflettente e non ci sono ostacoli rispetto alle traiettorie percorse dagli aerei.</p>
<p>Bagnatica - Via delle Groane</p>	<p>Lo strumento è stato posto in un'area rurale nei pressi di una strada a traffico locale.</p> <p>Più precisamente il fonometro è stato installato sulla cancellata di un edificio ad un'altezza di circa 5 metri dal livello del suolo. Tra il microfono e le traiettorie percorse dagli aerei non ci sono ostacoli. A distanza di circa 10 metri dal microfono c'è un edificio a due piani fuori terra.</p>
<p>Orio al Serio –</p> <p>Largo XXV Aprile</p>	<p>Lo strumento è stato posto all'ultimo piano di un edificio residenziale.</p> <p>Il fonometro è stato installato sul balcone della mansarda (il tetto è spiovente) di un edificio a tre piani, ad un'altezza di circa 4 metri dal livello del balcone. La superficie su cui è installato è parzialmente riflettente. Tra il microfono e le traiettorie percorse dagli aerei non ci sono ostacoli.</p>

Stazione di monitoraggio	Descrizione
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. A distanza di circa 30 m dal microfono a Sud e ad Est sono presenti edifici a quattro piani fuori terra, che comunque non ostacolano la visuale delle traiettorie rispetto al microfono. Potrebbero essere riscontrate interferenze per la 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. A distanza di circa 15 m dal microfono c'è un edificio a quattro piani fuori terra, che comunque non ha azione schermante e di riflessione rispetto alle traiettorie percorse dagli aerei. Si evidenzia la presenza della circonvallazione posta ad una distanza di circa 300 metri, che influisce in modo non trascurabile sulla situazione acustica.
Bergamo – Via Colognola ai Colli	Lo strumento è posizionato nell'area di parcheggio adiacente alla casa di riposo "Anni Azzurri". Il microfono è posto ad un'altezza di circa 4 metri. Tra il microfono e le traiettorie percorse dagli aerei non ci sono ostacoli. A distanza di circa 15 m dal microfono c'è un edificio a tre piani fuori terra. Il microfono è installato su di una superficie riflettente. Si evidenzia la presenza di una strada statale posta ad una distanza di circa 100 metri, che però si trova in trincea

Stazione di monitoraggio	Descrizione
<p align="center">Seriato (Cassinone) – Via Basse</p>	<p>La strumentazione è stata posizionata sul tetto della rimessa autoveicoli dell'abitazione privata in esame, su superficie piana, omogenea e riflettente, ad un'altezza di circa tre metri dalla superficie del tetto stesso, in campo libero. La posizione è stata scelta altresì per minimizzare i contributi acustici dovuti, alle attività commerciali/industriali presenti in zona e al traffico veicolare delle vie limitrofe. A distanza di circa 10 metri dal microfono c'è un edificio a due piani fuori terra. Tra il microfono e le traiettorie percorse dagli aerei non vi è la presenza di ostacoli. Il microfono è installato su di una superficie parzialmente riflettente</p>

Tabella 4: descrizione della posizione delle stazioni di misura di tipo M.

3. VERIFICA DELLE STAZIONI DI MISURA

Di seguito si esamina, per ciascuna posizione di misura di tipo M, la rispondenza alle caratteristiche indicate nelle linee guida regionali (DGR 808/2005).

3.1. Indicazioni delle linee guida regionali (DGR 808/2005)

Secondo le indicazioni delle linee guida regionali, le centraline della rete di monitoraggio di tipo M devono soddisfare alcuni criteri riguardanti il posizionamento, le caratteristiche tecniche della strumentazione, la possibilità di rilevare gli eventi aeronautici, la qualità della comunicazione con il centro di elaborazione dei dati, la continuità delle misure e la tempestività degli interventi di manutenzione.

Per quanto concerne l'**ubicazione** delle stazioni di monitoraggio, l'altezza del microfono deve essere preferibilmente di 4 metri. Nel caso in cui le condizioni locali rendano impossibile una collocazione con queste caratteristiche, possono essere valutate soluzioni che comprendano anche l'installazione del microfono su tetti. In ogni caso non devono essere presenti ostacoli tali da diffrangere le onde sonore dirette provenienti dalla sorgente, come ad esempio edifici alti in direzione dei sorvoli.

La superficie di appoggio della centralina deve essere preferibilmente acusticamente riflettente.

Per le stazioni di tipo M **la mediana dei valori di LAFmax** 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).

Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche, il microfono utilizzato per le misure deve essere di tipo a campo libero, con una **sensibilità** superiore a 30 mV/Pa e il fonometro deve essere di **classe 1**, secondo la norma CEI_UNI 61672.

Le caratteristiche dell'indice di valutazione del rumore aeroportuale (LVA) sono tali per cui è necessario che non si verifichino interruzioni nelle misure. Infatti, la percentuale di **funzionamento** delle centraline nell'arco dell'anno deve essere pari ad almeno il 98% delle ore. Le stazioni devono essere provviste di **batterie tampone**, che garantiscano l'autonomia per almeno 72 ore in caso di interruzione dell'alimentazione elettrica.

