

Pisa 2022



SARA

Relazione tecnica di valutazione della rumorosità prodotta dall'aeroporto di Pisa Quadrimestre Giugno settembre 2022

Relazione redatta in conformità alle linee guida ISPRA

SOMMARIO

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUZIONE | 2 |
| 2 | RIFERIMENTI NORMATIVI | 3 |
| 3 | IL SISTEMA DI MONITORAGGIO | 3 |
| 3.1 | Caratteristiche della strumentazione | 4 |
| 3.2 | Acquisizione dati | 4 |
| 3.3 | Meteo | 5 |
| 3.4 | C.E.D. | 5 |
| 3.5 | SARA | 5 |
| 3.6 | Algoritmo di elaborazione | 7 |
| 4 | GESTIONE DEL SISTEMA | 12 |
| 4.1 | Calibrazioni | 12 |
| 4.2 | Guasti e malfunzionamenti | 13 |
| 5 | L'AEROPORTO | 14 |
| 6 | IL SISTEMA DI MONITORAGGIO DELL'AEROPORTO DI PISA | 20 |
| 6.1 | Asilo Via Monte Bianco - 1402 | 22 |
| 6.2 | Asilo Via Settembrini - 1403 | 23 |
| 6.3 | Via della Ferrovia - 1404 | 24 |
| 6.4 | Zona Militare - 1405 | 25 |
| 6.5 | San Giuliano - 1407 | 26 |
| 6.6 | Caratteristiche intrinseche del sistema aeroporto - rete di monitoraggio | 27 |
| 6.7 | Certificati ACCREDIA | 27 |
| 6.8 | Report guasti ed interventi di manutenzione | 28 |
| 7 | ANALISI DEI DATI | 28 |
| 7.1 | Scelta del periodo di riferimento | 28 |
| 7.2 | Calcolo del L_{VA} | 32 |
| 7.3 | Validazione dei dati | 45 |
| 8 | STATO DI CONSERVAZIONE E MANUTENZIONE DEL SISTEMA | 45 |
| 9 | OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA | 45 |
| 10 | CONCLUSIONI | 45 |
| 11 | ALLEGATI | 46 |

1 INTRODUZIONE

La presente relazione ha lo scopo di analizzare i livelli di rumorosità, di origine aeronautica, generati dall'aeroporto civile di Pisa nel quadrimestre giugno settembre 2022, secondo quanto previsto dalla normativa nazionale. Nello specifico, il rapporto si prefigge il compito di:

- verificare indirettamente la caratterizzazione dell'intorno aeroportuale per quegli aeroporti che hanno adempito alle prescrizioni del D.M. 31/10/1997, in merito alla caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale, verificando che il L_{VA} calcolato, per ogni postazione, rientri all'interno dei limiti imposti dalle fasce di rispetto (Tabella 1: La caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale);

| Area di rispetto | Valori limite [dBA] | Limitazioni urbanistiche |
|--------------------------|-----------------------|--|
| C | $L_{VA} > 75$ | <i>"esclusivamente le attività funzionalmente connesse con l'uso ed i servizi delle infrastrutture aeroportuali"</i> |
| B | $65 < L_{VA} \leq 75$ | <i>"attività agricole ed allevamenti di bestiame, attività industriali ed assimilate, attività commerciali, attività di ufficio, terziari e assimilate, previa adozione di adeguate misure di isolamento acustico"</i> |
| A | $60 < L_{VA} \leq 65$ | <i>"Non sono previste limitazioni"</i> |
| Aree esterne ad A, B e C | $L_{VA} \leq 60$ | <i>"Non sono previste limitazioni"</i> |

Tabella 1: La caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale

- determinare la rumorosità prodotta dagli aeroporti, che non posseggono ancora la caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale, attraverso il calcolo del L_{VA} . In tale contesto l'indicazione puntuale potrebbe essere utile per una possibile stima qualitativa sull'ubicazione delle aree di rispetto;
- dare informazioni sulle caratteristiche e sullo stato di funzionamento e manutenzione del sistema di acquisizione del rumore aeroportuale.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito (Tabella 2: Riferimenti normativi) si riportano i riferimenti normativi della legislazione italiana che riguardano, principalmente, l'inquinamento acustico di origine aeronautica.

| Riferimento normativo | Titolo |
|-------------------------------|--|
| Legge 26 ottobre 1995 n.447 | <i>"Legge quadro sull'inquinamento acustico"</i> |
| D.P.R. 11 dicembre 1997 n.496 | <i>"Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili"</i> |
| D.M. 31 ottobre 1997 | <i>"Metodologia di misura del rumore aeroportuale"</i> |
| D.P.C.M. 14 novembre 1997 | <i>"Determinazione dei valori limiti delle sorgenti sonore"</i> |
| D.M. 16 marzo 1998 | <i>"Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"</i> |
| D.M. 20 maggio 1999 | <i>"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"</i> |
| D.P.R. 17 dicembre 1999 n.295 | <i>"Regolamento recante modificazioni al Decreto del Presidente della Repubblica 11 dicembre 1997 n.496, concernente il divieto dei voli notturni"</i> |
| D.M. 3 dicembre 1999 | <i>"Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti"</i> |
| D.M. 29 novembre 2000 | <i>"Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"</i> |
| D.Lgs. 17 gennaio 2005 n.13 | <i>"Attuazione della direttiva 2002/30/CE relativa all'introduzione di restrizioni operative ai fini del contenimento del rumore negli aeroporti comunitari"</i> |
| D.Lgs. 19 agosto 2005 n.194 | <i>"Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale"</i> |
| D.Lgs. 19 agosto 2005 n.195 | <i>"Attuazione della direttiva 2003/4/CE sull'accesso al pubblico all'informazione ambientale"</i> |
| Linee guida ISPRA | <i>"Linee guida per la progettazione e la gestione delle reti di monitoraggio acustico aeroportuale"</i> |

Tabella 2: Riferimenti normativi

Si precisa che le Linee Guida non dettano obblighi di carattere legislativo e che quindi le indicazioni, in esse riportate, verranno adeguate ed interpretate a secondo della struttura dell'aeroporto, del territorio circostante ed alle conseguenti caratteristiche della rete di monitoraggio.

3 IL SISTEMA DI MONITORAGGIO

Il sistema di monitoraggio è stato installato sul campo da Softech nel 2006 a seguito di gara bandita dall'allora gestore SAT. Le postazioni e le loro posizioni erano state già stabilite nel bando di gara e prevedevano le attuali centraline in campo (P1407 San Giuliano esclusa) oltre alla centralina P1401 allora denominata Scuola di Musica, attualmente inattiva e in attesa di nuova collocazione. La centralina P1407 San Giuliano è stata installata nel 2018 su richiesta del Comune di San Giuliano Terme in sede di Commissione Aeroportuale a seguito di esposti dei cittadini. Ogni centralina garantisce l'accesso del personale autorizzato, per garantire

una pronta manutenzione. A tal proposito, le microfoniche sono state installate su pali in acciaio abbattibili, garantendo, in tal modo, un'adeguata distanza dal piano di calpestio (dai 4 ai 10 metri).

Ogni centralina ha come scopo il monitoraggio del rumore ambientale.

3.1 Caratteristiche della strumentazione

I componenti della strumentazione rispettano tutte le prescrizioni normative vigenti (Tabella 3: Norme indicate nel D.M. 16 marzo 1998, Tabella 4: Norme indicate nel D.M. 16 marzo 1998 e D.M. 31 ottobre 1997). I microfoni utilizzati sono di tipo a campo libero con orientamento allo zenit. Hanno sensibilità superiore a 30mV/Pa e sono provvisti di un sistema di deumidificazione dell'aria e di riscaldamento della struttura, in modo da prevenire scariche nel dielettrico dovute alla presenza di umidità. Il sistema microfonico è dotato di schermo antivento, protezione volatili e dispositivo anti gocciolamento.

| Normative per microfoni e filtri |
|----------------------------------|
| EN 61260/1995 (IEC 1260) |
| EN 61094-1/1994 |
| EN 61094-2/1993 |
| EN 61094-3/ 1995 |

Tabella 3: Norme indicate nel D.M. 16 marzo 1998

Il fonometro è un analizzatore integratore di alta precisione (classe 1), conforme a tutte le prescrizioni relative al rilievo del rumore ambientale, ed è in grado di analizzare lo spettro in bande di 1/3 di ottava.

| Normative per fonometri |
|--------------------------------|
| EN 60651/1994 (IEC 651 tipo 1) |
| EN 60804/1994 (IEC 804 tipo 1) |
| CEI 29-1 |
| CEI 29-10 |

Tabella 4: Norme indicate nel D.M. 16 marzo 1998 e D.M. 31 ottobre 1997

I calibratori usati sono di classe 1.

L'adeguata capacità di memorizzazione, necessaria ai fini del monitoraggio in continuo, è garantita dai PC integrati nella centralina ossia per P2 Asilo Via Montebianco PC FX5408, per P3 Asilo Via Settembrini PC MCBOX-CARPC, per P4 Via della Ferrovia PC FX5408, per P5 Zona Militare PC MCBOX-CARPC, per P7 San Giuliano FX5311A.

3.2 Acquisizione dati

Le centraline del sistema di monitoraggio sono in grado di soddisfare le richieste delle linee guida ISPRA, essendo in grado di rilevare in continuo e con tempo di campionamento di 0,5 secondi i seguenti parametri, necessari, in parte, al calcolo del SEL:

1. L_{EQ}
2. L_{AF}
3. L_{AS}
4. L_{AI}
5. L_{Peak}
6. L_{AF_Min}
7. L_{AF_Max}
8. PNL
9. Spettro 1/3 ottava

3.3 Meteo

Le reti di monitoraggio sono equipaggiate da una o più stazioni meteorologiche, posizionate in punti rappresentativi e quindi generalmente associate a centraline fonometriche che sono ubicate in posizione baricentrica rispetto alla struttura della rete di monitoraggio. La stazione meteorologica è in grado di rilevare in continuo direzione e velocità del vento, pioggia, temperatura, e pressione atmosferica. La scheda tecnica della stazione meteo è riportata negli allegati (allegato n° 3).

3.4 C.E.D.

Il Centro Elaborazione Dati (C.E.D.) riceve quest'ultimi dalle singole stazioni; li elabora, archivia e memorizza nel modo più efficiente possibile.

Il sistema archivia:

- file originali scaricati dalle stazioni;
- file originali relativi alle tracce radar;
- file originali relativi ai movimenti aerei (Base Dati Voli);
- dati giornalieri (es. L_{VAj} , Fondo/Ambientale, ecc.);
- dati orari (Livelli equivalenti, percentili, ecc.);
- dati eventi, con indicazione definitiva della correlazione;
- dati calibrazioni;
- rapporti periodici in formato cartaceo ed elettronico.

I dati acquisiti dalle centraline della rete di monitoraggio dell'aeroporto di Pisa sono automaticamente scaricati sul PC integrato all'interno della stazione e trasferiti, mediante un sistema di collegamento su rete telefonica (ADSL), al centro di raccolta generale, dove vengono elaborati dal software SARA che è in grado di eseguire tutte le procedure necessarie al fine del calcolo degli indicatori, compreso l'indice L_{VA} .

3.5 SARA

SARA (Sistema Analisi Rumore Aeroportuale) è un software completamente progettato e sviluppato dalla Softech s.r.l.

Il software realizzato a partire dalla fine degli anni '90 è stato più volte collaudato dal MATTM e dalle Commissioni di controllo di ARPA ed è ad oggi lo strumento di valutazione del rumore aeroportuale scelto dalla maggior parte degli aeroporti italiani dotati di un sistema di monitoraggio del rumore (Figura 1: SARA in Italia).



Figura 1: SARA in Italia

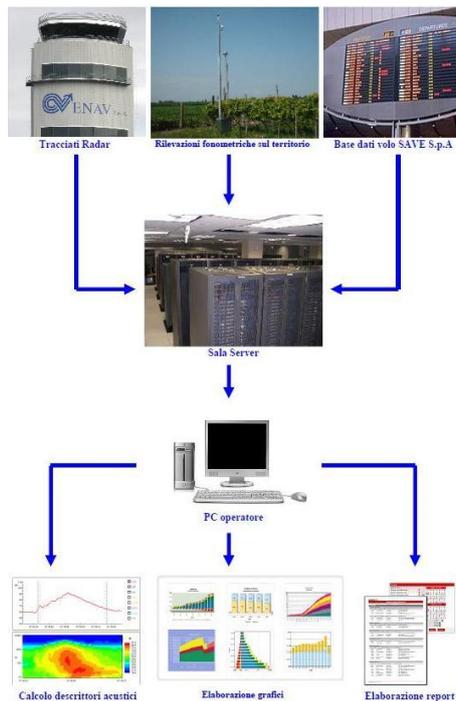


Figura 2: Schema di funzionamento del software SARA

SARA è in grado di discriminare gli eventi acustici di origine aeronautica (Figura 2: Schema di funzionamento del software SARA), correlandoli alle operazioni aeree e validando, infine, i dati ottenuti. Questo complicato processo, frutto di un accurato studio, si svolge attraverso l'impiego di diverse strategie (Algoritmo di elaborazione).

SARA è stato collaudato dal MATTM (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) e rispetta le linee guida emanate dall'ISPRA.

3.6 Algoritmo di elaborazione

SARA utilizza un articolato algoritmo di elaborazione che si esplica in diversi *step* procedurali. I paragrafi seguenti, mostrano in che modo ciò avviene.

