



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE

DIPARTIMENTO DI SCIENZE MEDICHE E BIOLOGICHE

CORSO DI LAUREA INTERATENEIO
IN
TECNICHE DELLA PREVENZIONE NELL'AMBIENTE
E NEI LUOGHI DI LAVORO

Tesi di Laurea:

Rumore aeroportuale: il caso dell'aeroporto regionale di Ronchi dei
Legionari

Laureando:
Riccardo Ossanna

Relatore:
Dott. Luca Triadantasio

Correlatori:
Dott. Vinicio Rorato
Ing. Ph.D. Stefano
Favretto

Anno accademico 2014/2015

A mamma e papà.

INDICE

RINGRAZIAMENTI	3
1 GLOSSARIO	5
2 PREMESSA	13
3 INTRODUZIONE	15
3.1 Impatto sanitario	16
3.1.1 Malattie cardiovascolari	17
3.1.2 Ritardo cognitivo nei bambini	18
3.1.3 Disturbi del sonno	18
3.1.4 Acufene	19
3.1.5 Fastidi (Annoyances)	19
3.2 Normativa Europea.....	21
3.3 Normativa Nazionale	21
3.3.1 Decreti applicativi	21
3.3.2 Limiti normativi applicabili al caso in esame	23
3.4 Indicatori europei e limiti della normativa nazionale	25
4 MATERIALI E METODI	27
4.1 Verifiche eseguite	27
4.2 Strumentazione	28
4.2.1 Considerazioni riguardanti il microfono.....	29
4.3 Dati aeronautici	31
4.3.1 Dati meteorologici.....	31
5 RISULTATI	33
5.1 Rumore aeroportuale	33
5.2 Rumore ambientale (limiti introdotti alla zonizzazione acustica)	34
5.2.1 Valutazione di rispetto dei limiti di emissione	34
5.2.2 Valutazione di rispetto dei limiti di immissione	35
5.3 Valutazione di rispetto delle procedure antirumore	36
6 DISCUSSIONE.....	39

6.1	Considerazioni riguardanti la post-elaborazione dei dati rilevati	39
6.1.1	Correlazione degli eventi aeronautici	39
6.1.2	Eventi militari	39
6.1.3	Considerazioni sul calcolo del SEL.....	40
6.1.4	Caratterizzazione del L_{Aeq}	41
6.2	Considerazioni riguardanti il rispetto delle procedure antirumore	42
6.3	Considerazioni riguardanti l'incertezza di misura.....	42
6.3.1	Cenni sul calcolo dell'incertezza di misura.....	44
6.4	Considerazioni riguardo il calcolo degli indicatori L_{den} e L_{night}	45
7	CONCLUSIONI	47
8	ALLEGATI.....	51
8.1	Documentazione fotografica	51
8.2	Eventi aeroportuali	53
8.3	Dati meteorologici	55
8.5	Autorizzazione a riprodurre la documentazione ARPA	59
9	BIBLIOGRAFIA.....	60

RINGRAZIAMENTI

Un ringraziamento sentito al dipartimento di ARPA Gorizia che mi ha ospitato, in particolare alla dottoressa Daniela Domevscek: biologa, dirigente dell'IPAS Rumore e Vibrazioni della S.O.C. Pressioni sull'Ambiente dell'ARPA FVG, già Responsabile Assicurazione della Qualità per le prove acustiche del Dipartimento Provinciale di Gorizia, tecnico competente in acustica ambientale. Si ringrazia inoltre l'ing. Stefano Guerriero, direttore dell'infrastruttura "*Aeroporto Friuli Venezia-Giulia S.p.a.*" per aver fornito informazioni circa gli eventi aeronautici avvenuti il giorno delle misure. Inoltre un ringraziamento particolare va a tutta la mia famiglia, per avermi sostenuto costantemente durante la stesura di quest'opera e delle misure e delle osservazioni esperite.

1 GLOSSARIO

In questa sezione sono elencati in ordine alfabetico alcuni termini la cui spiegazione, per motivi di brevità, esaustività od importanza, non è stata inclusa nel testo. L'elenco riprende per lo più le definizioni date dalla Direttiva (UE) 2015/996, L. 168/44, al capitolo 2.6.1 “Definizioni e simboli” in modo da usare un linguaggio comune utile a porre quest'opera in un'ottica di leggibilità europea. Se la definizione non rientra nella sopracitata direttiva, oppure se si è preferito scegliere un'altra fonte, o ancora se la definizione è stata modificata e riadattata ai fini dell'opera dall'autore, verrà riportato fra parentesi. Si noti che, come riportato nella normativa, ai fini esplicativi della trattazione, le parole «suono» e «rumore» sono intercambiabili fra di loro, soprattutto quando associate alla parola livello.

Accreditamento Attestazione da parte di un organismo nazionale di accreditamento che certifica che un determinato organismo di valutazione della conformità soddisfa i criteri stabiliti da norme armonizzate e, ove appropriato, ogni altro requisito supplementare, compresi quelli definiti nei rilevanti programmi settoriali, per svolgere una specifica attività di valutazione della conformità (REG (CE) N. 765/2008).

AIP Aeronautical Information Publication; in particolare, AIP-Italia è la pubblicazione ENAV che contiene le informazioni aeronautiche di carattere permanente relative allo spazio aereo nazionale, agli scali, all'organizzazione dei servizi del traffico aereo, alle infrastrutture.

Altezza Distanza verticale tra l'aeromobile e il piano del suolo.

Altitudine Altezza sopra il livello del mare.

<i>Benessere</i>	Il benessere è lo stato ottimale di salute di singoli individui e di gruppi di persone. Due sono gli aspetti fondamentali: la realizzazione delle massime potenzialità di un individuo a livello fisico, psicologico, sociale, spirituale ed economico, e l'appagamento delle aspettative del proprio ruolo nella famiglia, nella comunità, nella comunità religiosa, nel luogo di lavoro e in altri contesti (OMS).
<i>Burden of Disease</i>	Il carico di malattia è una misura dello scarto tra lo stato di salute osservato di una popolazione e lo stato di salute atteso, corrispondente a quello in cui tutta la popolazione raggiunge l'aspettativa di vita prevista senza i più importanti problemi di salute (OMS, 2000). L'analisi del carico di malattia permette ai decisori di identificare i problemi di salute più gravi ai quali è esposta una popolazione. Viene espressa attraverso l'indicatore → <i>DALY</i> .
<i>Curva di isolivello</i>	Linea che unisce i punti in cui il livello o l'indice di rumore cumulativo di un aeromobile intorno a un aeroporto è costante.
<i>DALY</i>	Disability Adjusted Life Year: è la somma dei potenziali anni di vita persi per morte prematura e l'equivalente degli anni di vita "sana" persi per il fatto di essere malati o portatori di disabilità (OMS 2000).
<i>Descrittore acustico</i>	La grandezza fisica che descrive il rumore ambientale in relazione ad uno specifico effetto nocivo (D.lgs. 194/05, comma 1e)).
<i>Durata di riferimento</i>	Un intervallo di tempo nominale utilizzato per normalizzare le misurazioni del livello di esposizione sonora di un singolo evento; pari a 1 secondo nel caso di → SEL.
<i>ENAC</i>	Ente Nazionale per l'Aviazione Civile.

ENAV	Ente Nazionale di Assistenza al Volo; è la società che gestisce il controllo del traffico aereo, nonché gli altri servizi essenziali per la navigazione nei cieli italiani e negli aeroporti civili nazionali ¹ .
Esposizione sonora	Misura dell'immissione dell'energia sonora totale in un determinato arco di tempo.
ICAO	Organizzazione Internazionale per l'Aviazione Civile.
Impatto del rumore	L'effetto o gli effetti indesiderati del rumore sugli individui che lo percepiscono.
Indice del rumore	Misura il suono cumulativo o a lungo termine e lo mette in relazione con gli effetti prodotti sugli individui (la misura è considerata un predittore di tali effetti). Può tenere parzialmente conto di fattori che vanno al di là dell'entità del suono (in particolare l'ora del giorno). Un esempio è il L_{den} .
Inizio del rullaggio, SOR (Start of Roll)	Punto sulla pista a partire dal quale un aeromobile in partenza inizia la corsa di decollo. Denominato anche "rilascio freni".
Intensità sonora	Intensità di un'immissione sonora in un determinato punto – è in relazione all'energia acustica ed è indicata dai livelli sonori misurati.
Livello di esposizione al rumore (SEL)	Parametro metrologico normalizzato nella norma ISO 1996-1 o ISO 3891; corrisponde al livello di esposizione sonora di un singolo evento ponderato A, riferito a 1 secondo.
Livello di esposizione sonora per un singolo evento	Il livello sonoro prodotto da un evento se tutta la sua energia sonora fosse compressa in modo uniforme in un determinato intervallo di tempo denominato → <i>durata di riferimento</i>

<p>Livello giorno-sera-notte (L_{den})</p>	<p>Il descrittore acustico relativo all'intera giornata (D.lgs. 194/05, comma 1i)).</p> <p>È il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato «A», determinato sull'insieme dei periodi giornalieri di un anno solare (allegato 1).</p>
<p>Livello Giorno (L_{day})</p>	<p>Il descrittore acustico relativo al periodo dalle 06:00 alle 20:00 (D.lgs. 194/05, comma 1l)).</p> <p>È il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato «A», definito alla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi diurni di un anno solare (allegato 1).</p>
<p>Livello Notte (L_{night})</p>	<p>Il descrittore acustico relativo al periodo dalle 22.00 alle 06.00 (D.lgs. 194/05, comma 1n)).</p> <p>È il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato «A», definito alla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi notturni di un anno solare (allegato 1).</p>
<p>Livello di rumore</p>	<p>Misura del suono in decibel, su una scala che ne indica l'intensità o il grado di rumore. Per il rumore ambientale degli aeromobili, vengono generalmente utilizzate due scale livello sonoro ponderato A e livello di rumore percepito (PNL). Le scale applicano ponderazioni diverse a suoni di frequenza diversa – per simulare la percezione umana.</p>
<p>Livello Sera ($L_{evening}$)</p>	<p>Il descrittore acustico relativo al periodo dalle 20:00 alle 22:00 (D.lgs. 194/05, comma 1m)).</p> <p>È il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato «A», definito alla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi serali di un anno solare (allegato 1).</p>

<i>Livello sonoro</i>	Misura, in unità di decibel, dell'energia sonora. Il suono ricevuto viene misurato con o senza “ponderazione in funzione della frequenza”; i livelli misurati con ponderazione vengono spesso definiti → <i>livelli di rumore</i> .
<i>Livello sonoro (continuo) equivalente, L_{eq}</i>	Misurazione sonora a lungo termine. Livello di un ipotetico rumore costante che, in un determinato periodo di tempo, contiene la stessa energia totale del suono variabile reale.
<i>Livello sonoro equivalente ponderato, $L_{eq,W}$</i>	Versione modificata di L_{eq} in cui le ponderazioni diverse sono assegnate al rumore generato in periodi diversi della giornata (generalmente: → <i>livello giorno-sera-notte</i>).
<i>Livello sonoro ponderato A, L_A</i>	Scala del livello di suono/rumore principale, utilizzata per la misurazione del rumore ambientale, incluso quello generato da aeromobili, e sulla quale si basa la maggior parte delle metodologie di misura delle curve isolivello.
<i>Livello sonoro/del rumore massimo</i>	Livello sonoro massimo raggiunto nel corso di un evento.
<i>Livello sonoro/di rumore di un evento</i>	Misura, in decibel, della quantità finita di suono (o di rumore) ricevuta al passaggio di un velivolo → <i>livello di esposizione al suono</i> .
<i>Mappatura acustica</i>	La rappresentazione di dati relativi a una situazione di rumore esistente o prevista in una zona, relativa ad una determinata sorgente, in funzione di un descrittore acustico che indichi il superamento di pertinenti valori limite vigenti, il numero di persone esposte in una determinata area o il numero di abitazioni esposte a determinati valori di un descrittore acustico in una certa zona (D.lgs. 194/05, comma 1o)).