Sempre nell'ottica della continuità di acquisizione delle misure, la struttura del sistema di monitoraggio deve essere tale che tutte le centraline siano in costante **comunicazione** con il centro di elaborazione dei dati. Le stazioni di tipo M devono poter memorizzare, in locale, tutti i dati in caso di impossibilità di comunicazione con il centro, per un periodo di tempo tale da consentire un intervento di ripristino.

Gli **eventi** aeronautici vengono individuati automaticamente attraverso la determinazione degli adeguati parametri di soglia e durata dell'evento acustico rilevato. La durata minima di superamento della soglia è determinata sperimentalmente al fine di ottimizzare la discriminazione degli eventi sonori prodotti dagli aeromobili.

Per quanto riguarda le **calibrazioni**, queste devono avvenire sia in modalità assistita, sia non assistita. Le calibrazioni automatiche, effettuate mediante attuatore elettrostatico, devono avvenire ogni 24 ore. Le calibrazioni manuali, con pistonofono o sorgente sonora nota, devono avvenire almeno ogni 90 giorni.

Inoltre, per garantire il rispetto della normativa vigente, deve essere effettuata una nuova certificazione LAT di taratura dell'intera catena microfonica ogni due anni.

3.2. Certificazioni LAT

Nella Tabella 5 sono riportati i dati principali dei certificati LAT della strumentazione installata presso le stazioni di tipo M.

Nome centralina	Strumenti	Certificato
Azzano S.Paolo - Via XXIV Maggio	Fonometro Thor 7792 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.130619	Certificato di taratura n. 39776-A del centro LAT n.68 del 07/09/17
	Fonometro 824 4190 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.130577	Certificato di taratura n. 43278-A del centro LAT n.68 del 17/05/19
	Fonometro Thor 7792 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.130619	Certificato di taratura n. 39776-A del centro LAT n.68 del 18/09/19
Bagnatica - Via delle Groane	Fonometro Thor 7785 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.73776	Certificato di taratura n. 39015-A del centro LAT n.68 del 07/04/17
	Fonometro 824 4238 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.73690	Certificato di taratura n. 42370-A del centro LAT n.68 del 23/11/18
	Fonometro Thor 7785 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.73776	Certificato di taratura n. 43042-A del centro LAT n.68 del 08/04/19
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	Fonometro Thor 7786 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.37286	Certificato di taratura n. 39245-A del centro LAT n.68 del 16/05/17
	Fonometro 824 4238 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.73690	Certificato di taratura n. 42370-A del centro LAT n.68 del 23/11/18
	Fonometro Thor 7786 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.37286	Certificato di taratura n. 43285-A del centro LAT n.68 del 20/05/19
Bergamo - Via Colognola ai Colli	Fonometro Thor 7789 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.50227	Certificato di taratura n. 40168-A del centro LAT n.68 del 13/11/17
	Fonometro 824 4190 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.130577	Certificato di taratura n. 43278-A del centro LAT n.68 del 17/05/19
	Fonometro Thor 7789 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.50227	Certificato di taratura n. 44137-A del centro LAT n.68 del 24/10/19
	Fonometro 824 4190 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.130577	Certificato di taratura n. 43278-A del centro LAT n.68 del 17/05/19

Bergamo - Via Quasimodo	Fonometro Thor 7788 Microfono 41AS, n.50278	G.R.A.S.,	Certificato di taratura n.40888-A del centro LAT n.68 del 22/03/18
Bergamo - Via Linneo	Fonometro Thor 7787 Microfono 41AS, n.50278	G.R.A.S.,	Certificato di taratura n.41041-A del centro LAT n.68 del 13/04/18
Seriate (Cassinone) - Via Basse	Fonometro Thor 7790 Microfono 41AS, n.50254	G.R.A.S.,	Certificato di taratura n.41757-A del centro LAT n.68 del 17/07/18

Tabella 5: Certificazioni per le stazioni di tipo M.

Nel caso in cui in tabella vengano elencate diverse catene di misura per una stessa centralina, ciò significa che la taratura del sistema di misura installato scade nel corso dell'anno analizzato. In tal caso si riportano anche i certificati di taratura degli strumenti sostitutivi installati in seguito all'invio del sistema alla taratura. Nella maggior parte dei casi, viene poi reinstallata la medesima catena microfonica, di cui viene quindi riportata in tabella la data della nuova taratura. In alcuni casi la catena può essere sostituita con una diversa, cosa di cui è data comunque evidenza nella tabella.

Come risulta dalla Tabella 5, tutti i sistemi di misura utilizzati nel 2019 presso le centraline della rete di monitoraggio del rumore aeroportuale dell'aeroporto di Bergamo - Orio al Serio disponevano di un certificato di taratura conforme alla vigente normativa.

3.3. Calibrazioni e continuità delle rilevazioni

Per le stazioni di tipo M, in Tabella 6 sono riportati i giorni in cui sono state effettuate le calibrazioni manuali e il numero delle ore dell'effettivo funzionamento delle stazioni nell'anno 2019. Si osserva che viene raggiunto il valore minimo accettabile delle ore di funzionamento previsto dalle linee guida (98% del totale annuo) 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, in quanto le calibrazioni vengono effettuate con cadenza mensile.