3.6.1 Identificazione eventi

La discriminazione dei possibili eventi acustici di origine aeronautica è il primo *step* dell'algoritmo di SARA. Il metodo di identificazione degli eventi utilizzato dal software SARA, di seguito descritto, rispetta le prescrizioni del D.M. 31 ottobre 1997 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale". Il D.M., nell'allegato B "Strumentazione e modalità di misura per la caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale" individua due tipologie di sistemi di misura:

- sistemi di misura assistiti;
- sistemi di misura non assistiti.

Nei primi, generalmente, la correlazione ed il calcolo del SEL (Figura 3: Determinazione del SEL, Equazione 1: Calcolo del SEL) vengono effettuati con un lavoro di *post-processing*.

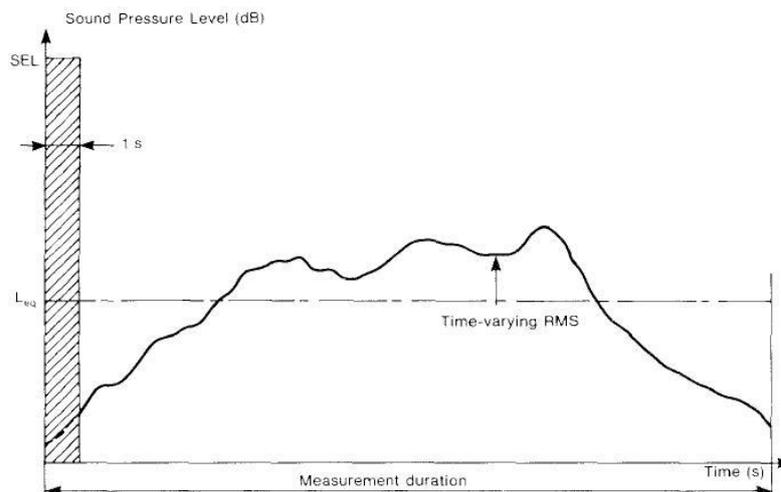


Figura 3: Determinazione del SEL

$$SEL_i = 10 \text{Log} \left[\frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_{A_i}^2(t)}{p_0^2} dt \right] = L_{Aeq} + 10 \text{Log} \left(\frac{T_1}{T_0} \right)$$

Equazione 1: Calcolo del SEL

In questo caso il SEL viene determinato come prescritto nel D.M. 31 ottobre "t1 e t2 rappresentano gli istanti iniziale e finale della misura, ovvero la durata dell'evento $T_i = t_2 - t_1$ in cui il livello L_A risulta essere superiore alla soglia $L_{AFmax} - 10 \text{ dB}$ " (Figura 4: Determinazione dell'evento).

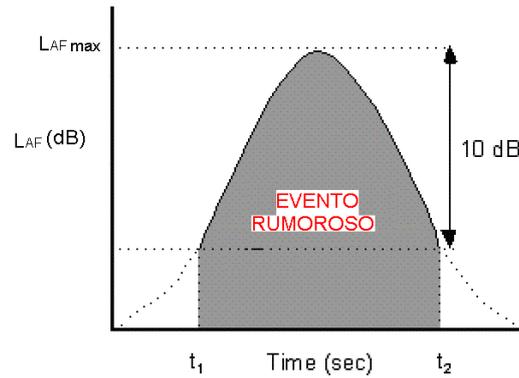


Figura 4: Determinazione dell'evento

Nei sistemi non assistiti, invece, si utilizza il metodo di discriminazione per superamento di soglia. Questo permette al sistema di discriminare, in prima approssimazione, un possibile evento acustico di origine aeronautica, quando il livello di pressione sonora supera un determinato valore di soglia per un valore minimo di tempo. I valori di soglia e di tempo minimo di superamento della stessa, sono determinati sperimentalmente per ogni postazione. SARA nell'applicazione di tale criterio si avvale, in accordo con le linee guida ISPRA, della *time history* dello *short* L_{Aeq} (Figura 5: SARA e la discriminazione per superamento di soglia).

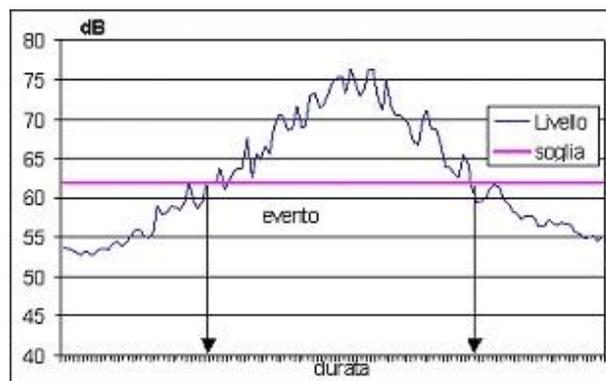


Figura 5: SARA e la discriminazione per superamento di soglia

Le due metodologie proposte dal D.M. si equivalgono, come evidenziato da numerosi confronti in cui si è constatata una differenza di circa 1dB nel calcolo del SEL che pertanto risulta essere all'interno dell'incertezza e dell'errore complessivo di misura.

In ogni caso è indubbio che il metodo per superamento di soglia risulta sicuramente essere più cautelativo poiché consente di prendere in considerazione un quantitativo di energia sonora, prodotta dall'aeromobile durante le fasi di decollo ed atterraggio, maggiore rispetto al metodo tradizionale di calcolo del SEL.

Questo metodo inoltre consente di inglobare nel SEL picchi acustici significativi che si verificano dopo il Ti (Equazione 1: Calcolo del SEL), riportando il livello al di sopra del valore $L_{AFmax-10}$ (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), che nel calcolo tradizionale del SEL, essendo il SEL rappresentativo di una sola operazione aerea, verrebbero tralasciati. In questi casi, l'algoritmo di riconoscimento, adottato da SARA, utilizza una soglia di isteresi per gestire correttamente oscillazioni del livello nell'intorno del valore di soglia.

I parametri che regolano l'algoritmo, sono i seguenti:

- valore di soglia minimo differenziata tra diurno, serale e notturno;

- durata minima dell'evento differenziata tra diurna, serale e notturna;
- ampiezza dell'intervallo di isteresi differenziata tra diurna, serale e notturna.

Il processo di riconoscimento dell'evento viene integrato utilizzando anche le informazioni inerenti all'analisi spettrale in bande di 1/3 di ottava.

Lo spettro del rumore aeronautico è sufficientemente caratteristico per essere distinto da eventi rumorosi di altra natura. Il riconoscimento mediante l'analisi spettrale viene effettuato a partire dalla configurazione di uno spettro di riferimento, in cui viene impostata un'ampiezza minima per ogni banda di frequenza. Nel corso dell'evoluzione dell'evento, viene verificato che l'analisi spettrale in tempo reale fornisca dei valori costantemente al di sopra dei valori di soglia per il tempo minimo prefissato.

I parametri che regolano l'algoritmo sono i seguenti:

- ampiezza minima per ogni banda di frequenza;
- durata minima dell'evento differenziata tra diurna, serale e notturna.

I criteri che portano dall'analisi della "time history" all'attribuzione di un evento rumoroso sono dunque:

- il soddisfacimento di soglie di rumorosità minima e di durata minima configurabili e distinte tra periodo notturno, serale e diurno;
- il soddisfacimento delle impostazioni relative agli spettri 1/3 di ottava.

Allo stato attuale non sono impostate condizioni di soglia per frequenza, non vi sono le condizioni di necessità tali da dover utilizzare questa procedura a causa della posizione delle centraline più prossime alla pista. In futuro non si esclude di far ricorso a tale possibilità una volta che il nuovo scalo sia arrivato a condizione di regime e quindi sia possibile fare uno studio idoneo sulla base delle tipologie di aeromobili presenti.

3.6.2 Informazioni sul Traffico Aereo

Le informazioni sul traffico aereo sono indispensabili ai fini della correlazione degli eventi acustici con le operazioni aeronautiche. Questo tipo di informazioni sono racchiuse nella Base Dati Volo (BDV) della società di gestione, ma soprattutto nelle tracce radar che nel caso di Pisa non sono fornite da ENAV (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile) ma ricavate dal sistema specifico presente in aeroporto. Questi dati vengono anche utilizzati per il calcolo delle settimane di maggior traffico (D.M. 31 ottobre 97).

3.6.2.1 Acquisizione dei Tracciati Radar

I Tracciati radar vengono generalmente resi disponibili, in forma di file di formato prestabilito, il giorno successivo rispetto al giorno di reale effettuazione del volo. I file sono generati da ENAV e inviati al sistema che li importa nel proprio database. In assenza dei dati forniti da ENAV, SARA ha comunque la possibilità di utilizzare le informazioni sui tracciati provenienti da ricevitori ADS-B. L'informazione contenuta nei file è di tipo geografico/spaziale e contiene sostanzialmente la successione delle battute, in termini di coordinate spaziali in un determinato sistema di riferimento, che compongono il singolo tracciato radar corredate dalla loro data e ora. La singola traccia radar è identificata attraverso il call sign del volo e anche da altre informazioni quali il tipo di velivolo e l'aeroporto di destinazione/partenza del volo.

Il dato originale che riguarda i tracciati può essere soggetto alle seguenti elaborazioni:

- unione dei file dei Tracciati con quello dei Voli (BDV);
- rielaborazione dell'orario del movimento utilizzando le battute radar;
- rielaborazione del tracciato radar al fine di invalidare le battute non coerenti.

3.6.2 *Acquisizione dei Voli*

Le informazioni sui voli sono quelle che derivano direttamente dalla Base Dati Volo (BDV) che il Gestore Aeroportuale mette a disposizione del sistema. Esse sono costituite dalla data e ora di effettuazione dell'operazione, dal call sign del volo, dalla marca dell'aeromobile, dal tipo di operazione (Decollo o Atterraggio) e spesso, ma non sempre, dalla pista e da ulteriori informazioni che possono essere utili al sistema.

3.6.3 **Identificazione delle Operazioni di Volo**

L'Operazione di Volo è l'entità creata da SARA che viene utilizzata dagli algoritmi del calcolo degli indici. A partire dalle due sorgenti, Tracciati Radar e Voli, vengono quindi create le Operazioni di Volo. Il procedimento che è stato implementato consiste nel recuperare, per ogni singola operazione, le informazioni del tracciato radar (che consente di seguire la traiettoria spaziale dell'aeromobile) con quella dell'operativo dei voli (che riguarda, come descritto in precedenza, tutta una serie di informazioni accessorie quali l'identificativo del volo, il tipo di operazione etc.). Per ogni movimento/volo, dalle informazioni dei due record di partenza (uno contenuto nel file dei Tracciati Radar e uno contenuto nel file dei Voli), il sistema cerca di creare un unico record che contenga l'insieme delle due tipologie di informazioni. Tale record risultato è l'Operazione di Volo. Nel caso in cui tale associazione non fosse possibile, SARA genera una operazione di Volo sia per il record trovato nel file dei Tracciati che per quello trovato nel file dei Voli. In generale, quindi, il numero totale di Operazioni di Volo generate dal sistema risulterà maggiore sia del numero Tracciati che di quello dei Voli. La generazione delle Operazioni di Volo può anche avvenire in assenza di una delle due sorgenti base (Tracciati o Voli). In questo caso il numero di Operazioni di Volo coincide col numero di operazioni contenute nella sorgente a disposizione. Va da sé che, qualora l'informazione dei tracciati non fosse disponibile, viene a mancare tutta l'informazione che riguarda la traiettoria seguita dall'aeromobile e, conseguentemente, la successiva correlazione con gli eventi acquisiti dalle postazioni risulterà molto meno precisa ed efficiente. L'orario che viene indicato dalla società di gestione nella BDV, infatti, può essere l'orario in cui il velivolo sta per abbandonare il proprio slot e lasciare la piazzola di sosta, nell'APRON, per raggiungere la pista, oppure l'orario di spinta massima dei motori prima del decollo, oppure quello di stacco da terra, in caso di decollo, oppure di tocco a terra, in caso di atterraggio. In ogni caso identifica un istante in cui l'aeromobile non si trova in prossimità della postazione in cui gli eventi vengono acquisiti.

3.6.4 **Correlazione**

Una volta identificati gli eventi è necessario mettere questi ultimi in relazione con le Operazioni di Volo presenti nel sistema. E' infatti utilizzando le Operazioni di Volo che SARA calcola gli indici acustici finali. La fase di correlazione degli eventi acustici con le operazioni aeronautiche è quindi successiva all'acquisizione delle informazioni inerenti agli eventi e alle Operazioni di Volo. Gli eventi riconosciuti dalla postazione di misura, una volta trasmessi al centro di controllo, vengono messi in correlazione con l'archivio delle Operazioni di Volo, allo scopo di individuare una relazione di causa/effetto tra l'attività aeronautica ed il rilievo acustico. Attualmente l'algoritmo di correlazione si sviluppa in diversi passi in sequenza; i più importanti vengono illustrati di seguito.

3.6.4.1 Correlazione utilizzando le informazioni dei tracciati radar

Qualora l'informazione dei Tracciati Radar fossero disponibili, questa fase della procedura di correlazione, che viene sempre effettuata utilizzando le Operazioni di Volo, ricerca le correlazioni tra eventi rumorosi e operazioni di volo utilizzando informazioni relative alla cronologia degli accadimenti (eventi e battute dei tracciati) e informazioni relative alla geometria del sistema (collocazione delle battute dei tracciati radar e delle postazioni di rilevamento). In questo caso viene ricercata la battuta del tracciato radar più vicina alla postazione e identificato l'istante in cui tale battuta ha luogo. Successivamente vengono analizzati tutti gli eventi acquisiti dalla postazione il cui picco cade all'interno di un certo intervallo di tempo di ampiezza δt a cavallo dell'istante in cui si è verificata la battuta considerata in precedenza. Se vengono trovati eventi registrati dalla postazione di misura con queste caratteristiche, si aggiungono le informazioni relative a ciascun evento, operazione di volo e tracciato radar nella tabella delle correlazioni all'interno del database di SARA.