<i>Metodologia di misura del rumore</i>	Espressione utilizzata per descrivere qualsiasi misura di quantità di rumore in posizione ricevente, sia che si tratti di un evento unico sia che si tratti di un accumulo di rumore nel lungo periodo. Sono due le misure usate più comunemente per un singolo evento di rumore: il <i>livello massimo raggiunto</i> durante l'evento, oppure il <i>livello di esposizione a un suono</i> associato all'evento, che misura l'energia sonora totale dell'evento determinata dall'integrazione del tempo.
<i>Movimento dell'aeromobile</i>	Arrivo, Partenza o qualunque altra azione dell'aeromobile che incide sull'esposizione al rumore nell'intorno di un aeroporto.
<i>Osservatore</i>	→ <i>ricettore</i>
<i>Parametri di volo</i>	Regime del motore, velocità, angolo di inclinazione laterale e peso.
<i>OMS</i>	Organizzazione Mondiale della Sanità.
<i>Procedura Antirumore</i>	Procedure per il contenimento e la riduzione dell'emissione acustica conformi all'articolo 3 del DM 03 dicembre 1999. Consiste nell'ottimizzazione delle procedure di decollo e atterraggio, compatibilmente con le procedure di sicurezza al fine di abbattere il rumore (nda).
<i>Rilascio freni</i>	→ <i>inizio del rullaggio</i>
<i>Rumore di fondo</i>	Livello sonoro presente in assenza del rumore generato dalla sorgente che si vuole misurare.
<i>Rumore</i>	Il rumore è definito come un suono non desiderato.
<i>SEL</i>	→ Sound Exposure Level

***Somma, o media, dei
decibel***

Definite altrove, a volte, come valori «di energia» o «logaritmici» (al contrario, cioè, di aritmetici). Viene utilizzata quando è necessario sommare o calcolare la media delle quantità soggiacenti correlate all'energia; ad esempio $\text{somma dei decibel} = 10 \log \left(\sum \frac{10^{L_i}}{10} \right)$

Suono

Energia trasmessa nell'aria tramite moto ondulatorio (longitudinale) e percepita dall'orecchio.

2 PREMESSA

Nell'ambito del presente lavoro l'attenzione maggiore si è concentrata sullo studio degli eventi di decollo verso ovest (denominato RWY27) degli aeromobili dall'aeroporto regionale di Ronchi dei Legionari verificando, per quanto osservabile da terra, il rispetto delle procedure antirumore adottate^(a), nella misura in cui queste prevedono il mantenimento della rotta di allontanamento all'interno di un corridoio definito ovvero stabiliscono specifici vincoli per il profilo di salita dell'aeromobile.

La contemporanea rilevazione strumentale del rumore prodotto dall'infrastruttura aeroportuale ha consentito poi di aggiungere interessanti considerazioni in ordine all'effettivo disturbo da rumore aeronautico in un'area limitrofa all'intorno aeroportuale, valutando l'efficacia delle procedure antirumore in relazione ai limiti acustici applicabili. La scelta degli obiettivi e dell'approccio seguito è stata suggerita dal fatto che presso l'aeroporto regionale di Ronchi dei Legionari ad oggi non risulta ancora installata una rete fissa di monitoraggio acustico^(b), mentre il sistema radar, pur esistente, non fornisce le tracce degli eventi in modalità automatica.

Combinando l'analisi dello storico delle tracce radar con i dati delle centraline antirumore si potrebbe infatti pensare di risalire al singolo evento sonoro e all'eventuale superamento del limite emissivo, ma non solo: si potrebbero anche più agevolmente ed accuratamente valutare la superficie del territorio e la quantità di popolazione esposta a determinati livelli sonori e di conseguenza l'adeguatezza delle procedure antirumore e la congruità della zonizzazione acustica dell'intorno aeroportuale.

Questo è di fondamentale importanza se si pensa che c'è sufficiente evidenza scientifica per considerare il rumore come un fattore di rischio ambientale che genera stress, da cui scaturisce una pletera di effetti negativi. Le popolazioni esposte sono a tutti gli effetti sottoposte ad un potenziale pericolo.

Ciò detto, e tenuto conto dell'orientamento geografico della pista, che espone

(a): In particolare, la procedura di decollo verso RWY27 è stata modificata al fine di evitare il sorvolo dell'abitato di Turriaco (vedi AIP ITALIA, supplemento n. 6/2010 del 20/05/2010, in vigore dal 01/07/2010 - Ordinanza della Direzione Aeroportuale di ENAC n. 13/2009).

(b): Conformemente alle disposizioni di cui al D.P.R. n. 496 del 11 dicembre 1997.

comunque le popolazioni dei comuni di Turriaco, San Pier d'Isonzo e, in misura minore, Ronchi dei Legionari alla maggior quantità di energia pressoria durante i decolli^(a), considerata l'ampia gamma di effetti fisiologici negativi causati dal rumore aeroportuale di cui si dirà più ampiamente nel seguito, si è ritenuto necessario accertare il rispetto e l'efficacia delle procedure antirumore in vigore.

Questa necessità è andata incontro alla disponibilità e all'interesse del Dipartimento di Gorizia di ARPA FVG (già membro della commissione aeroportuale istituita ai sensi dell'art. 5 DM 30/10/1997) che per tale scopo ha fornito allo scrivente i mezzi, le competenze, il supporto tecnico scientifico e anche numerose indicazioni per lo svolgimento della parte compilativa^(b). Il Dipartimento, avendo adottato un Sistema di Gestione per la Qualità ISO 17025, è in possesso dell'accreditamento ACCREDIA (LAB n. 1306) per prove di misura del rumore in ambiente abitativo, in ambiente esterno e, attualmente unico in Italia, per misure di rumore aeroportuale. L'adozione di specifiche procedure operative, redatte ad integrazione del metodo normato, nonché la sorveglianza nel tempo circa la conformità del laboratorio da parte di un organismo indipendente, attraverso la verifica documentale e tecnica della competenza e dell'imparzialità del laboratorio nello svolgimento delle prove accreditate, garantiscono ulteriormente, in un'ottica comunque improntata al continuo miglioramento, l'affidabilità dei risultati ottenuti nelle misurazioni effettuate.

(a): L'utilizzo della pista prevede che i movimenti di decollo e atterraggio avvengano prevalentemente (mediamente nel 90% dei casi) in direzione dell'abitato di Turriaco; tuttavia, alcuni movimenti possono avvenire in verso opposto, in caso di presenza di vento di Bora (ENE) o di incrocio fra eventi di sorvolo.

(b): Il Dipartimento, fra l'altro, risulta partner del progetto europeo Interreg "Smart Green Airports – Improved Environmental Management of Central Europe Airport Regions by Smart Noise Abatement Measures".

3 INTRODUZIONE

L'inquinamento acustico deriva da un'eccessiva esposizione a suoni e rumori di elevata intensità: questo può avvenire sia in ambito lavorativo che di vita. Se dal lato del rumore lavorativo si hanno esposizioni, per il periodo di vita professionale, a livelli sonori piuttosto elevati (talvolta anche superiori a 85/90 dB), dall'altro si osservano livelli più moderati. Di conseguenza, ciò che li differenzia maggiormente è il tipo di danno generato: se nel primo caso si possono avere patologie otolesive anche piuttosto gravi, come l'ipoacusia da rumore, nel secondo si verificano danni per lo più extra uditivi, non ultimi gli effetti di disturbo e fastidio.

Il rumore ambientale è definito nella direttiva dell'Unione Europea 2002/42/CE² come *"suono esterno indesiderato oppure dannoso generato dalle attività umane, incluso rumore generato dalle strade, dagli aeroporti e dai siti industriali"*.

Seguendo questa definizione si riesce a delineare il concetto di immissione di rumore, da parte di sorgenti terze, in ambienti fruiti da gruppi indifferenziati di popolazione, che vengono in tal modo disturbati o danneggiati da cause non direttamente connesse con le attività svolte.

Per ciò che concerne il rumore aeroportuale, è una tematica che tocca una parte di popolazione in crescita, soprattutto nelle zone abitate adiacenti agli intorni delle piste di decollo/atterraggio. Infatti, il rumore generato dai velivoli, seppure mitigato dalle procedure antirumore, rimane ben distinto dal rumore di fondo, tanto da non poter passare inascoltato ed essere chiaramente distinguibile.

Negli ultimi decenni si è accumulata evidenza scientifica nei confronti dell'associazione fra le esposizioni a rumore e i danni alla salute, attraverso importanti studi epidemiologici e sperimentali. Questo ha permesso di porre maggior attenzione nei confronti degli esposti a tali problematiche e alle conseguenze della loro esposizione. Nel corso degli anni hanno visto la luce predisposti normativi che mirano a limitare l'emissione di rumore, combinando strategie organizzative (come l'adozione di parametri di volo adeguati a soddisfare i requisiti predisposti nelle procedure antirumore) e specifiche tecniche e costruttive all'avanguardia. Infatti, a parità di potenza emessa, i velivoli di oggi sono molto meno rumorosi rispetto ai loro

predecessori. Negli anni '60 fu firmato un accordo internazionale in cui si procedeva alla categorizzazione degli aeroplani in “capitoli ICAO”, che ad oggi vanno da 1 a 4, laddove una classe più alta significa un'efficienza energetica ed una silenziosità maggiore. Vietando la circolazione alle classi di velivoli più obsolete (ad oggi, i velivoli CAPITOLO1 e CAPITOLO2 sono vietati), si è ottenuto un sensibile miglioramento nell'immissione acustica globale attribuibile all'attività aeroportuale.

3.1 Impatto sanitario

È noto fin dall'antichità che il rumore influisce negativamente sulla vita quotidiana, creando situazioni di disturbo, disagio psicologico e talvolta persino malessere, tanto che già nel periodo romano, ad esempio, fu vietata la circolazione dei carri durante il periodo diurno, oppure durante il diciottesimo secolo, furono spostate alcune attività particolarmente rumorose all'esterno dell'abitato, per salvaguardare il benessere dei cittadini.