Stazione	Calibrazione	Funzionamento (ore)	Funzionamento %
Azzano – Via XXIV Maggio	29/01/2019	8755,6	99,9
	26/02/2019		
	26/03/2019		
	30/04/2019		
	28/05/2019		
	25/06/2019		
	30/07/2019		
27/08/2019			

Stazione	Calibrazione	Funzionamento (ore)	Funzionamento %
	26/09/2019		
	30/10/2019		
	26/11/2019		
	18/12/2019		
Bagnatica - Via delle Groane	29/01/2019	8760,0	100,0
	26/02/2019		
	26/03/2019		
	30/04/2019		
	28/05/2019		
	25/06/2019		
	30/07/2019		
	27/08/2019		
	26/09/2019		
	30/10/2019		
	26/11/2019		
	18/12/2019		
	Orio al Serio - Largo XXV Aprile		
26/02/2019			
26/03/2019			
30/04/2019			
28/05/2019			
25/06/2019			
30/07/2019			
27/08/2019			
26/09/2019			
30/10/2019			
26/11/2019			
18/12/2019			
Bergamo - Via Colognola ai Colli		29/01/2019	8693,9
	26/02/2019		
	26/03/2019		
	30/04/2019		
	28/05/2019		
	25/06/2019		
	30/07/2019		
	27/08/2019		
	26/09/2019		
	30/10/2019		
	26/11/2019		
	18/12/2019		
	Bergamo - Via Linneo	29/01/2019	
26/02/2019			
26/03/2019			
30/04/2019			
28/05/2019			
25/06/2019			
30/07/2019			
27/08/2019			
26/09/2019			
30/10/2019			
26/11/2019			
18/12/2019			
Bergamo -		29/01/2019	8733,0
	26/02/2019		

Stazione	Calibrazione	Funzionamento (ore)	Funzionamento %
Via Quasimodo	26/03/2019		
	30/04/2019		
	28/05/2019		
	25/06/2019		
	30/07/2019		
	27/08/2019		
	26/09/2019		
	30/10/2019		
	26/11/2019		
	18/12/2019		
Seriata (Cassinone) - Via Basse	29/01/2019	8760,0	100,0
	26/02/2019		
	26/03/2019		
	30/04/2019		
	28/05/2019		
	25/06/2019		
	30/07/2019		
	27/08/2019		
	26/09/2019		
	30/10/2019		
	26/11/2019		
	18/12/2019		

Tabella 6: 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)
Bergamo - Via Colognola ai Colli	19/05/2019	21/05/2019	PC Memory Broken
	18/12/2019	18/12/2019	Microphone chain fail
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	07/05/2019	07/05/2019	Power Down
Bergamo - Via Quasimodo	21/05/2019	22/05/2019	Power Down
	20/12/2019	20/12/2019	Crash Software

Tabella 7: Interruzioni delle rilevazioni presso i punti di misura.

Dalla Tabella 7 si può notare che nessuna di queste interruzioni ricade all'interno delle tre settimane di maggior traffico.

3.4. Identificazione delle tre settimane di massimo traffico per il 2019

Per la corretta valutazione dell'indice LVA 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 due fasi: nella prima fase sono stati acquisiti i movimenti aerei, registrati dal sistema radar di ENAV, che sono stati validati attraverso procedure specifiche di controllo per essere inseriti nel Sistema Informativo Dati Aeroportuali di ARPA (SIDAC); nella seconda fase sono stati conteggiati i movimenti totali per ciascuna settimana e sono state individuate le tre settimane di maggior traffico.

Le settimane risultanti sono state confrontate con quelle identificate da SACBO.

L'identificazione delle settimane di maggior traffico viene operata da SACBO sui movimenti totali e non su quelli validati, come da procedura ARPA. Come si nota in Tabella 2 i movimenti totali conteggiati da ARPA e da SACBO sono paragonabili e le tre settimane di maggior traffico calcolate dal gestore sono le stesse identificate da ARPA. Per le settimane di settembre e ottobre, comprese nel periodo di chiusura dell'aeroporto di Linate, che ha comportato il trasferimento di una parte dei voli all'aeroporto di Orio al Serio, il numero di voli risulta superiore di circa il 10% rispetto alle settimane equivalenti del 2018, mentre per la settimana di maggio l'incremento rispetto alla settimana primaverile del 2018 si attesta attorno al 5%.

Settimana	ARPA		SACBO
	Movimenti validi	Movimenti totali	Movimenti totali
10 - 16 maggio 2019	1865	1873	1869
03 - 09 settembre 2019	2180	2187	2183
11 - 17 ottobre 2019	2000	2007	2003

Tabella 8: Elenco delle tre settimane di maggior traffico

3.5. Valutazione delle correlazioni tra operazioni aeree e eventi sonori rilevati

L'algoritmo di correlazione deve garantire che il maggior numero di operazioni aeree vengano correlate con gli eventi sonori rilevati dalla rete di monitoraggio, minimizzando il numero di falsi positivi, ovvero eventi di origine non aeronautica attribuiti erroneamente a operazioni aeree, e di falsi negativi, cioè eventi di origine aeronautica non correlati con i sorvoli. Risulta quindi necessario considerare la percentuale di operazioni aeree che vengono correlate a eventi sonori rilevati da una o più stazioni di misura (N_c) rispetto al totale delle operazioni aeree (N).