3.6.4.2 Correlazione in base ai tempi

In questa fase la correlazione, che viene effettuata in base ai soli tempi, ricerca, tra tutti gli eventi non correlati al passo precedente, quelli che ricadono all'interno di un intervallo di tempo specifico per ogni postazione $[-\delta t_a, +\delta t_b]$. Questo intervallo dovrà inoltre contenere l'istante in cui è stata effettuata la singola Operazione di Volo. In questo caso quindi l'orario che viene utilizzato per procedere con la correlazione è tipicamente quello di stacco da terra, in caso di decollo, oppure di tocco a terra, in caso di atterraggio (dipende da quali informazioni sono rese disponibili dalla società di gestione), istante che in ogni caso può differire anche di minuti rispetto all'effettivo passaggio dell'aeromobile sopra la postazione. Si intuisce, come già evidenziato in precedenza, che questo tipo di correlazione risulta essere molto meno precisa di quella che contiene anche l'informazione sui tracciati radar.

3.6.4.3 Validazione della correlazione

Questa fase viene eseguita dal Tecnico Competente in acustica che analizza gli eventi acustici che il sistema, in maniera automatica, ha generato ed eventualmente già individuato come aeronautici. Il tecnico procede quindi con la validazione dei dati di correlazione correggendo eventuali errori generati dalla correlazione automatica. Per portare a termine questa operazione agisce sugli eventi generati dal sistema avendo a disposizione degli strumenti che gli consentono di correlare/de-correlare manualmente gli eventi alle Operazioni di Volo e creare/modificare eventi, che il sistema marcherà come manuali, per poterli successivamente associare alle Operazioni di Volo.

3.6.5 Validazione del dato acustico

Il processo di validazione del dato acustico è il terzo *step* nell'algoritmo di SARA. La validazione del dato acustico rilevato dipende dalla continuità del rilievo acustico.

3.6.5.1 L'influenza delle condizioni meteorologiche nella validazione del dato acustico

Le condizioni meteorologiche possono influenzare l'acquisizione del dato.

Le prescrizioni del D.M. 16 marzo 1998 "*tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico*", relativamente all'influenza delle condizioni meteorologiche nella validità del dato acustico sono:

| Validità del dato acustico | |
|-------------------------------|---------|
| Precipitazioni meteorologiche | Assenti |
| Velocità del vento | < 5 m/s |

Tabella 5: limiti per la validità del dato acustico

Questo accorgimento, seppur cautelativo, è troppo restrittivo. Difatti la possibilità che all'interno della settimana di riferimento intesa come quella di maggior traffico, in cui calcolare l' L_{VA} , ci siano eventi meteorologici che impediscano la validazione del dato è alquanto elevata. A meno di casi eccezionali, quindi, alleghiamo il dato meteo alle rilevazioni senza un condizionamento sulla settimana.

3.6.5.2 L'influenza della continuità del rilievo nella validazione del dato acustico

La Softech ha deciso di adottare, laddove possibile e laddove non intervengano altri fattori più importanti, il criterio di validità consigliato nelle linee guida ISPRA (Tabella 6: validità e continuità di acquisizione).

| Validità legata alla continuità del rilievo | |
|---|-------------------|
| Tempo minimo che rende la misura continua | 86.340 s (99,93%) |

Tabella 6: validità e continuità di acquisizione

3.6.5.3 Significatività della misura

Nei confronti della validità degli indicatori calcolati, le linee guida ISPRA associano al concetto di validità il numero di eventi per cui si è calcolato il L_{VAj} . Il numero di eventi utilizzati nel calcolo dei L_{VAj} deve essere rappresentativo e pertanto le linee guida suggeriscono i seguenti limiti (Tabella 7: Limiti suggeriti dalle linee guida ISPRA per la validità del L_{VAj}).

| Validità dell' L_{VAj} | |
|-------------------------------|---|
| L_{VAjd} (periodo diurno) | Il dato è valido se il numero di eventi di probabile origine aeronautica è pari o superiore al 90% del valore medio annuo di tali eventi. |
| L_{VAjn} (periodo notturno) | Il dato è valido se nel periodo notturno sono stati registrati tutti gli eventi sonori relativi ai movimenti aerei che hanno interessato la stazione di misura. |

Tabella 7: Limiti suggeriti dalle linee guida ISPRA per la validità del L_{VAj}

4 GESTIONE DEL SISTEMA

Il sistema di monitoraggio, affinché sia in grado di calcolare il L_{VA} , acquisisce i dati fonometrici con continuità. Qualunque tipo malfunzionamento viene tempestivamente segnalato, automaticamente, dal sistema. I sensori presenti all'interno delle centraline gestiscono numerosi allarmi, permettendo una veloce diagnostica da remoto. Tale caratteristica permette di intervenire velocemente ed in modo mirato, qualora il sistema abbia manifestato un malfunzionamento.

Per garantire un corretto funzionamento degli impianti, la Softech opera un programma di manutenzione ordinaria ogni 90 giorni.

Inoltre, per garantire un'acquisizione in continuo, le centraline con certificato di taratura in scadenza vengono sostituite, evitando perdite di dati.

4.1 Calibrazioni

Le due modalità di verifica della calibrazione sono così definite:

- *check*, quando viene utilizzato un qualunque sistema che generi in prossimità del microfono un livello noto di pressione sonora a una certa frequenza e il fonometro riporti soltanto la lettura senza effettuare alcuna correzione. Può essere automatica o manuale;
- *change*, quando viene adoperato un sistema di calibrazione secondo la norma CEI 29-14 (con pistonofono o sorgente sonora nota) e il fonometro sia impostato in modo da correggere la lettura al fine di fornire lo stesso valore che il sistema di calibrazione genera.

L'operazione *check* viene eseguita giornalmente (ogni 24 ore) per tutte le centraline della rete di monitoraggio per mezzo di un impulso elettrico, attraverso un sistema di calibrazione automatica integrato nella microfonia. L'esito di queste calibrazioni automatiche viene direttamente trasferito al centro elaborazioni. Il *check* è effettuato nel periodo notturno, in modo da minimizzare la probabilità di occorrenza di una qualsiasi operazione aerea.

La modalità *change* è eseguita posizionando il pistonofono a contatto con la strumentazione ed è effettuata con cadenza trimestrale.

Nel caso in cui, dopo una calibrazione *check* di tipo manuale si rilevi una deviazione pari o superiore a 0,3 dB ed inferiore a 0,5 dB, rispetto al valore di riferimento, viene effettuata una calibrazione *change*. Al termine dell'operazione *change*, la calibrazione viene verificata attraverso un *check*.

Ad ogni calibrazione *change* fa seguito un rapporto di calibrazione (allegato n°2).

4.2 Guasti e malfunzionamenti

Sono diverse le tipologie di guasto che possono presentarsi in un sistema così complesso, ma essenzialmente si possono catalogare in tre aree principali: guasti all'apparato di alimentazione; guasto all'apparato di acquisizione dei parametri acustici; guasto all'apparato di trasmissione.

La presenza delle batterie tampone assicura il funzionamento della centralina quando si verificano problemi all'apparato di alimentazione. L'autonomia delle batterie consente il funzionamento del sistema fino all'intervento di manutenzione straordinaria.

In caso di guasti che comporti la riparazione di un componente elettronico, di interesse per la misurazione del rumore, quest'ultimo è generalmente cambiato con un apparato sostitutivo, in attesa della riparazione e del rilascio della nuova certificazione ACCREDIA.

I guasti agli apparati di trasmissione non determinano una perdita di dati, i quali vengono salvati all'interno della memoria del PC presente all'interno della centralina.

5 L'AEROPORTO

L'aeroporto di Pisa è situato a ridosso del centro abitato (Figura 6: Ubicazione dell'aeroporto), in direzione nord-est sud-ovest, ed è stato realizzato nel 1911. E' aeroporto militare aperto al traffico civile. Nella tabella sottostante si riportano alcuni dati caratteristici dell'infrastruttura aeroportuale e del traffico aeronautico che l'ha vista interessata nel periodo 2000 - 2021.

| Caratteristiche | |
|--|-----------------------------|
| Nome aeroporto | Galileo Galilei |
| Codice ICAO | LIRP |
| Codice IATA | PSA |
| Coordinate geografiche | 43° 40' 58" N 10° 23' 44" E |
| Altitudine | 2 m |
| Numero di piste | 2 |
| Superficie pavimentata complessiva (parte civile) | 200000 mq |
| Tipo di gestione | diretta |
| Società di gestione | Toscana Aeroporti spa |

Tabella 8: Caratteristiche principali dell'aeroporto¹

Informazioni sono state ricavate dal sito di Assoaeroporti, e dai fogli ADPR1-1, 2-1, 3-1.

| Anno | Passeggeri | Aeromobili |
|-------------|-------------------|-------------------|
| 2000 | 1.246.807 | 24.116 |
| 2001 | 1.378.322 | 26.717 |
| 2002 | 1.654.570 | 26.757 |
| 2003 | 1.982.897 | 31.598 |
| 2004 | 2.031.890 | 31.551 |
| 2005 | 2.334.843 | 32.709 |
| 2006 | 3.014.656 | 37.509 |
| 2007 | 3.725.770 | 42.691 |
| 2008 | 3.963.717 | 42.034 |
| 2009 | 4.018.662 | 39.461 |
| 2010 | 4.067.012 | 39.337 |
| 2011 | 4.526.723 | 41.676 |
| 2012 | 4.494.915 | 41.194 |
| 2013 | 4.479.690 | 38.961 |
| 2014 | 4.683.811 | 38.868 |
| 2015 | 4.804.812 | 39.515 |
| 2016 | 4.989.496 | 40.601 |
| 2017 | 5.233.118 | 41.861 |
| 2018 | 5.463.090 | 43.109 |
| 2019 | 5.387.558 | 42.815 |
| 2020 | 1.315.066 | 16.750 |
| 2021 | 1.999.137 | 23.396 |

Tabella 9: Traffico aeroportuale²

La struttura aeroportuale (Figura 7: Sedime aeroportuale) è dotata di due piste, con orientamento 04R/22L e 04L/22R. Le caratteristiche della pista dichiarate sono:

| Distanza dichiarata | Lunghezza RW 04L [m] | Lunghezza RW 22R [m] |
|---------------------|----------------------|----------------------|
| TORA | 2992 | 2992 |
| TODA | 3291 | 3148 |
| ASDA | 2992 | 2992 |
| LDA | 2849 | 2735 |
| Distanza dichiarata | Lunghezza RW 04R [m] | Lunghezza RW 22L [m] |
| TORA | 2736 | 2736 |
| TODA | 3011 | 2853 |
| ASDA | 2736 | 2736 |
| LDA | 2495 | 2736 |

Tabella 10: Distanze dichiarate³

La larghezza delle *runway* è di 45 m. Le piste sono realizzate in materiale bituminoso.

Presso l'aeroporto di Pisa è vigente la caratterizzazione dell'intorno aeroportuale e il Piano di Classificazione Acustica Aeroportuale approvato dalla Commissione Antirumore dell'Aeroporto di Pisa il 9 maggio 2012; sono quindi definite le zone A, B e C riportate nel D.M. 31 ottobre 97. La procedura anti rumore è in corso di perfezionamento.

Informazioni sono state ricavate dal sito di Assoaeroporti, e dai fogli ADPR1-1, 2-1, 3-1



Figura 6: Ubicazione dell'aeroporto



Figura 7: Sedime aeroportuale

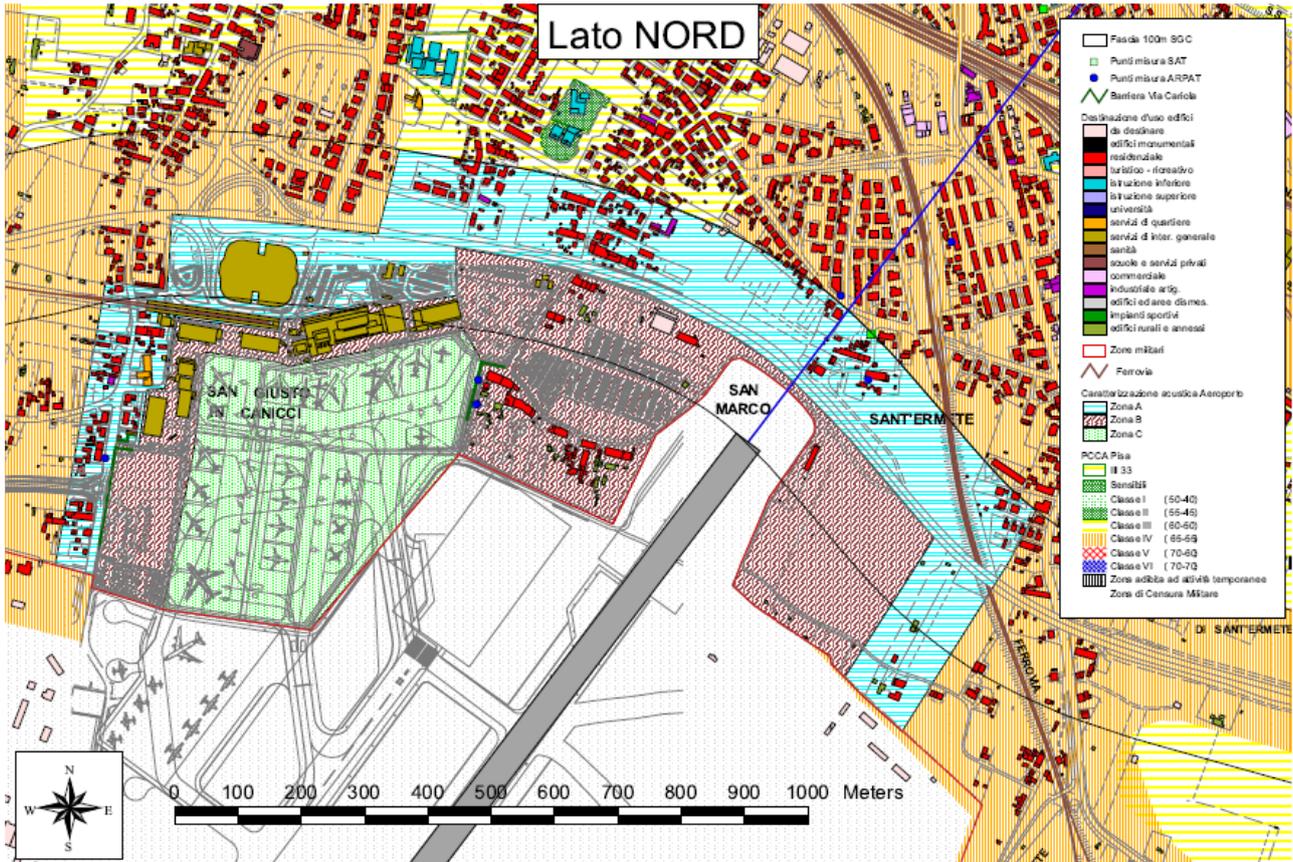


Figura 8: Zonizzazione aeroportuale lato Nord.