Dunque le relazioni di causa-effetto più evidenti dovute al rumore sono note fin dall'antichità, ma in tempi recenti la materia è stata studiata con metodo scientifico ed in termini epidemiologici^(a). Perciò, tenendo conto degli effetti fisiologici attribuiti con certezza all'esposizione al rumore, nel 2002 l'OMS ha quantificato il peso di tale fenomeno sulla salute europea: la sola Europa ha un *burden of disease* correlato al rumore come stimato dall'OMS che ammonta a oltre un milione e mezzo di anni di vita sana persi, ben il 25% del totale. Nello specifico, le malattie cardiovascolari hanno un peso di 61.000 DALY, il ritardo cognitivo nei bambini 45.000 DALY, i disturbi del sonno 903.000 DALY, gli acufeni 22.000 DALY e i fastidi 587.000.

Il rumore aeroportuale è senz'altro un aspetto critico di queste stime di *burden of disease*, tenuto conto di come l'impatto dei voli “Low Cost” negli ultimi anni abbia senz'altro contribuito all'aumento del traffico aereo, alle volte anche mutando radicalmente la morfologia dei piccoli aeroporti. Questi incrementi massicci nel volume

(a): Robert Koch, considerato uno dei padri dell'igiene moderna, affermava che “un giorno l'uomo dovrà combattere i rumori con la stessa tenacia con cui combatterà il colera e la peste”.

di traffico aereo hanno contribuito ai problemi di salute nei centri abitati al limitare degli aeroporti, perciò l'adozione di procedure antirumore è essenziale in un'ottica di prevenzione e promozione della salute.

3.1.1 *Malattie cardiovascolari*

L'esposizione a rumore è correlata ad effetti fisiologici a livello cerebrale e vascolare, dovuti all'ininterrotta analisi dell'informazione acustica del sistema uditivo. Biologicamente, il rumore, è considerabile come uno *stressor* non-specifico associato a ripetuti cambi temporali nelle risposte biologiche. Si ipotizza che a lungo termine l'esposizione cronica possa inficiare l'omeostasi dell'organismo a causa di una sregolazione, di un adattamento incompleto e/o di un costo fisiologico elevato di tale adattamento³. Siccome può influire negativamente sui fattori di rischio biologici, attraverso una loro sregolazione cronica, è necessario considerarlo come un fattore di rischio ambientale⁴.

Da un punto di vista neuro-endocrinologico è fonte di stress, laddove per stress si intende uno stato che minaccia i sistemi omeostatici o di adattamento del corpo. Questa conclusione si deduce da tre principi: il *primo*, perché in laboratorio si è osservato un innalzamento dello stato vegetativo ed endocrino durante l'esposizione; il *secondo*, perché si sono notati disordini di vario tipo nelle osservazioni effettuate negli studi sugli animali, anche se a questo proposito c'è da dire che non si possono generalizzare anche all'uomo tali osservazioni a causa delle differenze fisiologiche e biologiche che intercorrono fra uomo e animale; il *terzo*, dai disordini osservati negli studi occupazionali di carattere epidemiologico.

Se si prende in considerazione il rumore aeroportuale nello specifico, sembra che sia associato ad una più alta prevalenza di disordini cardiaci e ad una maggior assunzione di medicinali nelle persone esposte⁵. Vi sono sempre maggiori evidenze che nelle persone molto esposte sia associabile ad un eccesso di rischio per fenomeni ipertensivi. In particolare, aumenta con l'età, minacciando soprattutto gli uomini dai cinquant'anni in su, se esposti a *livelli sonori equivalenti ponderati* (assimilabili all'indicatore L_{den}) superiori a 50 dB durante gli anni⁶. Si ipotizza che l'esposizione al rumore notturno emesso dai velivoli dia un piccolo ma significativo contributo all'eccesso di rischio

ipertensivo⁷.

Vi è sufficiente evidenza per associare il rumore aeroportuale e da traffico e le malattie cardiache e l'infarto nelle persone che sono state esposte a queste fonti di rischio nel lungo termine (oltre vent'anni), anche se non si conosce quanto l'inquinamento dell'aria possa impattare sulla veridicità di tale affermazione⁸⁹.

3.1.2 *Ritardo cognitivo nei bambini*

L'esposizione a rumore aeroportuale può essere causa di ritardo cognitivo pediatrico. Esso interferisce con le capacità di elaborazione e del linguaggio dei bambini. In particolare, inficia le abilità di analisi del testo, la memoria e l'attenzione. È stato ipotizzato che tali disturbi inizino a manifestarsi in tutti quei soggetti esposti a livelli di rumore pari o maggiori di 60 dB, i cui effetti negativi, come le difficoltà nell'analisi del testo e nella memoria visiva, si presentano più frequentemente con l'aumentare della dose¹⁰.

3.1.3 *Disturbi del sonno*

Per l'Europa è stato stimato un *burden of disease* relativo alle persone fortemente disturbate dal rumore aeroportuale di oltre 85.000 DALY¹¹. Classe di effetti che può inficiare la qualità della vita di un individuo in maniera considerevole, i disturbi del sonno si classificano a seconda del tempo che impiegano a manifestarsi gli effetti, ed includono, ma non sono limitati a: effetti immediati (come risvegli, movimenti del corpo e responsi autonomici), effetti ritardati (come la deteriorazione delle funzioni cognitive e la sonnolenza) ed effetti a lungo termine (come i disturbi del sonno cronici). Ma gli effetti del rumore ambientale non si limitano a ciò, perché sembra sia possibile che l'esposizione a tale rumore abbia l'effetto di inibire il potere rigenerativo del sonno attraverso stimolazioni ed attivazioni del corpo ripetute che vengono definite "frammentazione del sonno". Seguendo ciò che afferma il documento "Burden of disease from environmental noise" in merito, riguardo agli effetti di tale frazionamento: *"la riduzione oppure la frammentazione del sonno, acuta o cronica, si è dimostrato influenzare, fra le altre cose, la performance psicomotoria durante la veglia, il consolidamento della memoria, la creatività, alterare i comportamenti di assunzione del*

rischio e le performance nel rilevamento dei segnali e nel rischio di incidenti¹²”.

Pare che la probabilità di reazione fisiologica del corpo sia determinata più dalla differenza fra i livelli sonori di un evento e il livello di rumore di fondo, piuttosto che il livello di rumore assoluto, mentre la probabilità di avere uno o più risvegli aumenta con il numero di episodi per notte¹³.

3.1.4 *Acufene*

È un disturbo molto diffuso, e alcuni autori nemmeno lo considerano una malattia, nonostante vi sia una voce ad esso dedicata nella Classificazione Internazionale delle Malattie (ICD-9 (388.3) and ICD-10 (H93.1)). Viene definito come *impossibilità a percepire il silenzio*, operativamente l'OMS lo definisce come: *“una percezione uditiva (come ad esempio un ronzio od un fischio) all'epoca dell'indagine o durante l'anno passato che non può essere attribuita ad una fonte esterna di rumore e che ha costanti conseguenze disabilitanti in termini di disturbi della sfera emotiva, cognitiva, psicologica oppure sullo stato fisico del paziente. Il termine “costante” implica che la persona che ha sofferto di acufene ha avuto un impatto sulla sua vita funzionale la maggior parte del tempo in almeno una di queste sfere¹⁴”*.

Anche se è prevalente nelle persone con una perdita d'udito, talvolta si può rintracciare in una forma temporanea un po' in qualunque individuo durante l'arco della vita. È talvolta la conseguenza di chi è esposto a elevati livelli di rumore senza perdite d'udito permanenti. L'acufene è difficile da attribuire al rumore ambientale, tanto che davvero pochi studi lo indicano come principale responsabile, e anche quei pochi non riescono a trovare alcuna differenza clinica fra l'acufene da rumore ambientale rispetto a quello da altre cause. Ad oggi, non è mai stata fatta alcuna stima per il *burden of disease* dell'acufene dovuto a rumore ambientale.

3.1.5 *Fastidi (Annoyances)*

Presa in esame l'ampia definizione che l'OMS dà della parola benessere, i fastidi nati dall'esposizione a rumore, anche a livelli non elevati, sono un detrimento a tale stato, e possono essere quantificati e verificati tramite questionari. Ad ogni modo, la valutazione di questo parametro risulta di difficile gestione. Spesso equivalenti livelli di rumore

provocano diverse intensità di fastidio, variabili non solo in funzione della sorgente emittente, ma anche da una molteplicità di fattori sociali, psicologici ed economici. Spesso i fastidi sono più facili da determinare a livello di gruppo piuttosto che a livello individuale, e si presentano come un'alterazione degli effetti sociali e comportamentali; per esempio, rumori sopra gli 80 dB possono ridurre i comportamenti d'aiuto verso il prossimo ed incrementare quelli aggressivi. Inoltre, sembra che il rumore sia considerato più fastidioso se accompagnato da vibrazioni, se a bassa frequenza e se emesso durante il periodo notturno (durante il quale i livelli sonori dovrebbero essere 5/10 dB più bassi)¹⁵, ma anche se possiede caratteristiche di impulsività. Nell'individuo, il fastidio può essere la causa di molti stati d'animo, come rabbia, delusione, insoddisfazione, depressione, ansia, distrazione ed agitazione¹⁶.

3.2 Normativa Europea

Dir. (UE) 2002/49/CE *“Gestione del rumore ambientale” (END)*: prevede l'uso di “descrittori acustici” comuni, ossia criteri tecnici unici per definire i livelli di rumore, al fine di armonizzare i metodi di misura attualmente usati, suggerendo L_{den} e L_{night} per tracciare le mappe acustiche, da cui poi elaborare dei piani d'azione al fine di risanare le zone eccessivamente esposte.

Dir. (UE) 2015/996/CE *“Metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE”*: tali metodi di determinazione dovranno essere recepiti a partire dal 31 dicembre 2018, e fino a tale data gli stati membri potranno continuare ad utilizzare i metodi esistenti adottati precedentemente a livello nazionale. All'art. 1 si specifica che il testo di questa direttiva sostituisce integralmente l'allegato II della Dir. 2002/49/CE.

3.3 Normativa Nazionale

L. 447 del 26/10/1995 *“Legge quadro sull'inquinamento acustico”*; stabilisce come deve essere gestito, da chi e attraverso quali strumenti l'inquinamento acustico in Italia.

3.3.1 Decreti applicativi

DM del 31/10/1997 *“Metodologia di misura del rumore aeroportuale”*; Fissa gli indici di riferimento (L_{VA}) e classificazione delle aree

limitrofe agli scali aeroportuali.

**DPR n. 496 del
11/12/1997**

“Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili”;
Contiene le sanzioni amministrative applicabili nel riscontro di violazioni alle procedure antirumore, nonché esplica il ruolo di ARPA nella verifica dell'efficienza dei sistemi di monitoraggio.