Secondo quanto ottenuto 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 99%.

È anche utile confrontare i valori di LVA_j ottenuti 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. Accanto a questa stima, si può valutare anche la percentuale del numero di eventi correlati rispetto al numero degli eventi rilevati dalla centralina: un valore prossimo a 100 è indice di buon funzionamento delle attività di correlazione, ma valori costantemente uguali a 100 possono indicare la possibilità che la stazione non registri dei sorvoli aerei (falsi negativi).

Nelle Tabelle successive sono riportati i valori ottenuti dalle analisi di correlazione a partire dai dati grezzi e dai movimenti desunti dalle tracce radar. La differenza ΔL è ottenuta sottraendo al dato "non correlato" quello ottenuto dopo le operazioni di correlazione. Le differenze tra i due valori di LVA_j sono molto contenute e non superano gli 0,4 dBA. Nel caso della centralina di Azzano S.Paolo, per la giornata del 15 ottobre si sono riscontrati problemi di correlazione a causa di disturbi acustici locali, dovuti ai lavori di ristrutturazione dell'edificio di fronte alla stazione di monitoraggio, che non hanno permesso di individuare i sorvoli. Si osserva infatti che la percentuale di eventi correlati per tale giornata è pari a 50%, cioè viene correlata solamente la metà degli eventi rilevati dalla centralina, pertanto non è stato possibile calcolare i valori di LVA_j per tale giornata per cui è stato inserito il simbolo (**x**). In generale, la media delle percentuali di correlazione degli eventi è superiore al 90% per tutte le centraline della rete di monitoraggio e i valori superiori corrispondono alle centraline di Bagnatica e Seriate (Cassinone), che si trovano sotto le rotte di atterraggio su pista 28, ad est dell'aeroporto. Le centraline ad ovest dell'aeroporto, sensibili ai decolli da pista 28, presentano valori più variabili in quanto, a secondo della rotta percorsa e della distanza dal microfono, gli eventi meno rumorosi possono non essere individuati. In questi casi, ai fini del calcolo del Livello di Valutazione Aeroportuale, l'esigua perdita di questi sorvoli poco rumorosi è influente.

Azzano - Via XXIV Maggio				
Data	LvAj,c	LvAj,nc	ΔL	E_c/E (%)
10/05/2019	60,7	61,0	0,3	93,5
11/05/2019	58,6	59,0	0,4	77,5
12/05/2019	60,7	60,7	0,0	99,1
13/05/2019	60,7	61,0	0,3	80,5
14/05/2019	56,3	56,7	0,4	92,1
15/05/2019	59,6	59,6	0,0	96,7
16/05/2019	60,8	60,8	0,0	99,1
03/09/2019	59,5	59,5	0,0	98,5
04/09/2019	59,1	59,2	0,1	95,8
05/09/2019	60,4	60,8	0,4	76,1
06/09/2019	60,8	60,9	0,1	87,0
07/09/2019	59,7	59,9	0,2	94,5
08/09/2019	62,1	62,3	0,2	94,4
09/09/2019	61,2	61,2	0,0	95,2
11/10/2019	60,4	60,8	0,4	77,6
12/10/2019	60,2	60,4	0,2	82,9
13/10/2019	60,4	60,4	0,0	99,3
14/10/2019	59,3	59,5	0,2	90,9
15/10/2019	✘	✘	✘	50,0
16/10/2019	60,6	60,7	0,1	91,8
17/10/2019	60,8	61,1	0,3	87,8

Bagnatica - Via delle Groane				
Data	LvAj,c	LvAj,nc	ΔL	E_c/E (%)
10/05/2019	68,2	68,2	0,0	100,0
11/05/2019	67,2	67,3	0,1	88,9
12/05/2019	67,3	67,3	0,0	100,0
13/05/2019	67,4	67,5	0,1	99,3
14/05/2019	68,3	68,3	0,0	99,3
15/05/2019	68,4	68,4	0,0	98,2
16/05/2019	68,8	68,8	0,0	99,4
03/09/2019	68,9	68,9	0,0	100,0
04/09/2019	68,5	68,6	0,1	98,9
05/09/2019	69,2	69,3	0,1	98,4
06/09/2019	69,0	69,0	0,0	99,4
07/09/2019	68,1	68,1	0,0	100,0
08/09/2019	68,2	68,3	0,1	97,6
09/09/2019	69,1	69,2	0,1	98,9
11/10/2019	67,9	67,9	0,0	97,6
12/10/2019	67,8	67,8	0,0	97,4
13/10/2019	66,3	66,3	0,0	99,3
14/10/2019	67,4	67,5	0,1	98,1
15/10/2019	66,7	66,7	0,0	99,3
16/10/2019	68,4	68,5	0,1	92,6
17/10/2019	69,2	69,2	0,0	96,0