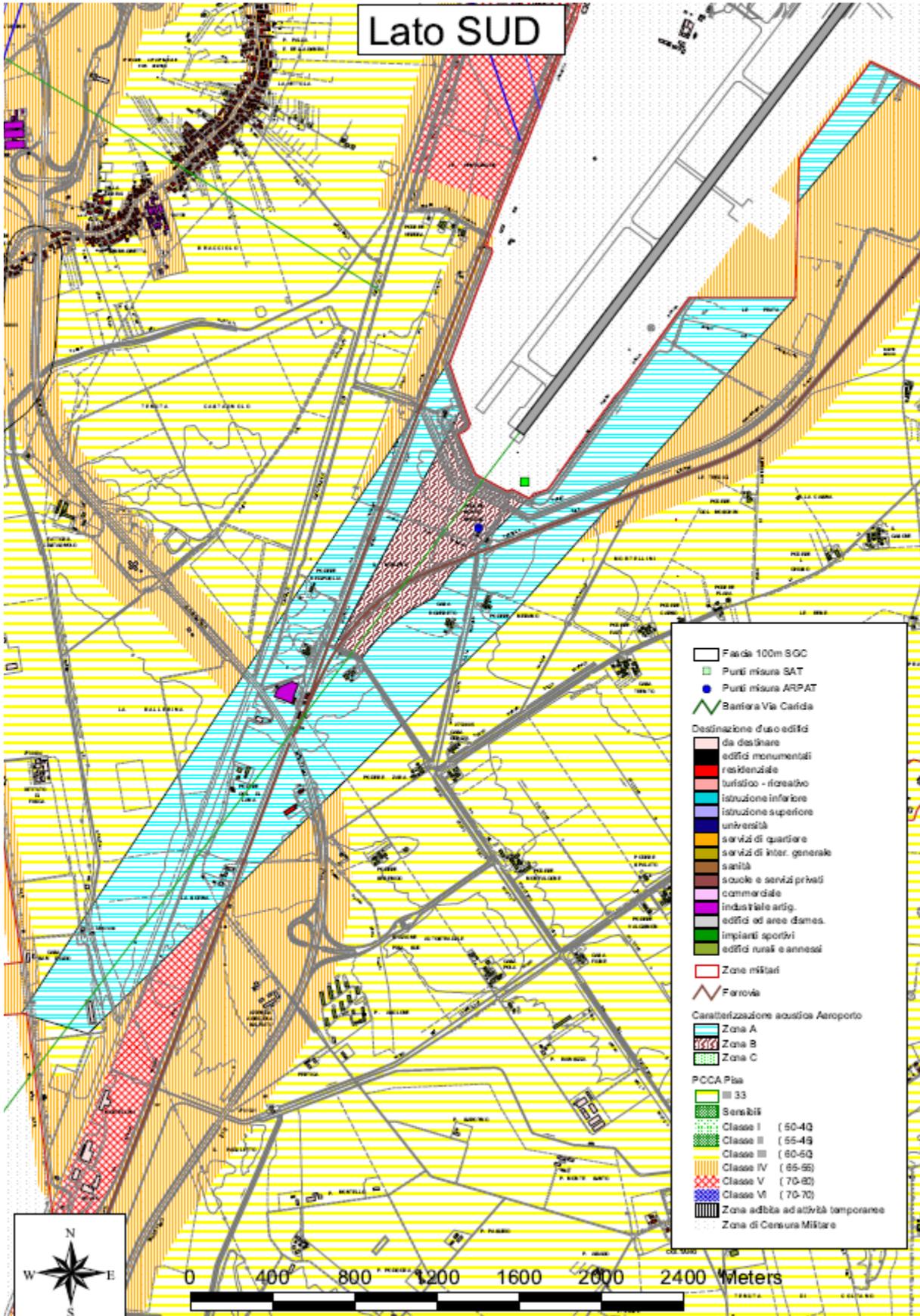


Figura 9: Zonizzazione aeroportuale lato Sud.

6 IL SISTEMA DI MONITORAGGIO DELL'AEROPORTO DI PISA

La rete di monitoraggio dell'aeroporto di Pisa è costituita da quattro centraline fisse e una mobile (Tabella 11: Le centraline della rete di monitoraggio dell'aeroporto di Pisa, Figura 10: Ubicazione delle centraline).

| Codice identificativo | Nome postazione | Ubicazione all'interno dell'intorno aeroportuale | Coordinate geografiche | Presenza stazione meteorologica |
|-----------------------|------------------------|--|--------------------------------|---------------------------------|
| 1402 | Asilo Via Monte Bianco | No | 43°42'10.29"N 10°24'49.31"E | no |
| 1403 | Asilo Via Settembrini | No | 43°43'17.41"N 10°24'50.03"E | Sì Vaisala WXT520 |
| 1404 | Via della Ferrovia | Sì, al limite di Zona A | 43°41'53.82"N 10°24'36.85"E | no |
| 1405 | Zona Militare Sedime | Sì, Zona B | 43°40'14.63"N 11°11'6.78"E | no |
| 1407 | San Giuliano | No | 43°43'10.53"N 10°22'58.54"E | no |

Tabella 11: Le centraline della rete di monitoraggio dell'aeroporto di Pisa



Figura 10: Ubicazione delle centraline

| Centralina | Soglia [dB] | Durata [s] |
|-----------------------------|-------------|------------|
| 1402 Asilo Via Monte Bianco | 59 | 9 |
| 1403 Asilo Via Settembrini | 59 | 9 |
| 1404 Via della Ferrovia | 67 | 8 |
| 1405 Zona Militare Sedime | 61 | 10 |
| 1407 San Giuliano | 59 | 9 |

Tabella 12: Impostazioni delle soglie

6.1 Asilo Via Monte Bianco - 1402

La centralina 1402 (Figura 11: La centralina, Figura 12: Ubicazione della centralina, Tabella 13: Caratteristiche della centralina 1402 – Via Monte Bianco) si trova fuori dall'intorno aeroportuale, all'interno della pertinenza di una scuola materna. Quest'ultima è adiacente l'aeroporto dal lato della testata pista 22. La centralina è posizionata sulla parete del muro di confine e il microfono è a circa 4 metri da terra; si trova lungo lo stesso asse della pista a circa 1100 metri dal principio della pista medesima (Figura 11: La centralina).



Figura 11: La centralina



Figura 12: Ubicazione della centralina

| 1402 – Asilo Via Monte Bianco | | |
|-------------------------------|---|---|
| Ubicazione | Posizione della centralina | Pertinenza scuola materna – lato pista testata 22 43°42'10.29"N 10°24'49.31"E Postazione fissa posizionata sul muro di confine con il microfono a circa 6 m da terra. |
| | Le superfici che contornano il microfono sono acusticamente riflettenti | Parzialmente |
| Caratteristiche | Caratteristiche del microfono | Modello GRAS 41AM (50 mV/Pa nominali) |
| | Modello fonometro | Thor Ch1 |
| | Alimentazione | Provvista di collegamento alla rete 220 V e di una batteria tampone |
| Calibrazioni | Calibrazione usata | Pistonofono per quanto concerne le calibrazioni di tipo "change" e attuatore elettrostatico per quanto riguarda le calibrazioni di tipo "check" |
| | Verifiche della calibrazione | Le verifiche di tipo "check" vengono effettuate sia da remoto, manualmente o automaticamente (ogni 24 ore), che localmente. Le verifiche di tipo change vengono effettuate solo localmente. |
| | Parametri producibili con le calibrazioni | Data, stazione, modalità, Livello misurato, offset |

Tabella 13: Caratteristiche della centralina 1402 – Asilo Via Monte Bianco

6.2 Asilo Via Settembrini - 1403

La centralina 1403 (Figura 13: La centralina, Figura 14: Ubicazione della centralina, Tabella 14: Caratteristiche della centralina 1403 – Via Settembrini) si trova fuori dall'intorno aeroportuale. Quest'ultima è spostata a sinistra dell'asse della pista testata 22, in cima alla copertura dell'asilo. Il microfono è a circa 4 metri dal piano di calpestio; si trova a circa 3400 metri dal principio della pista medesima (Figura 13: La centralina).



Figura 13: La centralina

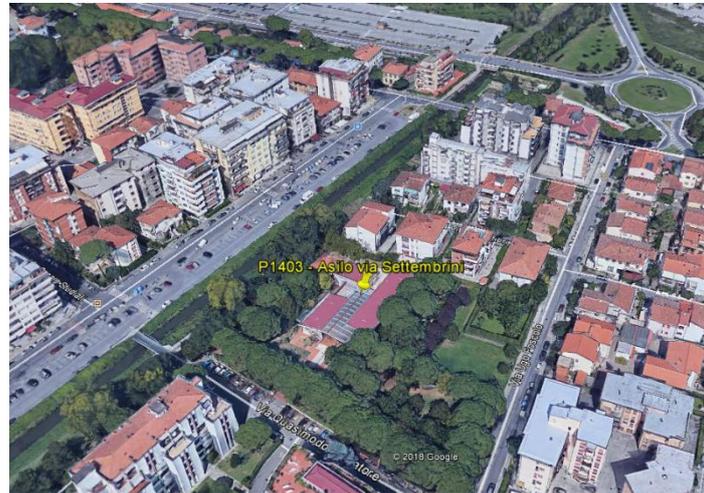


Figura 14: Ubicazione della centralina

| 1403 – Asilo Via Settembrini | | |
|------------------------------|---|---|
| Ubicazione | Posizione della centralina | Copertura asilo – lato pista testata 22 43°43'17.41"N 10°24'50.03"E Microfono a circa 3 m dal piano di calpestio. |
| | Le superfici che contornano il microfono sono acusticamente riflettenti | si |
| Caratteristiche | Caratteristiche del microfono | Modello GRAS 41AM (50 mV/Pa nominali) |
| | Modello fonometro | Larsson Davis 824 |
| | Alimentazione | Provvista di 6 batterie di alimentazione |
| Calibrazioni | Calibrazione usata | Pistonofono per quanto concerne le calibrazioni di tipo "change" e attuatore elettrostatico per quanto riguarda le calibrazioni di tipo "check" |
| | Verifiche della calibrazione | Le verifiche di tipo "check" vengono effettuate sia da remoto, manualmente o automaticamente (ogni 24 ore), che localmente. Le verifiche di tipo change vengono effettuate solo localmente. |
| | Parametri producibili con le calibrazioni | Data, stazione, modalità, Livello misurato, offset |

Tabella 14: Caratteristiche della centralina 1403 – Asilo Via Settembrini

6.3 Via della Ferrovia - 1404

La centralina 1404 (Figura 15: La centralina, Figura 16: Ubicazione della centralina, Tabella 15: Caratteristiche della centralina 1404 – della Ferrovia) si trova al limite di zona A, a lato della strada. Quest'ultima si trova lungo l'asse della pista dal lato della testata pista 22. La centralina è posizionata a lato della strada e il microfono è a circa 6 metri da terra; si trova a distanza di circa 750 m dal principio della pista, (Figura 15: La centralina).