**DPR n. 476 del
09/11/1999**

*“Regolamento recante
modificazioni al DPR n. 496
del 11/12/1997 concernente
il divieto dei voli notturni”*

DM 20/05/1999

“Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti”.

DM 03/12/1999

“Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti”.

DM 16/03/1998

“Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico”.

DPCM 14/11/1997

“Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”.

Risultano inoltre rilevanti la pubblicazione ISPRA 102/2013 *“Linee guida per la progettazione e la gestione delle reti di monitoraggio acustico aeroportuale”*, nonché la Circolare ENAC d.d. 04/06/2012 APT-26A *“Contenimento dell'inquinamento acustico nell'intorno aeroportuale”*.

3.3.2 Limiti normativi applicabili al caso in esame

Dalla normativa sopra elencata si deducono i limiti applicabili al territorio del Comune di Turriaco, in cui è stata svolta l'attività di misura e di osservazione descritta nel presente lavoro. È importante sottolineare che il comune di Turriaco è l'unico, fra quelli limitrofi al sedime aeroportuale, ad aver approvato il Piano Comunale di Classificazione Acustica, suddividendo il proprio territorio nelle classi acustiche previste dal DPCM 14/11/1997 e sotto riportate.

CLASSE I aree particolarmente protette	Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
CLASSE II aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.
CLASSE III aree di tipo misto	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.

<p><i>CLASSE IV</i> <i>aree di intensa</i> <i>attività' umana</i></p>	<p>Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.</p>
<p><i>CLASSE V</i> <i>aree</i> <i>prevalentemente</i> <i>industriali</i></p>	<p>Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.</p>
<p><i>CLASSE VI</i> <i>aree esclusivamente</i> <i>industriali</i></p>	<p>Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.</p>

I valori limite di emissione e assoluti di immissione sono definiti all'art. 2, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, espressi dal Leq in dB(A), e sono tabellati dall'allegato del DPCM 14 novembre 1997, di cui si riportano i valori qui di seguito.

<i>Classe di destinazione d'uso del territorio</i>	<i>Valori limite di emissione</i>		<i>Valori limite di immissione</i>	
	<i>T_R Diurno (06.00 - 22.00)</i>	<i>T_R Notturmo (22.00 - 06.00)</i>	<i>T_R Diurno (06.00 - 22.00)</i>	<i>T_R Notturmo (22.00 - 06.00)</i>
<i>CLASSE I</i>	45	35	50	40
<i>CLASSE II</i>	50	40	55	45
<i>CLASSE III</i>	55	45	60	50
<i>CLASSE IV</i>	60	50	65	55
<i>CLASSE V</i>	65	55	70	60
<i>CLASSE VI</i>	65	65	70	70

3.4 Indicatori europei e limiti della normativa nazionale

Ogni effetto sulla salute è collegato ad una “dose-soglia”, cioè nel caso del rumore, quel livello minimo di energia acustica per cui è dimostrato esserci un aumento del rischio, ovvero un aumento della probabilità per il soggetto esposto di sviluppare uno o più degli effetti fisiologici ad essa associati.

Per i limiti di legge stabiliti dalla normativa italiana è stabilito che l'indicatore sia L_{VA}^{17} ; perciò, considerate le finalità dell'opera, sarà l'indicatore utilizzato ai fini della valutazione del rispetto dei limiti, secondo i metodi del DM 31/10/97 all. A.

Nonostante ciò, per dare un respiro internazionale a questa trattazione, verranno anche calcolati gli indicatori, che dovranno essere recepiti tramite disposto normativo anche dallo Stato italiano, come da 2015/996/CE: quando si vuole determinare il fastidio l'indicatore privilegiato è L_{den} , mentre per i disturbi del sonno si impiega L_{night}^{18} .

4 MATERIALI E METODI

4.1 Verifiche eseguite

I rilievi strumentali sono stati eseguiti presso la posizione meglio specificata nella cartografia sotto riportata; il punto di misura è situato nella posizione più vicina alle proiezioni al suolo delle rotte di avvicinamento e di allontanamento degli aeromobili, compatibilmente con i vincoli di sicurezza dei movimenti aeronautici in un sito già utilizzato per tutte le verifiche effettuate ad oggi dall'Agenzia e relative alla medesima infrastruttura. Più precisamente:

- **Punto TU - Comune di Turriaco (GO)** - all'esterno del sedime dell'infrastruttura e **al di fuori delle zone A, B e C** dell'intorno aeroportuale - in cui il valore dell'indice L_{VA} (livello di valutazione del rumore aeroportuale) non può superare i 60 dB(A)¹⁹; risulta inoltre valido il piano comunale di classificazione acustica (PCCA) i cui limiti sono stati richiamati più sopra.

Le coordinate geografiche WGS84 del **Punto TU** sono:

N 45° 49' 36.2" E 13° 26' 32.8"

La campagna di monitoraggio è proseguita per tre giorni entro i quali sono state scelte le 24 ore che vanno dalle ore 6.00 di mercoledì 2 settembre alle ore 6.00 di giovedì 3 settembre 2015. In questa giornata, le misure sono state eseguite per integrazione continua (p.ti 1 e 2 – all. A al DM 31.10.1997).

La scelta casuale del giorno è da ritenersi rappresentativa della normale attività quotidiana dell'Aeroporto Regionale del FVG.

I sistemi fonometrici impiegati sono stati di tipo assistito, correlando a posteriori, sulla base delle indicazioni fornite dal Gestore dell'aeroporto e delle registrazioni degli eventi aeronautici avvenuti dalle ore 6:00 alle ore 23.00 di mercoledì 2 settembre 2015 osservati dagli operatori ARPA FVG, nonché dallo scrivente, che in quell'orario presidiavano la strumentazione fonometrica.

In aggiunta, sono stati individuati nella storia temporale, nel periodo notturno (dalla ore 23:00 alle ore 06:00), alcuni eventi sonori ragionevolmente imputabili a movimenti aeronautici, la cui natura è stata effettivamente confermata a seguito di verifica con il

gestore.

Sono stati così determinati gli archi di tempo all'interno dei quali, al verificarsi di un sorvolo, è stato misurato il SEL (Sound Exposure Level) (p.to 4 – all. B del DM 31 ottobre 1997), parametro da cui poi è stato possibile determinare gli indici $L_{VA,d}$ diurno, $L_{VA,n}$ notturno, $L_{VA,j}$ giornaliero e quindi L_{VA} dell'intero periodo di misura (p.to 3 – all. A del DM 31.10.1997). Considerato il punto preciso in cui sono state svolte le misure (vedi cartografia allegata), possiamo notare due cose:

- il punto di misura ricade all'esterno delle zone “A”, “B” e “C” dell'intorno aeroportuale (art. 6 del DM 31/10/1997) – *valori stimati compresi tra 55 e 60 dB (A)* – **l'indice L_{VA} non può superare il valore di 60 dB (A)**,
- il punto di misura, essendo all'esterno dell'intorno aeroportuale, è **soggetto ai limiti di classe III del PCCA.**

4.2 Strumentazione

Il fonometro integratore di “Classe 1” utilizzato è stato il LARSON & DAVIS mod. 831, completato da preamplificatore L&D mod. PRM831 e microfono PCB Piezotronics mod. 377B02, mentre il calibratore acustico di “Classe 1” è stato il LARSON & DAVIS mod. CAL200.

L'intera catena fonometrica è stata tarata in data 18 giugno 2015 mentre il calibratore è stato tarato in data 9 marzo 2015. Il grado di precisione della strumentazione fonometrica utilizzata e del calibratore è conforme alle specifiche della classe 1.

La catena di misura è stata controllata con il calibratore sopra specificato prima e dopo il ciclo di misura e non è mai differita più di 0,5 dB; in particolare, si è rilevato:

- Valore di riferimento: 113.96 dB(A)
- Valore della calibrazione prima del ciclo di misura: 113.96 dB(A)
- Valore della calibrazione dopo il ciclo di misura: 113.92 dB(A)

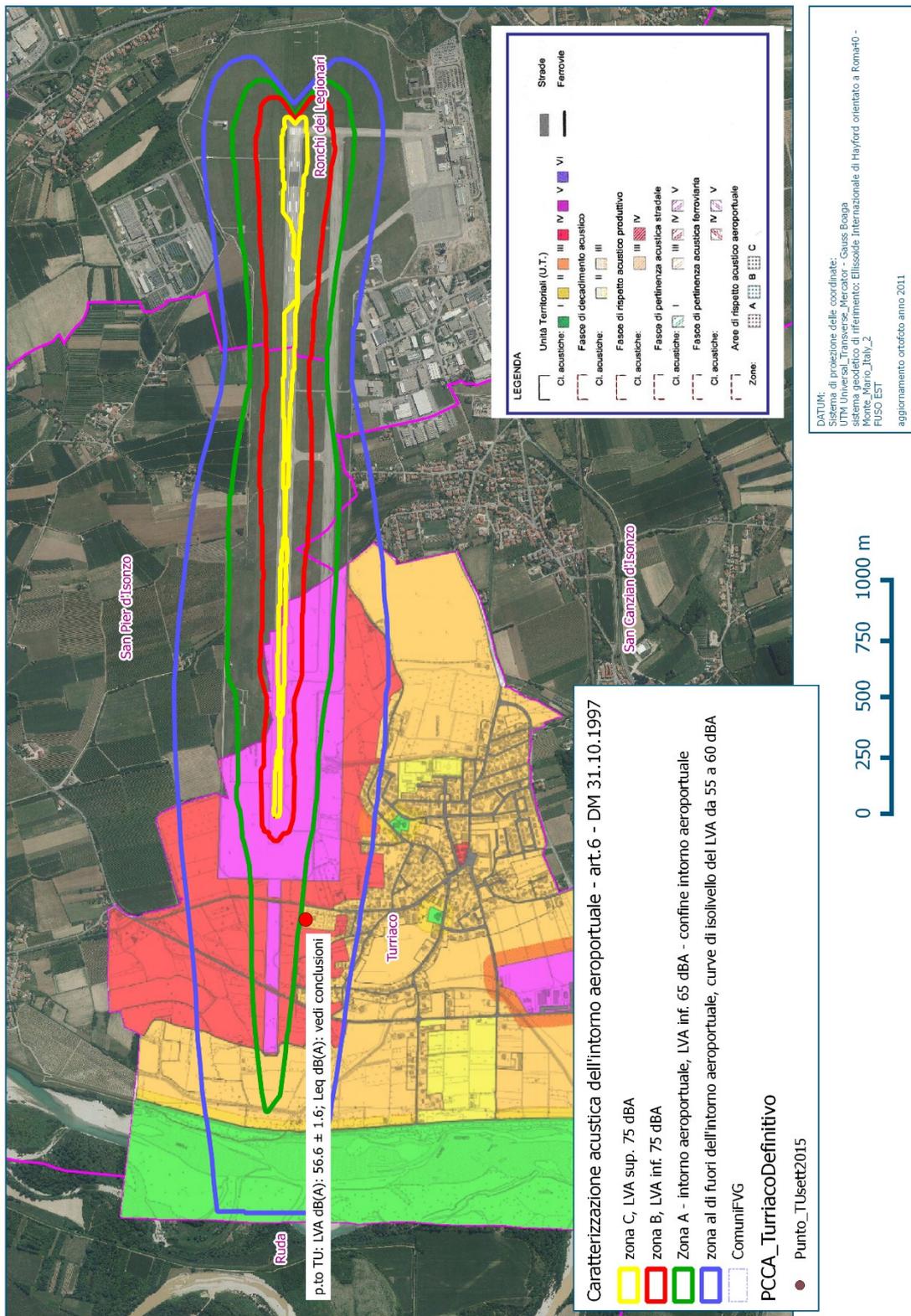
Per la post elaborazione si sono utilizzati il seguente software:

- NWin2 ver. 2.8

è stata impiegata inoltre la stazione metereologica DAVIS VANTAGE PRO2 comprensiva di termometro digitale, igrometro, barometro, anemometro, pluviometro e banderuola per la direzione del vento.