Orio al Serio - Largo XXV Aprile				
Data	LVAj,c	LVAj,nc	ΔL	E_c/E (%)
10/05/2019	62,1	62,1	0,0	97,2
11/05/2019	61,0	61,4	0,4	83,1
12/05/2019	61,5	61,6	0,1	91,4
13/05/2019	62,0	62,1	0,1	91,3
14/05/2019	59,9	60,1	0,2	83,8
15/05/2019	61,0	61,1	0,1	94,8
16/05/2019	62,4	62,4	0,0	97,1
03/09/2019	61,1	61,2	0,1	93,3
04/09/2019	61,8	62,0	0,2	89,1
05/09/2019	61,1	61,3	0,2	91,5
06/09/2019	63,1	63,4	0,3	94,7
07/09/2019	61,0	61,2	0,2	96,4
08/09/2019	63,8	63,9	0,1	97,4
09/09/2019	62,1	62,2	0,1	95,4
11/10/2019	60,9	61,0	0,1	98,0
12/10/2019	60,6	60,7	0,1	97,1
13/10/2019	60,6	60,7	0,1	96,9
14/10/2019	60,9	60,9	0,0	99,3
15/10/2019	62,8	63,0	0,2	95,5
16/10/2019	62,6	62,9	0,3	79,4
17/10/2019	61,6	61,7	0,1	95,5

Bergamo - Via Colognola ai Colli				
Data	LVAj,c	LVAj,nc	ΔL	E_c/E (%)
10/05/2019	61,9	61,9	0,0	98,3
11/05/2019	61,2	61,2	0,0	97,2
12/05/2019	60,3	60,5	0,2	93,2
13/05/2019	62,2	62,2	0,0	98,2
14/05/2019	61,7	61,9	0,2	86,5
15/05/2019	60,2	60,5	0,3	95,5
16/05/2019	63,2	63,5	0,3	88,0
03/09/2019	61,2	61,4	0,2	96,7
04/09/2019	59,9	60,0	0,1	98,4
05/09/2019	61,3	61,3	0,0	98,3
06/09/2019	62,0	62,1	0,1	93,2
07/09/2019	60,9	61,0	0,1	90,1
08/09/2019	61,9	62,0	0,1	96,0
09/09/2019	61,7	61,7	0,0	97,6
11/10/2019	60,4	60,4	0,0	96,9
12/10/2019	60,1	60,2	0,1	96,6
13/10/2019	59,7	59,8	0,1	95,8
14/10/2019	60,4	60,6	0,2	93,6
15/10/2019	66,2	66,5	0,3	83,0
16/10/2019	62,3	62,3	0,0	98,4
17/10/2019	61,9	61,9	0,0	98,2

Bergamo - Via Linneo				
Data	LVAj,c	LVAj,nc	ΔL	E_c/E (%)
10/05/2019	62,6	62,6	0,0	100,0
11/05/2019	61,9	62,3	0,4	83,3
12/05/2019	61,5	61,9	0,4	97,3
13/05/2019	63,1	63,2	0,1	96,5
14/05/2019	60,5	60,7	0,2	98,2
15/05/2019	61,0	61,0	0,0	99,1
16/05/2019	63,8	63,8	0,0	100,0
03/09/2019	61,7	61,7	0,0	99,2
04/09/2019	61,2	61,2	0,0	96,0
05/09/2019	62,2	62,4	0,2	94,4
06/09/2019	62,2	62,3	0,1	96,5
07/09/2019	61,7	62,0	0,3	85,0
08/09/2019	63,1	63,5	0,4	92,3
09/09/2019	62,8	62,8	0,0	100,0
11/10/2019	61,2	61,2	0,0	97,7
12/10/2019	61,0	61,0	0,0	98,3
13/10/2019	60,7	60,9	0,2	95,9
14/10/2019	61,1	61,1	0,0	100,0
15/10/2019	63,9	64,0	0,1	90,6
16/10/2019	62,2	62,3	0,1	98,4
17/10/2019	62,4	62,4	0,0	100,0

Bergamo - Via Quasimodo				
Data	LVAj,c	LVAj,nc	ΔL	E_c/E (%)
10/05/2019	64,3	64,4	0,1	96,0
11/05/2019	63,1	63,2	0,1	85,5
12/05/2019	63,1	63,1	0,0	98,2
13/05/2019	64,7	64,8	0,1	96,4
14/05/2019	61,3	61,7	0,4	89,4
15/05/2019	62,7	62,8	0,1	91,5
16/05/2019	65,8	65,9	0,0	95,7
03/09/2019	63,5	63,5	0,0	97,7
04/09/2019	62,8	62,8	0,0	96,2
05/09/2019	64,1	64,2	0,1	85,4
06/09/2019	63,7	63,8	0,1	95,3
07/09/2019	63,2	63,3	0,1	91,0
08/09/2019	64,8	65,1	0,3	88,6
09/09/2019	64,9	64,9	0,0	96,1
11/10/2019	63,3	63,4	0,1	97,1
12/10/2019	63,1	63,1	0,0	98,3
13/10/2019	62,8	62,9	0,1	95,2
14/10/2019	63,1	63,2	0,1	89,5
15/10/2019	62,1	62,2	0,1	86,9
16/10/2019	63,9	63,9	0,0	92,4
17/10/2019	65,0	65,1	0,1	94,4