Figura 15: La centralina



Figura 16: Ubicazione della centralina

| 1404 – Via della Ferrovia | | |
|---------------------------|---|---|
| Ubicazione | Posizione della centralina | Bordo strada – lato pista testata 22 43°41'53.82"N 10°24'36.85"E Postazione fissa posizionata sulla copertura dell'edificio con il microfono a circa 6 m dal piano di calpestio. |
| | Le superfici che contornano il microfono sono acusticamente riflettenti | si |
| Caratteristiche | Caratteristiche del microfono | GRAS 41AM (50 mV/Pa nominali) |
| | Modello fonometro | Thor ch1 |
| | Alimentazione | Provista di collegamento alla rete 220 V e di una batteria tampone |
| Calibrazioni | Calibrazione usata | Pistonofono per quanto concerne le calibrazioni di tipo "change" e attuatore elettrostatico per quanto riguarda le calibrazioni di tipo "check" |
| | Verifiche della calibrazione | Le verifiche di tipo "check" vengono effettuate sia da remoto, manualmente o automaticamente (ogni 24 ore), che localmente. Le verifiche di tipo change vengono effettuate solo localmente. |
| | Parametri producibili con le calibrazioni | Data, stazione, modalità, Livello misurato, offset |

Tabella 15: Caratteristiche della centralina 1404 – Via della Ferrovia

6.4 Zona Militare Sedime - 1405

La centralina 2106 (Figura 17: La centralina, Figura 18: Ubicazione della centralina, Tabella 16: Caratteristiche della centralina 1405 – Militare Sedime) si trova in zona B, all'interno della parte militare dell'aeroporto. Quest'ultima è adiacente l'aeroporto, spostata alla destra dell'asse della pista, dal lato della testata pista 04. La centralina è posizionata a terra e il microfono si trova a circa 4 m da terra; si trova in pratica lungo l'asse della pista, a circa 350 dall'inizio della pista medesima (Figura 17: La centralina).



Figura 17: La centralina



Figura 18: Ubicazione della centralina

| 1405 – Zona Militare Sedime | | |
|-----------------------------|---|---|
| Ubicazione | Posizione della centralina | Sedime Aeroportuale – lato pista testata 04 43°40'14.63"N 11°11'6.78"E Postazione fissa posizionata a terra con il microfono a circa 4 m dal piano di calpestio. |
| | Le superfici che contornano il microfono sono acusticamente riflettenti | si |
| Caratteristiche | Caratteristiche del microfono | GRAS 41AS (50 mV/Pa nominali) |
| | Modello fonometro | Larsson Davis 831C |
| | Alimentazione | Provista di collegamento alla rete 220 V e di una batteria tampone |
| Calibrazioni | Calibrazione usata | Pistonofono per quanto concerne le calibrazioni di tipo "change" e attuatore elettrostatico per quanto riguarda le calibrazioni di tipo "check" |
| | Verifiche della calibrazione | Le verifiche di tipo "check" vengono effettuate sia da remoto, manualmente o automaticamente (ogni 24 ore), che localmente. Le verifiche di tipo change vengono effettuate solo localmente. |
| | Parametri producibili con le calibrazioni | Data, stazione, modalità, Livello misurato, offset |

Tabella 16: Caratteristiche della centralina 1405 – Zona Militare Sedime

6.5 San Giuliano - 1407

La centralina 2104 (Figura 19: La centralina, Figura 20: Ubicazione della centralina, Tabella 17: Caratteristiche della centralina 1407- Giuliano) si trova fuori dall'intorno aeroportuale, all'interno della pertinenza di edificio pubblico. Quest'ultima è lungo l'asse della pista dal lato della testata pista 22. La centralina è posizionata a terra e il microfono si trova a circa 4 m da terra; si trova a circa 960 m dall'asse della pista, sulla destra (Figura 19: La centralina).



Figura 19: La centralina



Figura 20: Ubicazione della centralina

| 1407 – San Giuliano | | |
|---------------------|---|---|
| Ubicazione | Posizione della centralina | Pertinenza edificio pubblico – lato pista testata 22 43°43'10.53"N 10°22'58.54"E Postazione fissa posizionata a terra con il microfono a circa 4 m dal piano di calpestio. |
| | Le superfici che contornano il microfono sono acusticamente riflettenti | si |
| Caratteristiche | Caratteristiche del microfono | GRAS 41AS (50 mV/Pa nominali) |
| | Modello fonometro | Thor sn 7708 |
| | Alimentazione | Provvista di collegamento alla rete 220 V e di una batteria tampone |
| Calibrazioni | Calibrazione usata | Pistonofono per quanto concerne le calibrazioni di tipo "change" e attuatore elettrostatico per quanto riguarda le calibrazioni di tipo "check" |
| | Verifiche della calibrazione | Le verifiche di tipo "check" vengono effettuate sia da remoto, manualmente o automaticamente (ogni 24 ore), che localmente. Le verifiche di tipo change vengono effettuate solo localmente. |
| | Parametri producibili con le calibrazioni | Data, stazione, modalità, Livello misurato, offset |

Tabella 17: Caratteristiche della centralina 1407- San Giuliano

6.6 Caratteristiche intrinseche del sistema aeroporto - rete di monitoraggio

Il sistema di monitoraggio, come anticipato, è stato installato sul campo da Softech nel 2006 a seguito di gara bandita dall'allora gestore SAT. Le postazioni e le loro posizioni erano state già stabilite nel bando di gara e prevedevano le attuali centraline in campo (P1407 San Giuliano esclusa). La centralina P1407 San Giuliano è stata installata nel 2018 su richiesta del Comune di San Giuliano Terme alla Commissione Aeroportuale a seguito di esposti dei cittadini. La centralina principale che in qualche modo funge da sentinella per il passaggio degli aeromobili in direzione nord verso la città è Via della Ferrovia, seguita dalla centralina Asilo di Via Monte Bianco. Le centraline Asilo Via Settembrini e San Giuliano individuano per lo più i decolli lungo la direzione principale, a seguito degli eventi di Via della Ferrovia e Asilo Via Monte Bianco, più difficilmente individuano gli eventi di atterraggio lato nord. La centralina Zona Militare Sedime è l'unica dal lato pista 04 e registra atterraggi e decolli lato sud.

6.7 Certificati ACCREDIA

| Nome centralina | Strumenti | Certificato |
|-------------------------------|--|---|
| 1402 – Asilo Via Monte Bianco | Fonometro Kit per esterni Calibration control box Cavo Microfono | Certificato Accredia n. 068 49008-Arilasciato dal centro di taratura n. 068 in data 5 maggio 2022 |
| 1403 – Asilo Via Settembrini | Fonometro Kit per esterni Calibration control box Cavo Microfono | Certificato Accredia n. 068 48749-A rilasciato dal centro di taratura n. 068 in data 22 marzo 2022 |
| 1404 – Via della Ferrovia | Fonometro Kit per esterni Calibration control box Cavo Microfono | Certificato Accredia n. 068 48963-Arilasciato dal centro di taratura n. 068 in data 28 aprile 2022 |
| 1405 – Zona Militare Sedime | Fonometro Kit per esterni Calibration control box Cavo Microfono | Certificato n. 2022001382 in data 15 febbraio 2022 centro Larsson Davis strumentazione nuova |
| 1407 – San Giuliano | Fonometro Kit per esterni Cavo Microfono | Certificato Accredia n. 068 47380-A rilasciato dal centro di taratura n. 068 in data 29 giugno 2021 |
| Tutte le catene fonometriche | Calibratore | Bruel&kjaer sn 2343471 Certificato Accredia n. 068 48976-A rilasciato dal centro di taratura n. 068 in data 02-05-2022 |

Tabella 18: Certificati ACCREDIA delle catene fonometriche

I certificati del costruttore e di taratura sono allegati alla fine del documento (allegato n°1).

6.8 Report guasti ed interventi di manutenzione

I report di manutenzione ordinaria e straordinaria si riportano in allegato.

7 ANALISI DEI DATI

I paragrafi successivi mostrano l'analisi dei dati necessari al calcolo del L_{VA} , come prescritto dalla normativa vigente e seguendo gli *step* procedurali descritti nei capitoli precedenti.

7.1 Scelta del periodo di riferimento

Come prescritto dal D.M. 31 ottobre 1997, è necessario calcolare il L_{VA} come media dei L_{VAj} appartenenti alla settimana a maggiore traffico aereo.

SARA ha determinato la settimana di maggiore traffico per il quadrimestre febbraio maggio 2022. Quella riportata di seguito in prima riga della tabella è la settimana di maggior traffico con la presenza di tutte le centraline con particolare riferimento alla P2. La centralina P2 ha avuto un problema e manca per lungo periodo. Considerando che la settimana di maggior traffico effettiva aveva circa il 3% di voli in più, si è preferito usare la settimana con l'effettiva presenza al completo del monitoraggio verso la città, a partire da P4 e P2.

Su richiesta Arpat è stata esaminata e valutata anche la settimana con il maggiore traffico volato verso la città. (Tabella 19: Scelta della settimana di riferimento). La settimana è un giorno più avanti rispetto a quella di maggior traffico e valgono le stesse considerazioni in merito alla P2 e all'acquisizione e alle motivazioni della scelta.

| Periodo di riferimento | |
|--|------------------------------|
| Settimana di maggior traffico | Dal 12/07/2022 al 18/07/2022 |
| Settimana di maggior traffico verso la città | Dal 13/07/2022 al 19/07/2022 |

Tabella 19: Scelta della settimana di riferimento

Sono stati registrati nella settimana di maggior traffico come scelta 538 atterraggi, 538 decolli, per un totale di 1076 voli; per la settimana di maggior traffico a nord 536 atterraggi, 536 decolli, per un totale di 1072 voli.

7.1.1 Le condizioni meteorologiche

I dati meteo giornalieri sono presenti nell'allegato n°4. Qui di seguito si riportano gli andamenti grafici della velocità del vento e della pioggia.

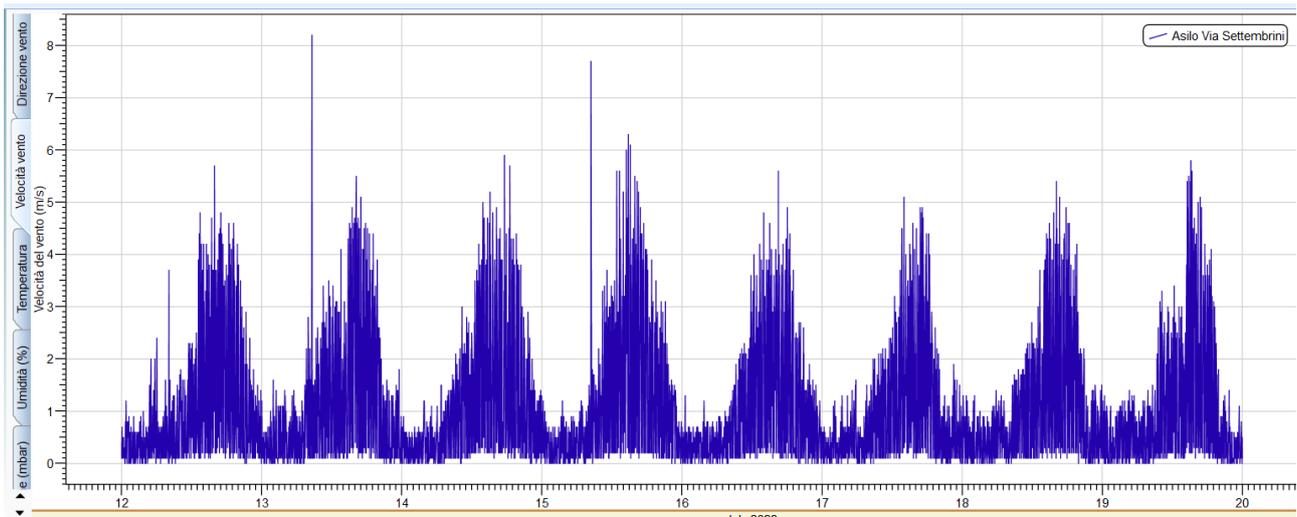


Figura 21: Grafico della velocità del vento acquisita dalla centralina Asilo Via Settembrini per il periodo 12 19 luglio 2022

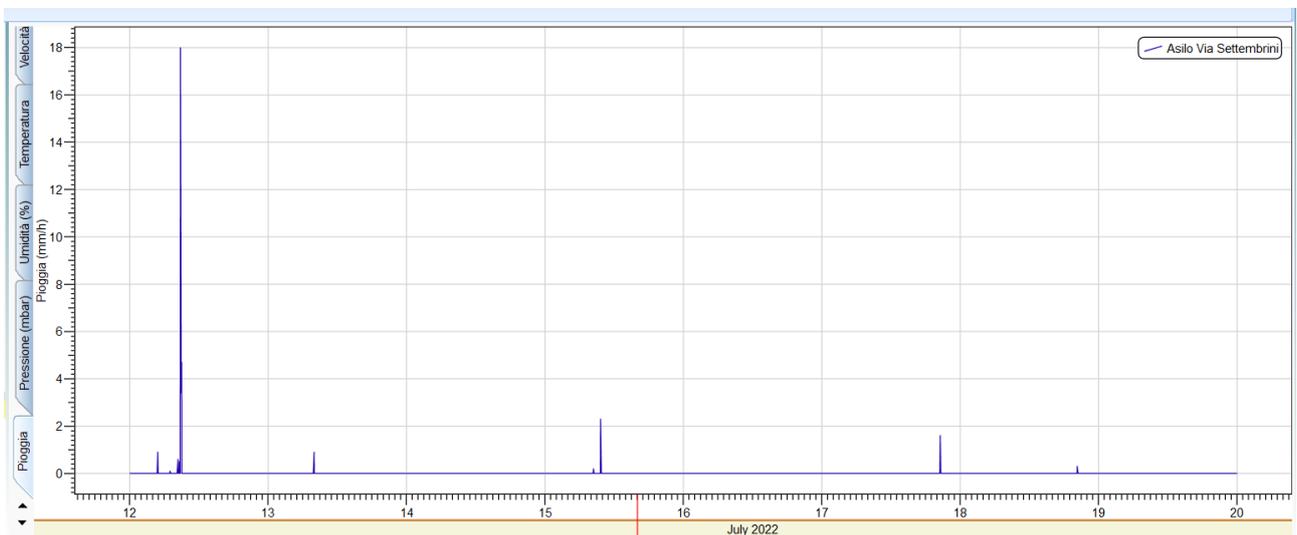


Figura 22: Grafico della pioggia acquisita dalla centralina Asilo Via Settembrini per il periodo 12 19 luglio 2022

7.1.2 Up time

Il sistema per ciascuna centralina nel periodo della settimana di riferimento ha acquisito il 100% dei dati ad esclusione della centralina P2 e P7 che hanno avuto un minimo calo del 0.1% circa . Visto il periodo e vista la situazione generale dei dati, si è fatta la migliore e più rappresentativa scelta per le settimane di maggior traffico.