4.2.1 Considerazioni riguardanti il microfono

Così come previsto dalla normativa, è stato utilizzato un fonometro integratore “classe 1” dotato di microfono in campo libero, modalità che prevede l'orientamento verso la sorgente. Ma questo, in applicazione al caso reale, avrebbe implicato il posizionamento dello strumento in posizione orizzontale e perpendicolare alla sorgente, ponendo il problema dell'eventuale infiltrazione di pioggia nel microfono, poiché le protezioni “antipioggia” di cui è dotato ne permettono unicamente l'orientamento verticale. Al fine di proteggere la strumentazione, si è impostata la correzione random al fonometro, trasformando di fatto le caratteristiche da campo libero a campo diffuso. Sfruttando questo espediente, si è orientato il microfono in verticale, ortogonale alla sorgente. Quest'accorgimento trasforma il dato nuovamente, così come se fosse acquisito da strumentazioni in campo libero²⁰, consentendo nel contempo un'efficace protezione contro le condizioni meteorologiche avverse (vedi documentazione fotografica allegata). Il microfono così impostato è stato posto ad un'altezza di 3 metri dal suolo e ad un metro dalla superficie riflettente costituita dal muro di cinta del cimitero.



4.3 *Dati aeronautici*

Nel calcolo dell' L_{VA} si sono utilizzati i valori di SEL in archi di tempo determinato dall'operatore dei movimenti aeronautici riconoscibili nella storia temporale (Time History) registrata e correlabili sulla base del database fornito da ENAV. I sorvoli, generalmente di aeromobili ad alta quota, non correlati alla presenza dell'aeroporto non sono stati conteggiati, né tantomeno riportati in questo documento.

Il periodo di misura scelto è stato caratterizzato da traffico aeronautico di varia natura tra cui:

- n. 1 movimenti di tipo militare (low pass)
- n. 1 movimento di elicottero militare (low pass)
- n. 42 movimenti turistici/commerciali/ di addestramento
- n. 3 di soccorso/emergenza (volo ambulanza)

4.3.1 *Dati meteorologici*

Per la rilevazione dei dati meteorologici è stata utilizzata la stazione meteo rilocabile in dotazione allo scrivente Dipartimento ed installata presso la postazione fonometrica (vedi foto allegate).

Le rilevazioni meteorologiche registrate ogni 5 minuti hanno evidenziato che le misure sono state effettuate in assenza di precipitazioni atmosferiche (pioggia caduta inferiore a 2 mm/h) e nebbia, con vento non superiore ai 5 m/s ^(a).

(a): *Si osserva che non vengono espressamente richiamate dal DM 31.10.1997 situazioni in cui le misurazioni debbano essere scartate a fronte di condizioni meteorologiche avverse. Inoltre, la stessa attività aeroportuale oggetto di verifica potrebbe risultare modificata proprio in rapporto alla presenza di vento - causa questa di differenziazione delle rotte di atterraggio e decollo in ragione di pericolo per la movimentazione degli aeromobili. Si ritiene pertanto di dover considerare tutti livelli di SEL registrati, anche in presenza di vento superiore ai 5 m/s e/o di precipitazioni significative, nel caso di campagne di monitoraggio condotte in siti in cui risulta nettamente prevalente il rumore degli eventi aeronautici rispetto il livello di rumore residuo L_R .*

5 RISULTATI

5.1 Rumore aeroportuale

Limite di rumore Aeroportuale

P.to TU - L_{VA} con esclusione sorvoli militari e soccorso

Data	L _{VA} d dB(A)	L _{VA} n dB(A)	L _{VA} j dB(A)
02/09/2015	57,2	55,0	56,6

L _{VA} dB(A)	Incertezza** dB(A)
56,6	± 1,6

** Incertezza espressa come incertezza estesa.
Livello di fiducia 95%. Fattore di copertura k=2,2.

Limite: l'indice L_{VA} non può superare il valore di 60 dB(A)

Il valore di L_{VA} ottenuto mediante le misurazioni ed escludendo gli eventi militari e di soccorso, è pari a **56,6 ± 1.6 dB(A)**.

5.2 Rumore ambientale (limiti introdotti alla zonizzazione acustica)

5.2.1 Valutazione di rispetto dei limiti di emissione

L_{Aeq} nei T_R diurno e notturno
valori di EMISSIONE calcolati della sorgente infrastruttura
aeroporto

Data	L_{eq} diurno dB(A)	incertezza dB(A)	L_{eq} notturno dB(A)	incertezza dB(A)
02/09/2015	59,0	± 1,6	49,9	± 1,6

Note: l'incertezza è espressa come incertezza estesa. Livello di fiducia 95%.
Fattore di copertura $k=2,2$.

Nel tempo di riferimento diurno è stato misurato un valore di L_{Aeq} pari a **59,0 ± 1,6 dB(A)**. Tenendo conto del limite di emissione per la classe III (L_{Aeq} diurno: 55 dB(A), L_{Aeq} notturno: 45 dB(A)), si può affermare con un livello di fiducia del 95%^{21 22}, che **tale valore non è conforme al valore limite**. Nel tempo di riferimento notturno è stato misurato un valore di L_{Aeq} pari a **50,0 ± 1,6 dB(A)**. Con un livello di fiducia del 95% si può affermare che **tale valore non è conforme al valore limite**.

Val la pena tuttavia precisare alcuni aspetti relativi all'applicabilità dei limiti di emissione al rumore prodotto dall'infrastruttura aeroportuale:

- l'art. 2 del DPCM 14/11/1997 afferma genericamente che tali limiti sono riferiti alle sorgenti fisse e alle sorgenti mobili citate nella legge 447/1995, comprensive quindi delle infrastrutture di trasporto stradali, ferroviarie, aeroportuali etc..;
- lo stesso DPCM, all'art. 3, indica che all'esterno delle fasce di pertinenza delle

infrastrutture di trasporto, queste invece concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione;

- l'art. 2 comma 4 del DPR 142/2004, che disciplina espressamente l'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare (stradale), specifica che tali limiti non si applicano alle infrastrutture in parola; analogamente specifica l'art. 2 comma 3 del DPR 459/1998 per quel che concerne l'inquinamento acustico derivante dal traffico ferroviario;
- nei decreti attuativi che disciplinano il rumore di origine aeronautica non si riscontra infine alcun riferimento specifico.

5.2.2 Valutazione di rispetto dei limiti di immissione

L_{Aeq} nei T_R diurno e notturno valori assoluti di IMMISSIONE

Data	L_{eq} diurno dB(A)	incertezza dB(A)	L_{eq} notturno dB(A)	incertezza dB(A)
02/09/2015	59,3	± 1,5	50,3	± 1,5

Note: l'incertezza è espressa come incertezza estesa. Livello di fiducia 95%. Fattore di copertura $k=2,2$.

Nel tempo di riferimento diurno è stato misurato un valore di L_{Aeq} pari a **59,3 ± 1,5 dB(A)**. Tenendo conto del limite di immissione per la classe III (L_{Aeq} diurno: 60 dB(A), L_{Aeq} notturno: 50 dB(A)), considerata l'incertezza di misura, non si può provare con certezza il rispetto del limite, in quanto vi è il 77% di probabilità che il valore misurato sia minore, ed il 23% che sia maggiore, con un livello di fiducia del 95%. Nel tempo di riferimento notturno è stato misurato un valore di L_{Aeq} pari a **50,3 ± 1,5 dB(A)**: considerata l'incertezza di misura, non si può provare con certezza il rispetto del limite, in quanto vi è il 77% di probabilità che il valore misurato sia minore, ed il 23% che sia maggiore, con

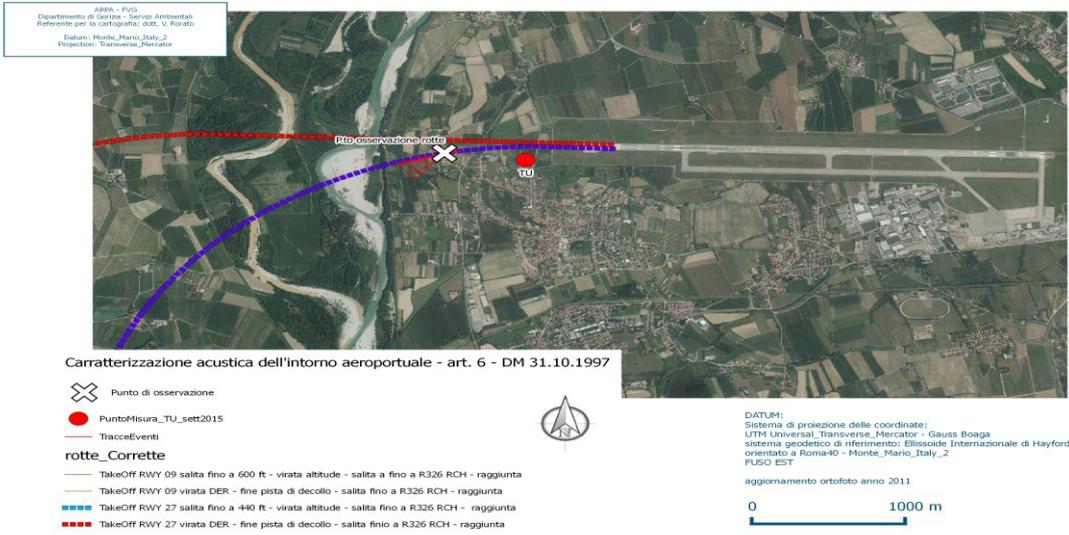
un livello di fiducia del 95%.