Seriate (Cassinone) - Via Basse				
Data	LVAj,c	LVAj,nc	ΔL	E_c/E (%)
10/05/2019	69,7	69,7	0,0	98,2
11/05/2019	69,0	69,0	0,0	95,1
12/05/2019	67,9	67,9	0,0	99,3
13/05/2019	68,9	68,9	0,0	99,3
14/05/2019	70,2	70,2	0,0	95,0
15/05/2019	70,0	70,0	0,0	98,2
16/05/2019	70,4	70,4	0,0	98,2
03/09/2019	69,9	69,9	0,0	99,5
04/09/2019	69,4	69,5	0,1	98,4
05/09/2019	69,9	70,0	0,1	97,9
06/09/2019	70,0	70,0	0,0	99,5
07/09/2019	69,3	69,3	0,0	96,5
08/09/2019	68,4	68,5	0,1	92,9
09/09/2019	70,3	70,4	0,1	98,4
11/10/2019	69,3	69,3	0,0	98,8
12/10/2019	68,7	68,7	0,0	98,1
13/10/2019	66,4	66,4	0,0	98,7
14/10/2019	68,4	68,4	0,0	98,1
15/10/2019	68,6	68,6	0,0	94,6
16/10/2019	69,5	69,6	0,1	88,9
17/10/2019	70,1	70,1	0,0	98,3

3.6. Valutazione complessiva delle caratteristiche delle stazioni di tipo M ai sensi delle linee guida regionali

Nella seguente tabella vengono riassunte le valutazioni di rispondenza delle caratteristiche delle centraline di tipo M rispetto alle indicazioni delle linee guida regionali riportate nel paragrafo 3.1. Il simbolo (✓) indica una corretta rispondenza, mentre i parametri non rispettati sono indicati con il simbolo (✗).

Caratteristica	AZZANO	BAGNATICA	CASSINONE	COLLI	LINNEO	ORIO	QUASIMODO
UBICAZIONE V. Tabella 5	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓
Mediana L_{AFmax} eventi aeronautici (> 64 dB(A))	77,1 dB(A) ✓	83,3 dB(A) ✓	84,6 dB(A) ✓	79,3 dB(A) ✓	81,1 dB(A) ✓	79,1 dB(A) ✓	7811 dB(A) ✓
Sensibilità microfono	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Fonometro classe I	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Batteria tampone	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ore funzionamento nel 2019 (v. Tabella 8)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
COMUNICAZIONE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Certificati LAT	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Calibrazioni - Verifiche automatiche	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Calibrazioni - Verifiche manuali (v.Tabella 8)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabella 9: Rispondenza alle caratteristiche centraline di tipo M (DGR 808/2005).

3.7. Validazione del dato di LVA del 2019

I dati grezzi delle misure fonometriche delle centraline della rete di monitoraggio del rumore aeroportuale sono stati rielaborati con due diversi programmi al fine di ottenere il riconoscimento degli eventi (SARA per SACBO e NOISEWORK per ARPA).

Al fine del riconoscimento degli eventi acustici, i dati fonometrici grezzi di ciascuna stazione di misura sono stati rielaborati utilizzando il software NOISEWORK. In seguito al loro riconoscimento, gli eventi acustici sono stati correlati con i sorvoli documentati dalle tracce radar. A partire dagli eventi acustici così correlati sono stati calcolati i valori di L_{VAj} per ogni giorno delle tre settimane di maggior traffico individuate.

Nelle Tabelle successive sono riportati i valori di L_{VAj} così ottenuti per ciascuna centralina e il confronto con quelli indipendentemente calcolati da SACBO con un diverso software (SARA). La differenza ΔL si riferisce al dato calcolato da SACBO a cui viene sottratto quello di ARPA.

Sono stati indicati con il simbolo (**✖**) i giorni in cui i dati sono stati persi a causa di disturbi che non hanno permesso di individuare i sorvoli.

In generale si riscontra un'ottima concordanza dei valori calcolati, con differenze tipicamente comprese entro $\pm 0,2$ dB e con valori massimi pari a $\pm 0,5$ dB, e pertanto ampiamente entro l'incertezza strumentale prevista dalla norma tecnica UNI/TR 11326 del 2009, che associa agli strumenti di classe 1 un valore di incertezza che può arrivare fino a 0,45 dB; sia la strumentazione di ARPA che quella di SACBO sono quindi soggette a tale valore di incertezza, ne consegue che una differenza fino a 0,9 dB tra le centraline può essere ricondotta alla normale incertezza di misura.