I grafici sottostanti mostrano la continuità del funzionamento del sistema per ciascuna centralina e per la settimana specifica di riferimento.

I grafici evidenziano un ottimo funzionamento del sistema senza alcuna interruzione significativa nell'acquisizione dei dati fatta eccezione per quanto accaduto alla P2 (Figura 23) per la quale si è spiegato prima perché si è rinunciato alla settimana di maggior traffico per scegliere quella completa dei dati con una riduzione di circa il 3% dei voli.

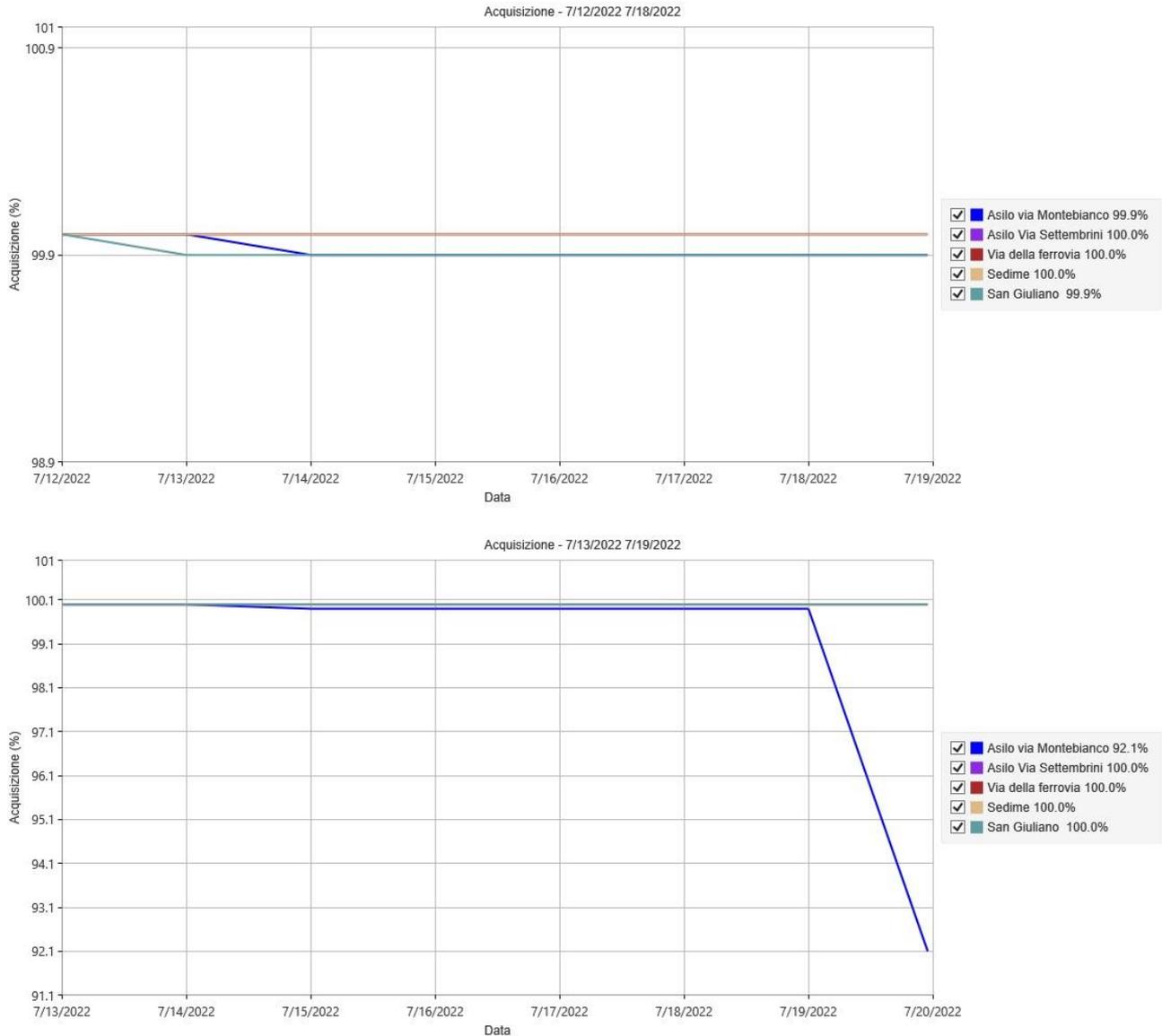


Figura 23: Percentuale di acquisizione nel periodo nelle settimane di maggior traffico e di maggior traffico a nord

7.1.3 Time history calibrazioni

Le immagini sottostanti mostrano le calibrazioni check giornaliere del sistema sia per la settimana di maggior traffico che per quella di maggior traffico a nord. Le centraline sono state calibrate manualmente come da report allegati.