5.3 Valutazione di rispetto delle procedure antirumore

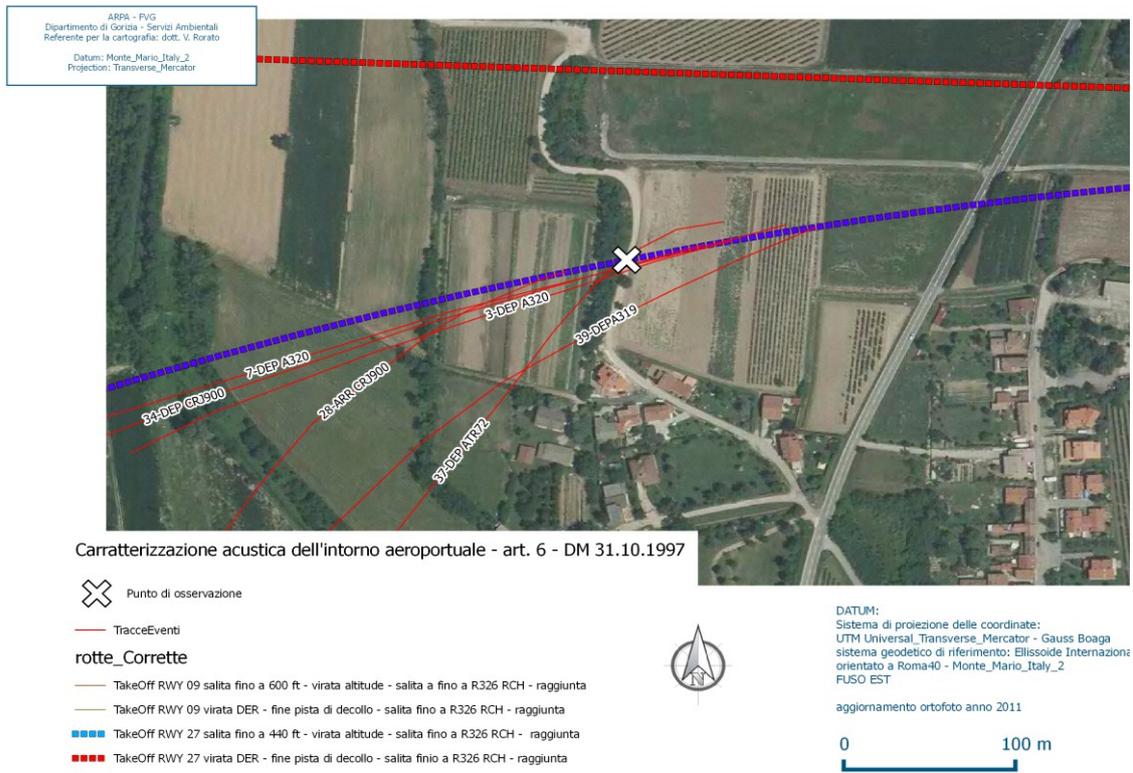
Per ciò che concerne le tratte percorse dagli aeromobili, esse sono essenzialmente riassunte in due possibili percorsi da seguire, evidenziati nell'immagine 1, la linea tratteggiata rossa e quella blu. Come si può ben notare, entrambi i percorsi cominciano la loro deviazione non appena passato il fiume Isonzo, riducendo in maniera sostanziale l'esposizione della popolazione. Tali percorsi sono assolutamente indicativi²³, poiché è possibile che un aeromobile, raggiunta una certa quota di sicurezza, esegua una virata più stretta o più ampia di quella prevista dalle tracce.

Durante la giornata di misura, si è scelta quale postazione di osservazione per la valutazione circa la conformità delle rotte di avvicinamento / allontanamento seguite dagli aeromobili, un punto in linea con uno dei percorsi di decollo indicati, rappresentato con una croce bianca nella cartografia sottostante, sito nei pressi di un albero facilmente identificabile, lungo una strada di agevole accesso.

Per quanto si è potuto osservare dalla postazione, presumibilmente n. 6 aeromobili hanno seguito una traiettoria esterna a sud della proiezione al suolo indicata dalla linea blu, effettuato una virata anticipata. Le proiezioni al suolo delle rotte seguite, come soggettivamente percepite dall'osservatore, sono state riportate in cartografia come raffigurato successivamente.



Tratte possibili con i percorsi di virata previsti dalle procedure antirumore adottate dall'autorità aeroportuale



Particolare delle possibili rotte con maggiore dettaglio riguardo i percorsi effettivamente seguiti dagli aeromobili

6 DISCUSSIONE

6.1 *Considerazioni riguardanti la post-elaborazione dei dati rilevati*

6.1.1 *Correlazione degli eventi aeronautici*

Nel presente lavoro è stata adottata una modalità di misura con postazione di monitoraggio del rumore assistita, con la presenza in campo anche degli operatori ARPA FVG nel periodo diurno che ha consentito di constatare direttamente gli eventi di origine aeronautica occorsi. La successiva individuazione degli eventi acustici registrati nella storia temporale (Time History) del rilevamento e la correlazione di questi con gli effettivi movimenti aeroportuali è stata eseguita tramite post-elaborazione manuale.

Val la pena osservare che, in generale, nel caso di monitoraggi a lungo termine in continuo, magari in presenza di un intenso traffico aeronautico, queste operazioni possono assumere un livello di complessità non indifferente.

Le procedure per il riconoscimento automatico degli eventi²⁴, mediante l'impostazione più opportuna dei parametri di discriminazione (es. soglie sul livello massimo), quand'anche integrate dall'acquisizione di altre informazioni (es. registrazioni audio/video) peraltro talvolta di non agevole gestione, possono far sì che permanga un certo numero di eventi sonori non correlati, distinguibili in due situazioni:

- eventi sonori di chiara origine aeronautica ma privi di riferimenti per la correlazione (base dati dei voli, tracce radar);
- eventi sonori di non chiara origine aeronautica.

6.1.2 *Eventi militari*

Durante il periodo di misura vi sono stati due eventi di tipo militare che hanno contribuito in maniera sostanziale al risultato finale. Grazie alle osservazioni degli operatori che hanno partecipato alla campagna di misura, prendendo nota degli eventi sonori più significativi verificatisi in 15 ore di misura, è stato possibile isolare i due eventi dalla cronologia delle misure. Ciò detto, si sono fatte considerazioni sul peso di tali eventi. Per ciò che concerne la normativa vigente, questo tipo di eventi sonori (militari, di soccorso o di emergenza), sono da escludere completamente dal calcolo del L_{AF} . Però,

visto l'impatto certamente non trascurabile sul risultato finale, si è deciso di fornire i dati separatamente, con e senza i due eventi "straordinari". Nello specifico^(a) si riscontra un incremento degli indici L_{VAd} pari a 1,7 dB(A), L_{VAn} pari a 3,2 dB(A) ed L_{VAj} pari a 2,1 dB(A) rispettivamente^(b), con un L_{VA} pari a $58,7 \pm 1,6$ dB(A).

6.1.3 Considerazioni sul calcolo del SEL

La normativa²⁵ definisce il livello dell'i-esimo evento sonoro associato al singolo movimento di aeromobile (SEL_i) attraverso la relazione

$$SEL_i = L_{A(t_1, t_2)} + 10 \log \left[\frac{t_2 - t_1}{T_0} \right]$$

laddove T_0 è il tempo di riferimento pari a 1 secondo: questa scelta consente di descrivere e rendere comparabile il contenuto energetico di un singolo evento con altri di durata anche molto diversa; t_1 e t_2 rappresentano invece 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 superiore alla soglia [$L_{AFmax} - 10$ dB(A)].

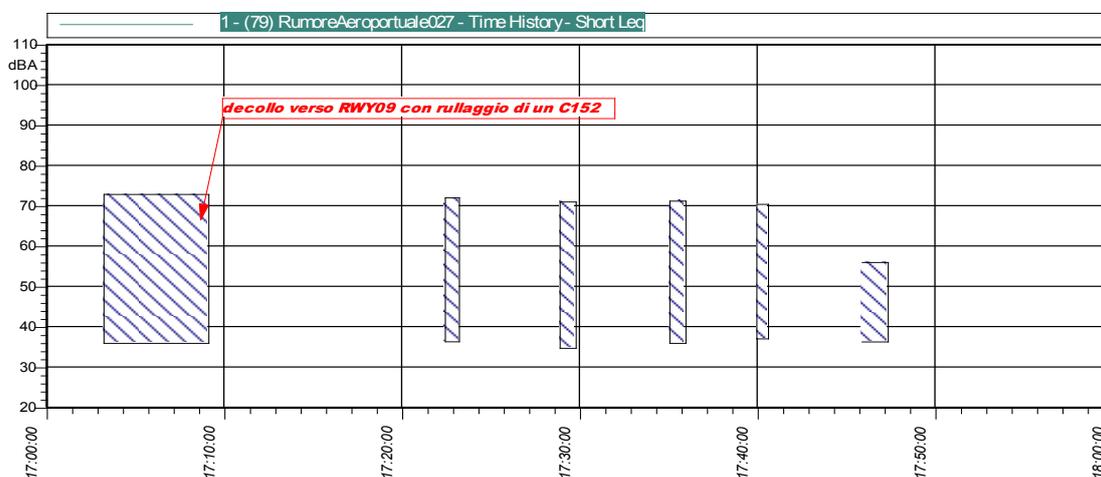
Nell'intento del legislatore questo calcolo è orientato alla semplificazione nella gestione dei sistemi di monitoraggio automatici di lungo periodo, in virtù della complessità di calcolo di cui si accennava nel capitolo precedente. Ciononostante l'impianto normativo non esclude la possibilità per l'operatore di calcolare il SEL su tempi di inizio e fine dell'evento associati manualmente dall'operatore²⁶. Non solo questo calcolo è consentito, ma persino ritenuto opportuno dall'ISPRA, quando non ne sia esclusa la fattibilità tecnica²⁷.

Per la valutazione dell'indice L_{VA} riportato nel Rapporto 09/2015, pur se più impegnativa, si è scelto di operare questa ultima procedura, analizzando le storie temporali riportanti il L_{Afast} , modalità che consente il calcolo del SEL utilizzando direttamente i dati acquisiti e che rende più efficace l'identificazione dell'intero evento aeronautico.

(a): Con riferimento agli indici L_{VAd} ed L_{VAn} , livelli di valutazione del rumore aeroportuale nel periodo diurno e notturno rispettivamente, e all'indice L_{VAj} livello giornaliero del livello di valutazione del rumore aeroportuale (p.ti 3 e 4 dell'all. A al DM 31 ottobre 1997).

(b): Benché gli incrementi risultino superiori all'incertezza di misura associata ai risultati, occorre considerare che le misure sono state eseguite su un'unica giornata e che, se fossero invece state comprensive di una settimana di misura, l'indice L_{VA} ragionevolmente risentirebbe in maniera più modesta di eventuali episodi circoscritti a livello di singolo periodo diurno o notturno.

Infatti, adottando questa metodica, si sono potuti correttamente calcolare, come unico evento aeroportuale, i movimenti di rullaggio e di spinta invertita (reverse) associabili ai decolli/atterraggi che, utilizzando invece la soglia ($L_{AFmax} - 10 \text{ dB(A)}$), potrebbero non venire correttamente identificati. Nella storia temporale sotto riportata a titolo di esempio, si nota, oltre agli altri eventi aeronautici di decollo/atterraggio, un particolare evento di decollo con transito dell'aeromobile sulla pista di rullaggio nei pressi della postazione di misura, attestamento dell'aeromobile e successivo decollo: un approccio automatizzato di elaborazione dei dati rischierebbe di considerare, ai fini del calcolo del SEL, esclusivamente il picco associato al decollo, non tenendo conto della rumorosità, pur rilevante in termini energetici, dovuta alle operazioni precedenti.