Azzano – Via XXIV Maggio			
Data	L_{VAj} (ARPA)	L_{VAj} (SACBO)	ΔL
10/05/2019	60,7	60,4	-0,3
11/05/2019	58,6	58,6	0,0
12/05/2019	60,7	60,7	0,0
13/05/2019	60,7	60,6	-0,1
14/05/2019	56,3	56,5	0,2
15/05/2019	59,6	59,7	0,1
16/05/2019	60,8	60,9	0,1
03/09/2019	59,5	59,5	0,0
04/09/2019	59,1	59,1	0,0
05/09/2019	60,4	60,3	-0,1
06/09/2019	60,8	60,8	0,0
07/09/2019	59,7	59,7	0,0
08/09/2019	62,1	62,2	0,1
09/09/2019	61,2	61,2	0,0
11/10/2019	60,4	60,2	-0,2
12/10/2019	60,2	59,9	-0,3
13/10/2019	60,4	60,4	0,0
14/10/2019	59,3	58,7	-0,6
15/10/2019	✘	✘	✘
16/10/2019	60,6	60,5	-0,1
17/10/2019	60,8	60,6	-0,2

Bagnatica - Via delle Groane			
Data	L_{VAj} (ARPA)	L_{VAj} (SACBO)	ΔL
10/05/2019	68,2	68,2	0,0
11/05/2019	67,2	67,2	0,0
12/05/2019	67,3	67,3	0,0
13/05/2019	67,4	67,5	0,1
14/05/2019	68,3	68,3	0,0
15/05/2019	68,4	68,4	0,0
16/05/2019	68,8	68,9	0,1
03/09/2019	68,9	68,9	0,0
04/09/2019	68,5	68,6	0,1
05/09/2019	69,2	69,3	0,1
06/09/2019	69,0	69,0	0,0
07/09/2019	68,1	68,1	0,0
08/09/2019	68,2	68,2	0,0
09/09/2019	69,1	69,3	0,2
11/10/2019	67,9	67,9	0,0
12/10/2019	67,8	67,7	-0,1
13/10/2019	66,3	66,3	0,0
14/10/2019	67,4	67,4	0,0
15/10/2019	66,7	66,7	0,0
16/10/2019	68,4	68,5	0,1
17/10/2019	69,2	69,2	0,0

Orio al Serio - Largo XXV Aprile			
Data	L_{VAj} (ARPA)	L_{VAj} (SACBO)	ΔL
10/05/2019	62,1	62,2	0,1
11/05/2019	61,0	61,2	0,2
12/05/2019	61,5	61,6	0,1
13/05/2019	62,0	62,1	0,1
14/05/2019	59,9	59,9	0,0
15/05/2019	61,0	61,1	0,1
16/05/2019	62,4	62,3	-0,1
03/09/2019	61,1	61,1	0,0
04/09/2019	61,8	61,7	-0,1
05/09/2019	61,1	61,2	0,1
06/09/2019	63,1	63,3	0,2
07/09/2019	61,0	61,0	0,0
08/09/2019	63,8	63,8	0,0
09/09/2019	62,1	62,2	0,1
11/10/2019	60,9	61,0	0,1
12/10/2019	60,6	60,6	0,0
13/10/2019	60,6	60,6	0,0
14/10/2019	60,9	60,8	-0,1
15/10/2019	62,8	63,2	0,4
16/10/2019	62,6	62,3	-0,3
17/10/2019	61,6	61,6	0,0

Bergamo - Via Colognola ai Colli			
Data	L_{VAj} (ARPA)	L_{VAj} (SACBO)	ΔL
10/05/2019	61,9	61,9	0,0
11/05/2019	61,2	61,3	0,1
12/05/2019	60,3	60,1	-0,2
13/05/2019	62,2	62,2	0,0
14/05/2019	61,7	61,7	0,0
15/05/2019	60,2	60,2	0,0
16/05/2019	63,2	63,2	0,0
03/09/2019	61,2	61,3	0,1
04/09/2019	59,9	60,1	0,2
05/09/2019	61,3	61,4	0,1
06/09/2019	62,0	62,2	0,2
07/09/2019	60,9	60,4	-0,5
08/09/2019	61,9	62,1	0,2
09/09/2019	61,7	61,8	0,1
11/10/2019	60,4	60,5	0,1
12/10/2019	60,1	60,2	0,1
13/10/2019	59,7	59,9	0,2
14/10/2019	60,4	60,1	-0,3
15/10/2019	66,2	66,0	-0,2
16/10/2019	62,3	62,4	0,1
17/10/2019	61,9	62,0	0,1

Bergamo - Via Linneo			
Data	LVAj (ARPA)	LVAj (SACBO)	ΔL
10/05/2019	62,6	62,6	0,0
11/05/2019	61,9	62,0	0,1
12/05/2019	61,5	61,5	0,0
13/05/2019	63,1	63,1	0,0
14/05/2019	60,5	60,5	0,0
15/05/2019	61,0	61,0	0,0
16/05/2019	63,8	63,8	0,0
03/09/2019	61,7	61,8	0,1
04/09/2019	61,2	61,2	0,0
05/09/2019	62,2	62,1	-0,1
06/09/2019	62,2	62,3	0,1
07/09/2019	61,7	61,5	-0,2
08/09/2019	63,1	63,2	0,1
09/09/2019	62,8	62,8	0,0
11/10/2019	61,2	61,2	0,0
12/10/2019	61,0	61,0	0,0
13/10/2019	60,7	60,7	0,0
14/10/2019	61,1	61,1	0,0
15/10/2019	63,9	63,9	0,0
16/10/2019	62,2	62,2	0,0
17/10/2019	62,4	62,4	0,0