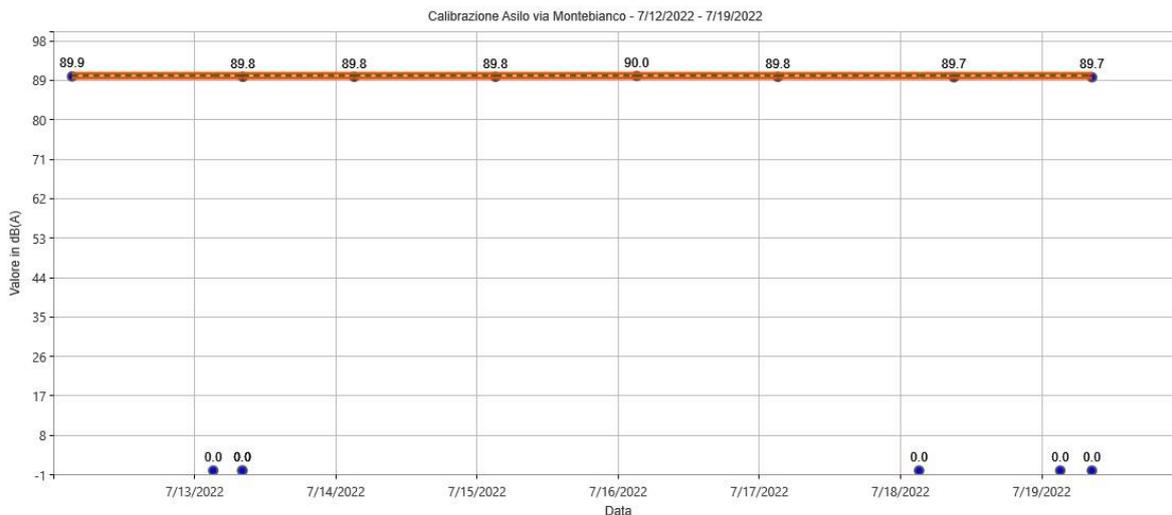


Figura 24: Calibrazioni check postazione Asilo Via Monte Bianco

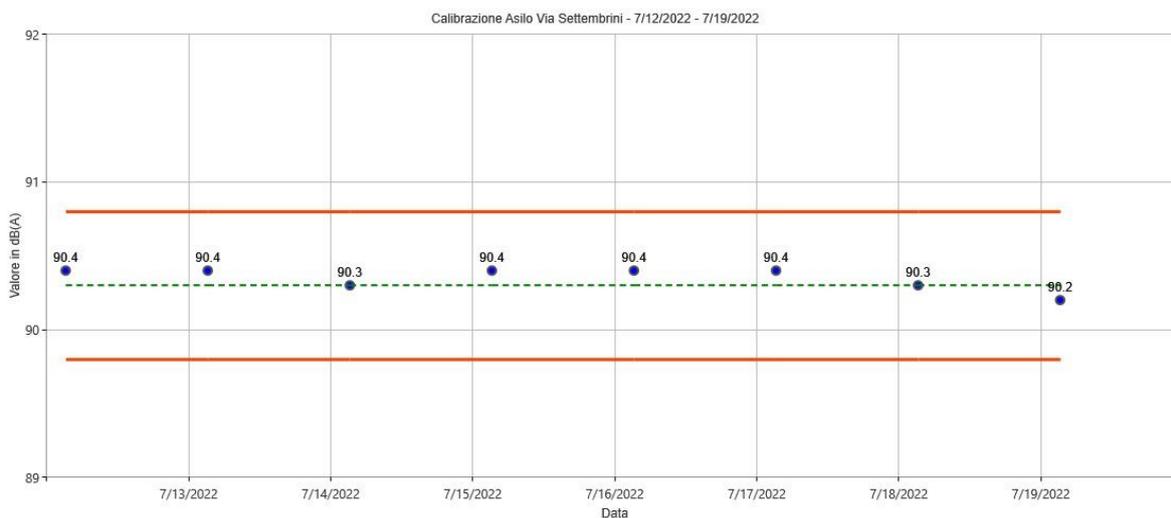


Figura 25: Calibrazioni check postazione Asilo Via Settembrini

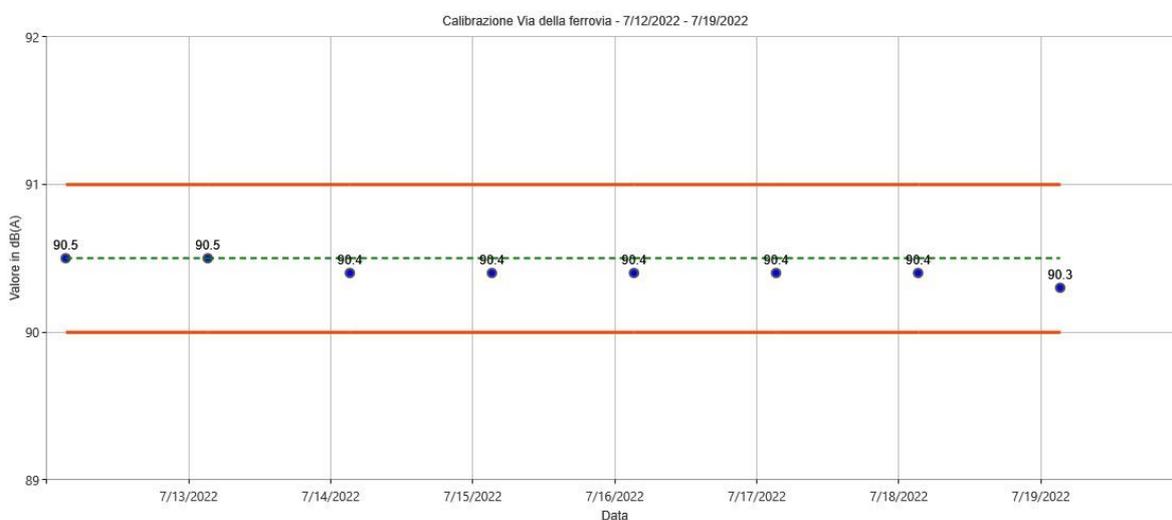


Figura 26: Calibrazioni check postazione Via della Ferrovia

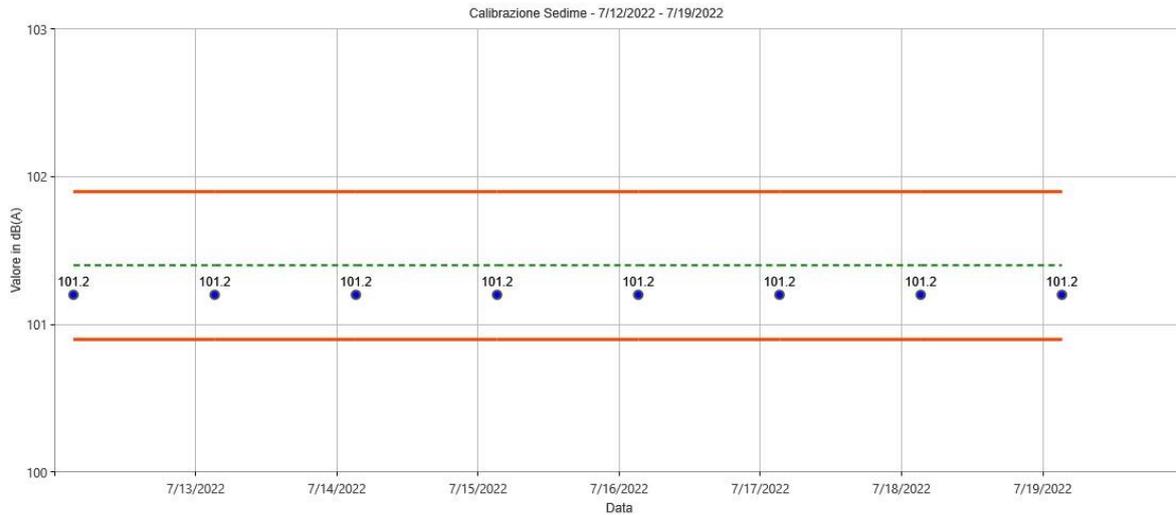


Figura 27: Calibrazioni check postazione Zona Militare Sedime

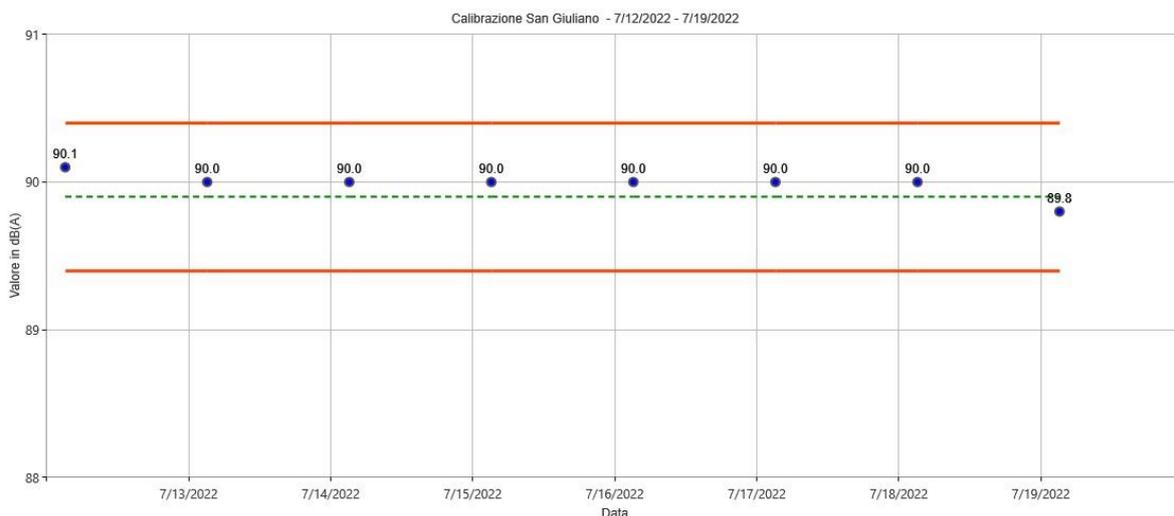


Figura 28: Calibrazioni check postazione San Giuliano

I valori delle calibrazioni *check* risultano nella norma per tutto il periodo di acquisizione.

7.2 Calcolo del L_{VA}

Nel seguente capitolo vengono riportati i dati forniti dalle centraline della rete di monitoraggio durante le tre settimane di riferimento. Per ogni centralina SARA ha determinato i livelli giornalieri L_{VAj} ed infine calcolato il L_{VA} (Equazione 2: Il calcolo del LVA).

$$L_{VA} = 10 \log\left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N 10^{\frac{L_{VAj}}{10}}\right)$$

Equazione 2: Il calcolo del LVA

E' importante precisare che il livello L_{VAj} è l'indice di valutazione giornaliero. Le norme indicano di calcolare il suddetto livello nel seguente modo (Equazione 3: Il calcolo del L_{VAj} , Equazione 4: Il calcolo del L_{VAd} , Equazione 5: Il calcolo del L_{VAN}).

$$L_{VAj} = 10 \log\left(\frac{17}{24} 10^{\frac{L_{VAd}}{10}} + \frac{7}{24} 10^{\frac{L_{VAn}}{10}}\right)$$

Equazione 3: Il calcolo del LVAj

$$L_{VAd} = 10 \log\left(\frac{1}{T_d} \sum 10^{\frac{SEL_i}{10}}\right)$$

Equazione 4: Il calcolo del LVA d

$$L_{VAn} = [10 \log\left(\frac{1}{T_n} \sum 10^{\frac{SEL_i}{10}}\right)] + 10$$

Equazione 5: Il calcolo del LVA n

Dove L_{VAd} ed L_{VAn} sono i contributi determinati rispettivamente durante il periodo diurno T_d e notturno T_n . Il legislatore definisce il periodo diurno l'intervallo 6:00-23:00 e quello notturno 23:00 - 6:00.

Si calcola il livello L_{VAj} sulle 24 ore che compongono il giorno solare.

Le linee guida ISPRA consigliano di calcolare due parametri utili a comprendere l'efficienza del sistema nella correlazione:

- Il rapporto tra gli eventi correlati ed il numero totale di operazioni dell'intera giornata (N_c/N);
- la percentuale di correlazione, cioè il rapporto tra numero di eventi correlati e il numero degli eventi rilevati.

L'aeroporto di Pisa, come già accennato in precedenza, dispone di tracce radar.

Inoltre, le linee guida affermano che ai fini del calcolo dell'indice annuale L_{VA} è auspicabile l'esistenza dei livelli L_{VAj} per tutti i 7 giorni identificati. Contrariamente devono essere eseguite, per ciascuna settimana scelta, le azioni riportate in Figura 25 Indicazioni delle linee guida ISPRA.

Nella presente relazione si seguono le medesime indicazioni.

| Caso | Dati mancanti | Azione correttiva | Metodologia di calcolo del dato surrogato |
|------|--|--|--|
| A | Un solo valore giornaliero | Sostituire il dato giornaliero mancante | Media dei valori del periodo settimanale con dato mancante |
| B | due valori giornalieri anche consecutivi | Sostituire i due dati giornalieri mancanti | Media dei valori una per ciascuno dei due giorni mancanti effettuata sul periodo settimanale interessato |

Figura 29 Indicazioni delle linee guida ISPRA

Tutti gli eventi analizzati sono riportati in allegato.

La settimana di maggior traffico usata per la valutazione degli indici è quella del 12-18 luglio 2022 e quella di maggior traffico a nord è dal 13 al 19 luglio 2022.

Il numero dei voli registrati totale della settimana di maggior traffico è pari a 1076 e la percentuale di voli correlati è pari al 99%.

Nella settimana del 12 luglio ci sono stati un totale di 1549 eventi correlati col tracciato, 222 col volo e 166 manuali; in particolare sulla centralina P2 ci sono state 243 correlazioni col tracciato, 31 col volo e 26 manuali, sulla P3 114 correlazioni col tracciato, 6 col volo e 3 manuali, sulla P4 243 correlazioni col tracciato, 33 col volo e 26 manuali, sulla P5 713 correlazioni col tracciato, 125 col volo e 93 manuali, sulla P7 236 correlazioni col tracciato, 27 col volo e 18 manuali. I voli correlati a nord sono stati 302.

Il numero dei voli registrati totale della settimana di maggior traffico a nord è pari a 1072 e la percentuale di voli correlati è pari al 99%.

Nella settimana del 13 luglio ci sono stati un totale di 1543 eventi correlati col tracciato, 210 col volo e 169 manuali; in particolare sulla centralina P2 ci sono state 221 correlazioni col tracciato, 26 col volo e 26 manuali, sulla P3 114 correlazioni col tracciato, 5 col volo e 2 manuali, sulla P4 250 correlazioni col tracciato, 29 col volo e 27 manuali, sulla P5 714 correlazioni col tracciato, 126 col volo e 95 manuali, sulla P7 244 correlazioni col tracciato, 24 col volo e 19 manuali. I voli correlati a nord sono stati 306.

7.2.1 1402 Asilo Via Monte Bianco

| N° Postazione | Codice | Postazione | Data | Lvaj dB(A) | Lvad dB(A) | Lvan dB(A) | Lden dB(A) |
|----------------------|---------------|--------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 12/07/2022 | 56,1 | 57,6 | 0 | 56,6 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 13/07/2022 | 55,1 | 56,6 | 0 | 56,7 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 14/07/2022 | 57,5 | 59 | 0 | 59,2 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 15/07/2022 | 57,6 | 59,1 | 0 | 58,2 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 16/07/2022 | 57,5 | 59 | 0 | 58,4 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 17/07/2022 | 52,7 | 54,2 | 0 | 53,5 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 18/07/2022 | 56,7 | 58,2 | 0 | 57,9 |
| N° Postazione | Codice | Postazione | Data | LeqRD dB(A) | LeqRN dB(A) | % Eventi Correlati | % Voli Correlati |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 12/07/2022 | 55,8 | 43,6 | 41,9 | 24,8 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 13/07/2022 | 57,7 | 45,7 | 31,6 | 27,2 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 14/07/2022 | 57,4 | 48 | 37,3 | 32,7 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 15/07/2022 | 59 | 45,1 | 36,4 | 28,7 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 16/07/2022 | 54,1 | 45,3 | 77,1 | 32,7 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 17/07/2022 | 53,6 | 45 | 61,3 | 15,0 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 18/07/2022 | 59,4 | 46,4 | 34,5 | 30,6 |

Tabella 20: Analisi dei dati della centralina 1402 Asilo Via Monte Bianco

| N° Postazione | Codice | Postazione | Data | Lvaj dB(A) | Lvad dB(A) | Lvan dB(A) | Lden dB(A) |
|----------------------|---------------|--------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 13/07/2022 | 55,1 | 56,6 | 0 | 56,7 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 14/07/2022 | 57,5 | 59 | 0 | 59,2 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 15/07/2022 | 57,6 | 59,1 | 0 | 58,2 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 16/07/2022 | 57,5 | 59 | 0 | 58,4 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 17/07/2022 | 52,7 | 54,2 | 0 | 53,5 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 18/07/2022 | 56,7 | 58,2 | 0 | 57,9 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 19/07/2022 | 49,5 | 51 | 0 | 49,5 |
| N° Postazione | Codice | Postazione | Data | LeqRD dB(A) | LeqRN dB(A) | % Eventi Correlati | % Voli Correlati |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 13/07/2022 | 57,7 | 45,7 | 31,6 | 27,2 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 14/07/2022 | 57,4 | 48 | 37,3 | 32,7 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 15/07/2022 | 59 | 45,1 | 36,4 | 28,7 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 16/07/2022 | 54,1 | 45,3 | 77,1 | 32,7 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 17/07/2022 | 53,6 | 45 | 61,3 | 15,0 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 18/07/2022 | 59,4 | 46,4 | 34,5 | 30,6 |
| 73 | 1402 | P1402 – Asilo Via Monte Bianco | 19/07/2022 | 50,8 | 45,4 | 32,1 | 6,4 |

Tabella 21: Analisi dei dati della centralina 1402 Asilo Via Monte Bianco settimana di maggior traffico a nord.

| L_{VA} [dBA] | L_{VA} [dBA] Annuale | L_{VA} [dBA] Settimana maggior traffico a Nord |
|-----------------------------|-------------------------------------|---|
| 56,4 | 57,9 | 56,0 |

Tabella 22: Calcolo del LVA per la postazione 1402 Asilo Via Monte Bianco

7.2.2 1403 Asilo Via Settembrini

| N° Postazione | Codice | Postazione | Data | Lvaj dB(A) | Lvad dB(A) | Lvan dB(A) | Lden dB(A) |
|----------------------|---------------|-------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 12/07/2022 | 42,6 | 44,1 | 0 | 42,8 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 13/07/2022 | 42,6 | 44,1 | 0 | 44 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 14/07/2022 | 42,5 | 44 | 0 | 44,3 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 15/07/2022 | 43,3 | 44,8 | 0 | 43,6 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 16/07/2022 | 42,5 | 44 | 0 | 43,6 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 17/07/2022 | 37,9 | 39,4 | 0 | 39,1 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 18/07/2022 | 41,2 | 42,7 | 0 | 42,1 |
| N° Postazione | Codice | Postazione | Data | LeqRD dB(A) | LeqRN dB(A) | % Eventi Correlati | % Voli Correlati |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 12/07/2022 | 51,8 | 42,8 | 74,1 | 13,8 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 13/07/2022 | 50,4 | 42,5 | 84,2 | 11,8 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 14/07/2022 | 50,6 | 42 | 78,3 | 11,1 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 15/07/2022 | 51 | 43,5 | 100,0 | 12,7 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 16/07/2022 | 53 | 47,3 | 80,0 | 14,5 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 17/07/2022 | 48 | 45,8 | 85,7 | 4,7 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 18/07/2022 | 51,4 | 44,4 | 69,6 | 10,0 |

Tabella 23: Analisi dei dati della centralina 1403 Asilo Via Settembrini

| N° Postazione | Codice | Postazione | Data | L_{vaj} dB(A) | L_{vad} dB(A) | L_{van} dB(A) | L_{den} dB(A) |
|----------------------|---------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 13/07/2022 | 42,6 | 44,1 | 0 | 44 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 14/07/2022 | 42,5 | 44 | 0 | 44,3 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 15/07/2022 | 43,3 | 44,8 | 0 | 43,6 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 16/07/2022 | 42,5 | 44 | 0 | 43,6 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 17/07/2022 | 37,9 | 39,4 | 0 | 39,1 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 18/07/2022 | 41,2 | 42,7 | 0 | 42,1 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 19/07/2022 | 41,9 | 43,4 | 0 | 43 |
| N° Postazione | Codice | Postazione | Data | L_{eqRD} dB(A) | L_{eqRN} dB(A) | % Eventi Correlati | % Voli Correlati |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 13/07/2022 | 50,4 | 42,5 | 84,2 | 11,8 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 14/07/2022 | 50,6 | 42 | 78,3 | 11,1 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 15/07/2022 | 51 | 43,5 | 100,0 | 12,7 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 16/07/2022 | 53 | 47,3 | 80,0 | 14,5 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 17/07/2022 | 48 | 45,8 | 85,7 | 4,7 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 18/07/2022 | 51,4 | 44,4 | 69,6 | 10,0 |
| 74 | 1403 | P1403 – Asilo Via Settembrini | 19/07/2022 | 51,6 | 42,5 | 72,0 | 12,8 |