6.1.4 Caratterizzazione del L_{Aeq}

Per quel che concerne poi la valutazione dei livelli da confrontarsi con i limiti di immissione / emissione nei diversi T_R val la pena osservare come possano riscontrarsi ulteriori difficoltà nell'individuazione delle sorgenti sonore concorrenti cui attribuire con certezza un determinato livello sonoro.

Ad esempio, nella fattispecie, presso il punto di misura durante il periodo notturno precedente l'inizio ufficiale dei rilevamenti si sono registrati dei valori L_{Aeq} orari particolarmente elevati, che sono stati attribuiti a posteriori, grazie all'analisi dello spettro delle frequenze, all'energia sonora immessa dal frinire di grilli, utilizzando come discriminante le caratteristiche alte frequenze di questo tipo di rumore.

6.2 Considerazioni riguardanti il rispetto delle procedure antirumore

Riguardo le valutazioni del rispetto delle procedure antirumore è necessario sottolineare l'estrema possibilità di errore a cui possono incorrere le valutazioni soggettive. Senza uno strumento radar o un altimetro, e con il solo ausilio della vista e della geolocalizzazione di un punto di riferimento (l'albero), risulta molto difficile escludere ogni dubbio dalla valutazione di rispetto o non rispetto del velivolo, ed è una decisione basata unicamente sulla capacità di giudizio dell'osservatore. Infatti, non avendo a disposizione dati altimetrici o correlazioni geografiche oggettive dell'evento aeronautico, diventa senz'altro evidente la natura meramente indicativa dei percorsi osservati. Questo dettaglio, si unisce nel contesto più ampio della variabilità delle rotte da seguire.

6.3 Considerazioni riguardanti l'incertezza di misura

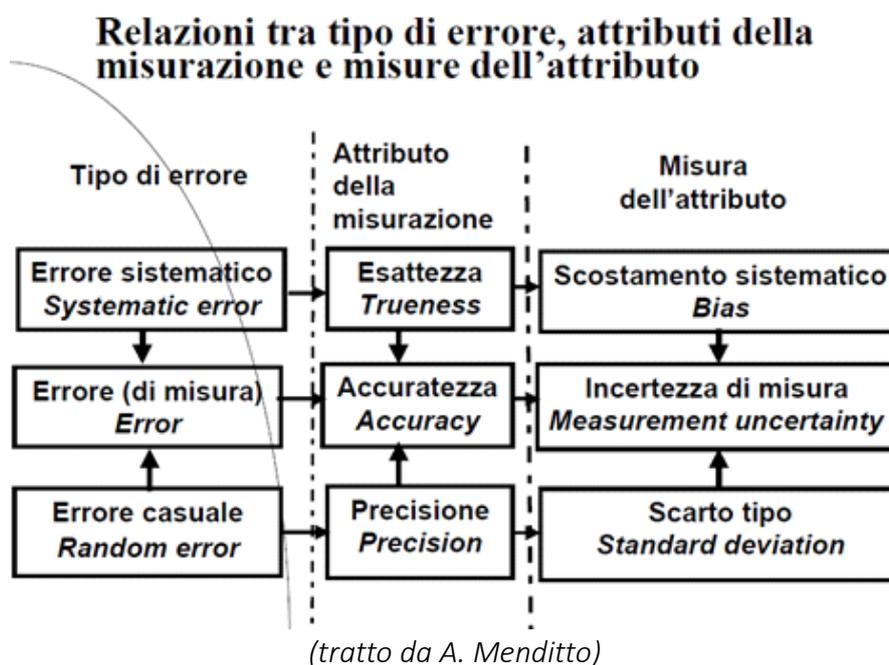
Il termine "incertezza" è relativamente recente nell'ambito della metrologia, è sinonimo di *dubbio* circa la validità del risultato ottenuto, di *insicurezza* nel giudizio di conformità ad un riferimento, di *indecisione* nell'applicabilità di una sanzione. In realtà, la appropriata trattazione dell'incertezza di misura, ovvero di quel "*parametro, associato al risultato di una misurazione o prova, che caratterizza la dispersione dei valori ragionevolmente attribuibili al misurando*" (UNI CEI EN 13005), conduce nella direzione opposta, ponendosi come indispensabile strumento per la corretta gestione e successiva interpretazione dei valori ottenuti.

Ricordando che il risultato di una misura rappresenta la miglior stima del valore del misurando, l'incertezza associata infatti definisce, e garantisce, l'affidabilità stessa del valore fornito, rendendolo di fatto confrontabile con altri risultati nonché con i valori limite imposti dalla normativa.

Il DM. 16.03.1998 impone che la metodologia di misura fornisca valori di L_{Aeq} rappresentativi del rumore ambientale nel periodo di riferimento, della zona in esame, della tipologia della sorgente e della propagazione dell'emissione sonora.

La norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025, a proposito della stima dell'incertezza di misura, riporta che "i laboratori di prova devono avere e devono applicare procedure per stimare

l'incertezza delle misure. In certi casi la natura dei metodi di prova può escludere il calcolo dell'incertezza di misura rigoroso e valido dal punto di vista metrologico e statistico. In questi casi il laboratorio deve almeno tentare di identificare tutte le componenti dell'incertezza e fare una stima ragionevole, e deve garantire che l'espressione del risultato non fornisca un'impressione errata dell'incertezza. Una stima ragionevole deve essere basata sulla conoscenza del metodo e sullo scopo della misure e deve far uso, per esempio, delle esperienze precedenti e della validazione dei dati".



Nel prospetto di sintesi sopra proposto, che esplicita i legami fra termini e concetti ben noti in metrologia, l'incertezza, determinata da scostamento e scarto tipo di ripetibilità, è indicata come misura dell'accuratezza di un risultato, attributo legato all'errore di misura, ed assume un ruolo fondamentale nel quantificare l'accuratezza^(a) di una misura, a sua volta intesa in termini di esattezza^(b), in qualche modo associata all'errore sistematico di misura, e di precisione^(c), associata all'errore casuale.

(a): Indica il "grado di concordanza tra un valore misurato e un valor vero di un misurando" (Vocabolario Internazionale di Metrologia – p.to 2.13)

(b): Tradotta dall'inglese *trueness* come "giustizia di misura" indica il "grado di concordanza tra la media di un numero infinito di valori misurati ripetuti e un valore di riferimento" (Vocabolario Internazionale di Metrologia – p.to 2.14)

(c): Indica il "grado di concordanza tra indicazioni o valori misurati ottenuti da un certo numero di misurazioni ripetute dello stesso oggetto o di oggetti simili, eseguite in condizioni specificate" (Vocabolario Internazionale di Metrologia –

6.3.1 Cenni sul calcolo dell'incertezza di misura

L'incertezza composta u_c da attribuirsi ad una singola misura si determina con la seguente formula (legge di propagazione delle incertezze):

$$u_c = \sqrt{\sum_i c_i^2 u_i^2} \quad [dB]$$

dove u_i sono le singole componenti dell'incertezza espresse in dB (nel caso si assuma che i diversi contributi u_i abbiano tutti peso uguale, è possibile evitare l'introduzione degli opportuni coefficienti di sensibilità c_i che risultano allora unitari).

Tali componenti comprendono:

- una componente di incertezza di tipo A, determinata come scarto tipo di prove ripetute, eseguite in identiche condizioni (stesso operatore, stessa attrezzatura, stesso metodo, in brevi intervalli di tempo);
- componenti di tipo B, che tengono conto di quelle variabili e condizioni ambientali di cui non è stato possibile tenere conto nel corso delle prove di cui al punto precedente; queste componenti sono determinate sulla base di informazioni ricavabili dalla specifiche tecniche fornite dai costruttori degli strumenti, dai certificati di taratura o, ove tali informazioni non siano disponibili, sulla base delle tolleranze ammesse dalle norme di riferimento per fonometri e calibratori acustici di classe 1.

Nel presente lavoro le incertezze sono espresse in termini di incertezza estesa U , valutata con fattore di copertura $K=2,20$ corrispondente ad un livello di fiducia del 95%, pertanto:

$$U = K \cdot u_c \quad [dB]$$

6.4 Considerazioni riguardo il calcolo degli indicatori L_{den} e L_{night}

La Direttiva Europea 2002/49/CE (END) introduce i due nuovi descrittori acustici L_{den} e L_{night} , entrambi basati sul livello continuo equivalente L_{Aeq} , ma con caratteristiche e modalità di calcolo sostanzialmente differenti da quelli attualmente in uso nella normativa italiana, innanzitutto per una differente suddivisione delle 24h, con l'introduzione del periodo serale e l'applicazione di penalizzazioni per questo (+ 5 dB) e per quello notturno (+ 10 dB), poi per altri aspetti legati alle modalità operative di misura e alla rappresentatività dei valori su un arco temporale di un anno solare.

Nell'attesa e con l'auspicio di una rapida, effettiva e completa armonizzazione dei limiti di legge previsti dalla normativa italiana con i nuovi descrittori indicati nella Direttiva END, la norma UNI 11252 fornisce una procedura per la conversione dei $L_{Aeq,TR}$ e dei L_{VA} nei descrittori europei L_{den} e L_{night} .

Nel presente lavoro si è pertanto inteso valutare, tramite il metodo indicato al p.to 9.4.1 della UNI 11252, l'indicatore L_{denj} a partire dal valore dell' L_{VAj} già calcolato per la singola giornata di misura considerata. La norma propone la seguente relazione fra L_{VAj} e L_{denj} :

$$L_{DENj} = 4,63 + 0,95 L_{VAj}$$

segnalando tuttavia che è possibile, in base alla percentuale di sorvoli notturni rispetto a quelli nelle 24h, impiegare formule di dettaglio al fine di ridurre lo scarto tipo dell'errore di stima. Considerato che nel nostro caso la percentuale sopra definita risulta piuttosto elevata e superiore al 10%, si è ritenuto in ogni caso ragionevole applicare la formula generica sopra riportata.

L'indicatore L_{denj} così calcolato risulta pari a 58.4 dB(A).

In estrema sintesi, sulla base dei risultati ottenuti, la cui stabilità nel tempo è stata peraltro confermata dai rilievi esperiti da ARPA FVG negli anni dal 2007 al 2015, per l'aeroporto di Ronchi dei Legionari si potrebbe stimare:

$$L_{den} = 58.4 \text{ dB(A)}$$

Le raccomandazioni dell'OMS sull'esposizione al rumore stabiliscono che, a tutela della salute della popolazione esposta, nelle aree residenziali non devono riscontrarsi valori di

L_{day} superiori a 55 dB(A) e valori di L_{night} superiori a 40 dB(A)²⁸.