Bergamo - Via Quasimodo			
Data	LVAj (ARPA)	LVAj (SACBO)	ΔL
10/05/2019	64,3	64,4	0,1
11/05/2019	63,1	63,2	0,1
12/05/2019	63,1	63,1	0,0
13/05/2019	64,7	64,6	-0,1
14/05/2019	61,3	60,8	0,5
15/05/2019	62,7	62,8	0,1
16/05/2019	65,8	65,9	0,1
03/09/2019	63,5	63,6	0,1
04/09/2019	62,8	62,8	0,0
05/09/2019	64,1	64,0	-0,1
06/09/2019	63,7	63,7	0,0
07/09/2019	63,2	63,2	0,0
08/09/2019	64,8	64,8	0,0
09/09/2019	64,9	64,9	0,0
11/10/2019	63,3	63,3	0,0
12/10/2019	63,1	63,1	0,0
13/10/2019	62,8	62,9	0,1
14/10/2019	63,1	63,1	0,0
15/10/2019	62,1	62,1	0,0
16/10/2019	63,9	63,9	0,0
17/10/2019	65,0	65,0	0,0

Seriante (Cassinone) - Via Basse			
Data	L_{vAj} (ARPA)	L_{vAj} (SACBO)	ΔL
10/05/2019	69,7	69,5	-0,2
11/05/2019	69,0	68,9	-0,1
12/05/2019	67,9	67,9	0,0
13/05/2019	68,9	68,9	0,0
14/05/2019	70,2	70,2	0,0
15/05/2019	70,0	70,0	0,0
16/05/2019	70,4	70,4	0,2
03/09/2019	69,9	69,9	0,0
04/09/2019	69,4	69,5	0,1
05/09/2019	69,9	70,0	0,1
06/09/2019	70,0	70,0	0,0
07/09/2019	69,3	69,2	-0,1
08/09/2019	68,4	68,5	0,1
09/09/2019	70,3	70,4	0,1
11/10/2019	69,3	69,3	0,0
12/10/2019	68,7	68,7	0,0
13/10/2019	66,4	66,4	0,0
14/10/2019	68,4	68,4	0,0
15/10/2019	68,6	68,6	0,0
16/10/2019	69,5	69,5	0,0
17/10/2019	70,1	70,1	0,0

A partire dai valori giornalieri di LVAj, è stato quindi determinato il valore dell'indice LVA per ciascuna stazione di misura. I risultati sono riportati nella seguente Tabella 10.

Settimane a maggior traffico	Stazione di misura	(ARPA)		(SACBO)	
		LVA (dBA)	N	LVA (dBA)	N
10 - 16 maggio 2019 03 - 09 settembre 2019 11 - 17 ottobre 2019	Azzano - Via XXIV Maggio	60,0(*)	20	60,0(*)	20
	Bagnatica - Via delle Groane	68,0	21	68,0	21
	Orio al Serio - Largo XXV Aprile	61,5	21	62,0	21
	Bergamo - Via Colognola ai Colli	61,5	21	61,5	21
	Bergamo - Via Linneo	62,0	21	62,0	21
	Bergamo - Via Quasimodo	63,5	21	63,5	21
	Seriate (Cassinone) - Via Basse	69,5	21	69,5	21

Tabella 10: calcolo dell'indice LVA per l'anno 2019 (dati approssimati a 0,5 dBA). Nella colonna N è riportato il n. di giorni in base ai quali è stato calcolato il valore di LVA

I dati ottenuti dalle elaborazioni condotte da ARPA portano a risultati in generale aderenti a quelli ottenuti da SACBO. Nella maggior parte dei casi, i valori di LVAj sono confrontabili e la differenza è all'interno dell'incertezza strumentale. In alcune giornate si evidenziano delle differenze che superano 0,5 dB. In tali casi, il valore ottenuto dal Gestore è comunque superiore a quello calcolato da ARPA.

Per quanto riguarda la centralina di Azzano San Paolo, sono risultati mancanti i dati per la giornata del 15 ottobre, a causa di problemi di correlazione determinati dalle interferenze generate da un cantiere prossimo alla centralina. Trattandosi di una sola giornata su 21, ai sensi delle LG regionali, i dati mancanti possono essere integrati, e il valore di LVA ottenuto è da ritenersi valido.

* LVAj non calcolato per la giornata del 15 ottobre

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.

Per tutte le 7 centraline di tipo M le caratteristiche di ubicazione delle stazioni di monitoraggio risultano idonee ai fini delle correlazioni e quindi conformi alle Linee Guida DGR 808/2005.

Per quanto riguarda il calcolo dell'indice LVA tutte le centraline presentano dati validi per tutti i 21 giorni delle settimane a maggior traffico, fatta eccezione per la centralina di Azzano S.Paolo, che non presenta dati validi per il giorno 15 ottobre. Per questa centralina, secondo quanto riportato nelle linee guida D.G.R. 808/2005, il calcolo dell'LVA è comunque possibile, sostituendo al giorno mancante la media logaritmica degli LVA_j dei sei giorni della settimana validi.

Per quanto riguarda un confronto dei livelli di rumore ricavati con i limiti previsti dal DM del 31/10/1997, si sottolinea che per l'aeroporto di Orio al Serio non è ancora stata approvata la caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale e pertanto non sono definiti limiti per l'indice LVA con cui confrontare i valori misurati.