Tabella 24: Analisi dei dati della centralina 1403 Asilo Via Settembrini settimana di maggior traffico a nord

| L_{VA} [dBA] | L_{VA} [dBA] Annuale | L_{VA} [dBA] Settimana maggior traffico a Nord |
|-----------------------------|-------------------------------------|---|
| 42,1 | 42,9 | 42,0 |

Tabella 25: Calcolo del L_{VA} per la postazione 1403 Asilo Via Settembrini

7.2.3 1404 Via della Ferrovia

| N° Postazione | Codice | Postazione | Data | Lvaj dB(A) | Lvad dB(A) | Lvan dB(A) | Lden dB(A) |
|----------------------|---------------|----------------------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 12/07/2022 | 59,3 | 60,7 | 0 | 59,8 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 13/07/2022 | 58,2 | 59,7 | 0 | 59,8 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 14/07/2022 | 60,7 | 62,1 | 0 | 62,4 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 15/07/2022 | 60,9 | 62,4 | 0 | 61,5 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 16/07/2022 | 60,5 | 62 | 0 | 61,6 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 17/07/2022 | 56,1 | 57,6 | 0 | 57,2 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 18/07/2022 | 59,7 | 61,2 | 0 | 61 |
| N° Postazione | Codice | Postazione | Data | LeqRD dB(A) | LeqRN dB(A) | Percentuale Eventi Correlati | Percentuale Voli Correlati |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 12/07/2022 | 58,5 | 47,3 | 64,9 | 24,8 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 13/07/2022 | 58,6 | 47,8 | 59,4 | 27,2 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 14/07/2022 | 57,9 | 50,4 | 70,9 | 34,6 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 15/07/2022 | 59,4 | 47,7 | 64,6 | 29,3 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 16/07/2022 | 55,7 | 47,8 | 82,5 | 31,5 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 17/07/2022 | 56 | 47,4 | 67,9 | 15,0 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 18/07/2022 | 59 | 47 | 56,6 | 29,4 |

Tabella 26: Analisi dei dati della centralina 1404 Via della Ferrovia

| N° Postazione | Codice | Postazione | Data | L_{vaj} dB(A) | L_{vad} dB(A) | L_{van} dB(A) | L_{den} dB(A) |
|----------------------|---------------|----------------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 13/07/2022 | 58,2 | 59,7 | 0 | 59,8 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 14/07/2022 | 60,7 | 62,1 | 0 | 62,4 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 15/07/2022 | 60,9 | 62,4 | 0 | 61,5 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 16/07/2022 | 60,5 | 62 | 0 | 61,6 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 17/07/2022 | 56,1 | 57,6 | 0 | 57,2 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 18/07/2022 | 59,7 | 61,2 | 0 | 61 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 19/07/2022 | 59,2 | 60,7 | 0 | 60 |
| N° Postazione | Codice | Postazione | Data | L_{eqRD} dB(A) | L_{eqRN} dB(A) | Percentuale Eventi Correlati | Percentuale Voli Correlati |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 13/07/2022 | 58,6 | 47,8 | 59,4 | 27,2 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 14/07/2022 | 57,9 | 50,4 | 70,9 | 34,6 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 15/07/2022 | 59,4 | 47,7 | 64,6 | 29,3 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 16/07/2022 | 55,7 | 47,8 | 82,5 | 31,5 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 17/07/2022 | 56 | 47,4 | 67,9 | 15,0 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 18/07/2022 | 59 | 47 | 56,6 | 29,4 |
| 75 | 1404 | P1404 – Via della Ferrovia | 19/07/2022 | 58 | 47,9 | 66,1 | 29,1 |

Tabella 27: Analisi dei dati della centralina 1404 Via della Ferrovia settimana di maggior traffico a nord

| L_{VA} [dBA] | L_{VA} [dBA] Annuale | L_{VA} [dBA] Settimana maggior traffico a Nord |
|-----------------------------|-------------------------------------|---|
| 59,6 | 59,6 | 59,6 |

Tabella 28: Calcolo del L_{VA} per la postazione 1404 Via della Ferrovia

7.2.4 1405 Zona Militare Sedime

| N° Postazione | Codice | Postazione | Data | Lvaj dB(A) | Lvad dB(A) | Lvan dB(A) | Lden dB(A) |
|----------------------|---------------|------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 12/07/2022 | 64,8 | 64,7 | 64,9 | 67,6 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 13/07/2022 | 64,1 | 65,1 | 59,9 | 66,7 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 14/07/2022 | 64,7 | 65 | 63,6 | 68,1 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 15/07/2022 | 65,7 | 65,1 | 67 | 68,1 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 16/07/2022 | 64,8 | 62,7 | 67,6 | 66,9 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 17/07/2022 | 62,6 | 61,9 | 63,8 | 65,6 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 18/07/2022 | 64,3 | 64,6 | 63,7 | 67,9 |
| N° Postazione | Codice | Postazione | Data | LeqRD dB(A) | LeqRN dB(A) | Percentuale Eventi Correlati | Percentuale Voli Correlati |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 12/07/2022 | 60,7 | 52,2 | 66,7 | 86,9 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 13/07/2022 | 58,9 | 47,3 | 63,2 | 84,6 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 14/07/2022 | 57,6 | 52,2 | 65,7 | 88,3 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 15/07/2022 | 57,5 | 46,5 | 70,3 | 85,1 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 16/07/2022 | 53,5 | 51,1 | 84,6 | 82,4 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 17/07/2022 | 50,1 | 46 | 86,8 | 92,9 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 18/07/2022 | 58,2 | 49,3 | 68,2 | 84,4 |

Tabella 29: Analisi dei dati della centralina 1405 Zona Militare Sedime

| N° Postazione | Codice | Postazione | Data | Lvaj dB(A) | Lvad dB(A) | Lvan dB(A) | Lden dB(A) |
|----------------------|---------------|------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 13/07/2022 | <i>Lvaj dB(A)</i> | <i>Lvad dB(A)</i> | <i>Lvan dB(A)</i> | <i>Lden dB(A)</i> |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 14/07/2022 | 64,1 | 65,1 | 59,9 | 66,7 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 15/07/2022 | 64,7 | 65 | 63,6 | 68,1 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 16/07/2022 | 65,7 | 65,1 | 67 | 68,1 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 17/07/2022 | 64,8 | 62,7 | 67,6 | 66,9 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 18/07/2022 | 62,6 | 61,9 | 63,8 | 65,6 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 19/07/2022 | 64,3 | 64,6 | 63,7 | 67,9 |
| N° Postazione | | Postazione | Data | 64,4 | 63,3 | 66,2 | 67,2 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 13/07/2022 | <i>LeqRD dB(A)</i> | <i>LeqRN dB(A)</i> | <i>Percentuale Eventi Correlati</i> | <i>Percentuale Voli Correlati</i> |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 14/07/2022 | 58,9 | 47,3 | 63,2 | 84,6 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 15/07/2022 | 57,6 | 52,2 | 65,7 | 88,3 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 16/07/2022 | 57,5 | 46,5 | 70,3 | 85,1 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 17/07/2022 | 53,5 | 51,1 | 84,6 | 82,4 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 18/07/2022 | 50,1 | 46 | 86,8 | 92,9 |
| 76 | 1405 | P1405 – Zona Militare Sedime | 19/07/2022 | 58,2 | 49,3 | 68,2 | 84,4 |

Tabella 30: Analisi dei dati della centralina 1405 Zona Militare Sedime settimana di maggior traffico a nord

| L_{VA} [dBA] | L_{VA} [dBA] Annuale | L_{VA} [dBA] Settimana maggior traffico a Nord |
|-----------------------------|-------------------------------------|---|
| 64,5 | 64,2 | 64,4 |

 Tabella 31: Calcolo del L_{VA} per la postazione 1405 Zona Militare Sedime

7.2.5 1407 San Giuliano

| N° Postazione | Codice | Postazione | Data | Lvaj dB(A) | Lvad dB(A) | Lvan dB(A) | Lden dB(A) |
|----------------------|---------------|----------------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 12/07/2022 | 50,9 | 52,4 | 0 | 51,4 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 13/07/2022 | 50,3 | 51,8 | 0 | 51,7 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 14/07/2022 | 51,8 | 53,3 | 0 | 52,9 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 15/07/2022 | 51,7 | 53,2 | 0 | 52,4 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 16/07/2022 | 51,9 | 53,4 | 0 | 53 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 17/07/2022 | 47 | 48,5 | 0 | 48 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 18/07/2022 | 50,1 | 51,6 | 0 | 51,1 |
| N° Postazione | Codice | Postazione | Data | LeqRD dB(A) | LeqRN dB(A) | Percentuale Eventi Correlati | Percentuale Voli Correlati |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 12/07/2022 | 49,5 | 46,3 | 77,8 | 24,1 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 13/07/2022 | 50,7 | 47,5 | 61,5 | 23,5 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 14/07/2022 | 50,8 | 54,9 | 64,0 | 33,3 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 15/07/2022 | 50,1 | 45,4 | 77,0 | 26,0 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 16/07/2022 | 46,7 | 47,5 | 94,5 | 31,5 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 17/07/2022 | 46,1 | 45,8 | 100,0 | 15,0 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 18/07/2022 | 50,5 | 47,2 | 68,3 | 25,6 |

Tabella 32: Analisi dei dati della centralina 1407 San Giuliano

| N° Postazione | Codice | Postazione | Data | L_{vaj} dB(A) | L_{vad} dB(A) | L_{van} dB(A) | L_{den} dB(A) |
|----------------------|---------------|----------------------|-------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 13/07/2022 | 50,3 | 51,8 | 0 | 51,7 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 14/07/2022 | 51,8 | 53,3 | 0 | 52,9 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 15/07/2022 | 51,7 | 53,2 | 0 | 52,4 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 16/07/2022 | 51,9 | 53,4 | 0 | 53 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 17/07/2022 | 47 | 48,5 | 0 | 48 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 18/07/2022 | 50,1 | 51,6 | 0 | 51,1 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 19/07/2022 | 50,5 | 51,9 | 0 | 51,3 |
| N° Postazione | Codice | Postazione | Data | LeqRD dB(A) | LeqRN dB(A) | Percentuale Eventi Correlati | Percentuale Voli Correlati |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 13/07/2022 | 50,7 | 47,5 | 61,5 | 23,5 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 14/07/2022 | 50,8 | 54,9 | 64,0 | 33,3 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 15/07/2022 | 50,1 | 45,4 | 77,0 | 26,0 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 16/07/2022 | 46,7 | 47,5 | 94,5 | 31,5 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 17/07/2022 | 46,1 | 45,8 | 100,0 | 15,0 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 18/07/2022 | 50,5 | 47,2 | 68,3 | 25,6 |
| 78 | 1407 | P1407 – San Giuliano | 19/07/2022 | 49,6 | 49,4 | 80,4 | 29,1 |

Tabella 33: Analisi dei dati della centralina 1407 San Giuliano settimana maggior traffico a nord

| L_{VA} [dBA] | L_{VA} [dBA] Annuale | L_{VA} [dBA] Settimana maggior traffico a Nord |
|-----------------------------|-------------------------------------|---|
| 50,8 | 51,8 | 50,7 |

Tabella 34: Calcolo del L_{VA} per la postazione 1407 San Giuliano

7.3 Validazione dei dati

Nei paragrafi precedenti (3.6.5 Validazione del dato acustico) sono stati discussi i criteri di validazione del dato acustico, in conformità alla normativa vigente ed alle linee guida ISPRA.

7.3.1 Validazione nei confronti delle condizioni meteorologiche

Nessun evento riconosciuto come di origine aeroportuale è stato escluso a causa delle condizioni meteo.

7.3.2 Validazione nei confronti della continuità di monitoraggio

Per quanto concerne la validità del dato dovuta alla continuità del monitoraggio, i dati risultano essere validi nei limiti dell'acquisizione. Infatti, verificando l'*uptime* al 0, si evince che la percentuale di acquisizione è sempre maggiore del limite suggerito dalle linee guida ISPRA in quanto sempre al 100% per tutte le centraline tranne gli scostamenti per la P2 che ha avuto un problema particolare e di cui si è parlato prima.

7.3.3 Significatività della misura

Per ciò che riguarda l'Aeroporto di Pisa, per caratteristiche, collaudo, percentuali di correlazione, non viene mai messa in dubbio la significatività delle misure.

8 STATO DI CONSERVAZIONE E MANUTENZIONE DEL SISTEMA

Ad oggi il sistema di monitoraggio dell'aeroporto di Pisa è in buono stato di conservazione. Gli interventi di manutenzione ordinari previsti sono stati svolti regolarmente e con successo, assicurando al sistema un funzionamento regolare.

Secondo gli oneri contrattuali, la Softech effettua la manutenzione ordinaria delle postazioni ogni tre mesi.

9 OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA

Va completato il rinnovamento della strumentazione interna alle centraline.

10 CONCLUSIONI

I livelli Lva registrati rientrano nei limiti di zona B per la centralina Zona Militare Sedime, entro i limiti di zona A per la centralina Via della Ferrovia, e inferiore al Lva di 60 dB(A) alle altre centraline sul quadrimestre.

11 ALLEGATI

- 1) Certificati ACCREDIA di taratura della strumentazione
- 2) Rapporti di calibrazione *change*
- 3) Dati meteo giornalieri
- 4) Elenco dati analizzati (foglio di calcolo excel)
- 5) Rapporti di manutenzione

Data

02 novembre 2022

Firma

**Il Tecnico Competente in Acustica Ambientale
(Prot. n. 38190 del 22/07/2003 della Provincia
di Livorno)**



Dott.ssa Tiziana Agostini