7 CONCLUSIONI

Al termine di questo lavoro, è possibile formulare alcune conclusioni riferite in particolare a due aspetti, l'uno relativo alla conformità dei limiti acustici indicati dalla normativa, l'altro di carattere sanitario.

Innanzitutto si è potuto constatare che l'indice di valutazione del rumore aeroportuale L_{VA} si è mantenuto al di sotto del valore limite previsto dalla normativa italiana, valido per zone esterne all'intorno aeroportuale, risultando inoltre coerente con il valore determinato tramite il modello previsionale matematico I.N.M. 6.1 già utilizzato per la definizione dell'intorno aeroportuale, ponendosi all'interno e al di sotto delle isofoniche calcolate in corrispondenza all'intervallo 55-60 dB(A), e dimostrando di mantenersi sostanzialmente stabile nel tempo, come evidenziano i rilievi svolti dall'ARPA nel corso degli anni precedenti.

D'altro canto, la campagna di misura effettuata, ha rilevato una situazione di non conformità, accertata o presunta, rispetto ai limiti di emissione (se applicabili) e immissione in ambiente esterno, così come introdotti a seguito dell'approvazione del Piano Comunale di Classificazione Acustica del Comune di Turriaco che ha assegnato all'area cimiteriale la classe III, non tenendo conto peraltro che *“le aree cimiteriali appartengono, di norma alla classe propria dell'area circostante, a meno che motivazioni particolari non ne giustifichino l'assegnazione in classe I”* ²⁹.

Una possibile e più immediata soluzione delle criticità rappresentate consisterebbe nella revisione dell'attuale PCCA del Comune di Turriaco, attraverso cui riassegnare, in un'ottica di armonizzazione dello strumento di pianificazione comunale con la zonizzazione dell'intorno aeroportuale e coerentemente con la classificazione del territorio circostante, l'area cimiteriale in classe IV (appare ragionevole ritenere che tale modifica, in relazione alla natura del luogo, non comporti riflessi sulla salute pubblica).

Nell'ipotesi che la classificazione acustica del comune di Turriaco non subisca variazioni, al gestore dell'infrastruttura aeroportuale spetterebbe l'obbligo di predisporre e presentare al Comune il piano di contenimento ed abbattimento del rumore, secondo le direttive emanate col D.M. 29 novembre 2000 *“Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative*

infrastrutture, dei piani di contenimento ed abbattimento del rumore”³⁰.

Nonostante la situazione di conformità ai limiti aeroportuali dettati dalla normativa, non è possibile escludere oltre ogni ragionevole dubbio eventuali conseguenze sulla salute della popolazione esposta, tenuto conto della stima effettuata dell'indicatore europeo L_{den} (pari a 58.4 dB(A)), che potrebbe attestarsi a valori superiori ai 55 dB(A) indicati dall'OMS. Dalla letteratura si è evinto che sussistono evidenze per cui gli effetti negativi del rumore vengono a verificarsi anche per livelli equivalenti inferiori ai limiti nazionali imposti.

Table 6.1 Comparison of L_{den} values for different sources with respect to annoyance

Percentages of highly annoyed					
L_{den}	Road	Rail	Aircraft (revised estimate)	Industry	Windturbine
55 dB	6 %	4 %	27 %	5 %	26 %
50 dB	4 %	2 %	18 %	3 %	13 %
45 dB	1 %	0 %	12 %	1 %	6 %

Ragionando in termini di L_{den} , numerosi studi hanno indagato l'effetto del rumore aeroportuale sulla salute. Rispetto, ad esempio, al fastidio (annoyance), come si evince dalla tabella sopra riportata, tratta dalle linee guida sull'esposizione al rumore e gli effetti potenziali sulla salute pubblicate dall'European Environment Agency nel 2010, gli effetti del rumore aeroportuale risulterebbero i più marcati potendo influire, anche per livelli piuttosto bassi, su una percentuale significativa di popolazione nettamente superiore in rapporto ad altre tipologie di sorgenti sonore (comparabile soltanto con il rumore da turbina eolica).

Questo fatto è probabilmente dovuto alle caratteristiche di impulsività e di sorpresa del rumore, perciò non è del tutto improbabile ritenere, in via generale, che un abbassamento ulteriore del livello di rumore immesso sia da attuare. A questo proposito sono allo studio tecnologie costruttive in grado di abbattere ulteriormente l'inquinamento acustico causato dai velivoli, come ad esempio in Giappone, dove Jaxa, l'agenzia aerospaziale giapponese, ha avviato il test di prototipi di aeroplani dotati di tecnologia "Fquroh" (acronimo di Flight Demonstration of Quiet Technology to Reduce Noise from High Lift Configurations) che potrebbe essere implementata sperimentalmente sugli aerei di linea della Mitsubishi Regional Jet (Mrj). Se questa

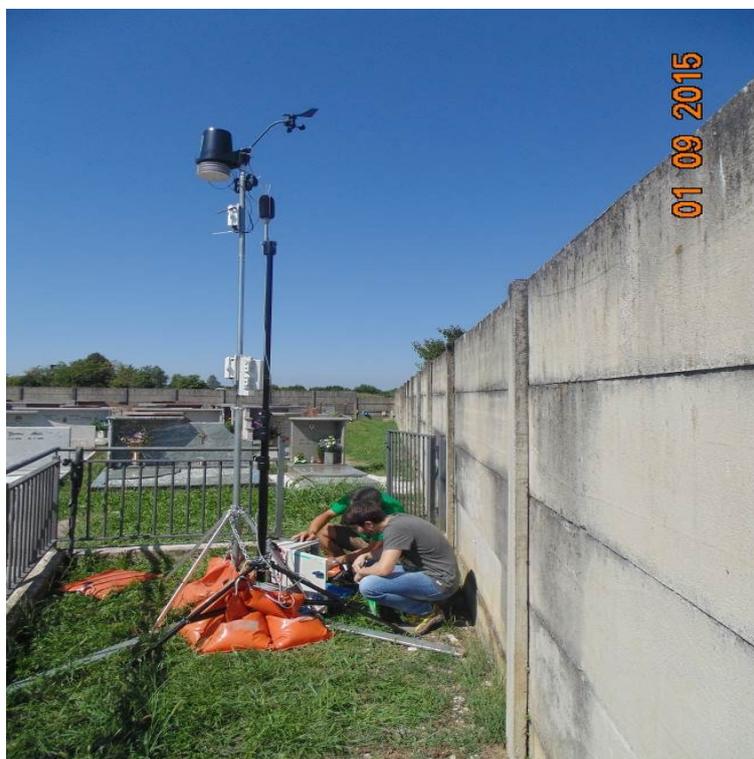
tecnologia si rivelasse valida, potrebbe essere una soluzione efficace per tutte quelle situazioni dove non è possibile ridurre ulteriormente l'impatto del rumore tramite apposite procedure di decollo ed atterraggio.

Infine, l'aver constatato tramite l'attività sperimentale svolta, che è probabile che non tutti gli aerei seguano i tracciati previsti dal supplemento AIP che ha definito le procedure antirumore, conduce a due ultime considerazioni: innanzitutto, benché sia stata confermata la coerenza rispetto alla situazione reale del modello che ha definito l'intorno aeroportuale, eventuali scostamenti dalle rotte nominali considerate potrebbero suggerire una revisione della zonizzazione acustica aeroportuale, soprattutto nell'estremità occidentale della pista di decollo. In secondo luogo, emerge evidente l'esigenza di adottare un sistema di monitoraggio fisso che permetta di garantire il controllo continuo nel tempo delle procedure antirumore nelle fasi di decollo / atterraggio, ora monitorate solo in maniera occasionale.

Questa soluzione consentirebbe una più efficace prevenzione rispetto ad una o più delle patologie o dei disturbi di cui si è parlato in precedenza, in particolar modo le *annoyances*, che hanno un carattere di maggiore immediatezza sul benessere della persona.

8 ALLEGATI

8.1 Documentazione fotografica



Punto TU; Coordinate geografiche WGS84: N 45° 49' 36,2" - E 13° 26' 32,8"



Evento decollo (DEP) verso RWY27



Evento atterraggio (ARR) verso RWY09



Esempio di ATR - 42



Esempio di CRJ - 900



Esempio di Eurofighter Typhoon



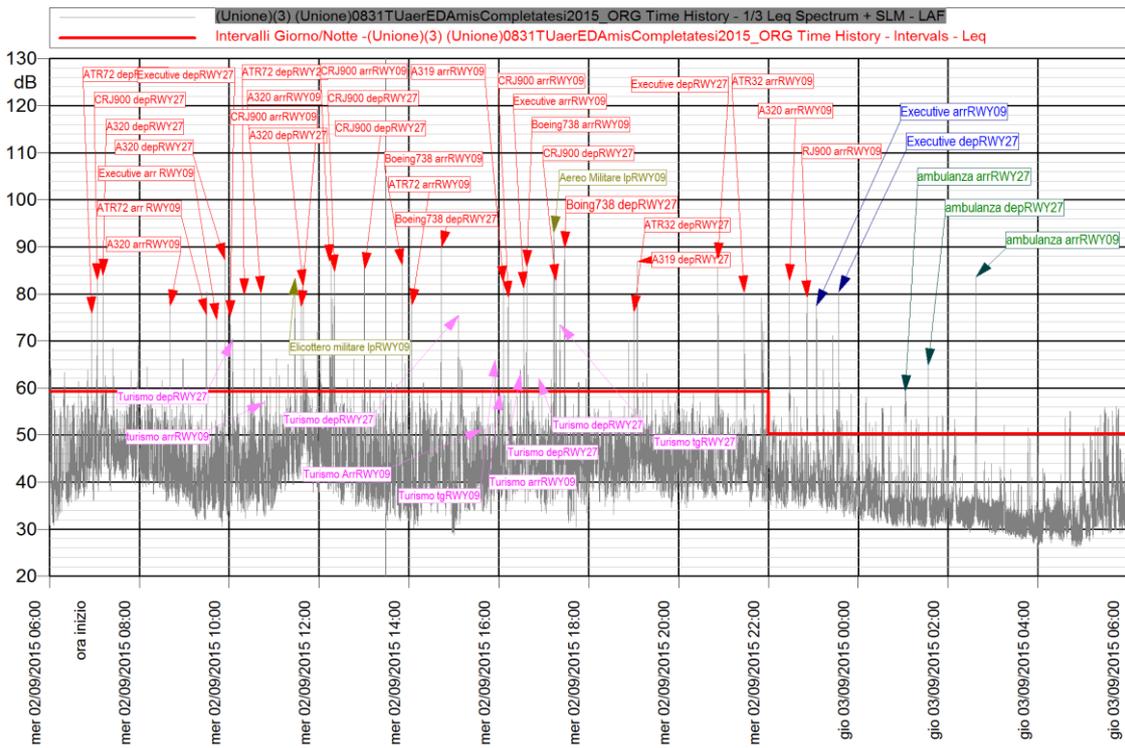
Esempio di aereo di tipo turistico

8.2 Eventi aeroportuali

#	DATA	ORARIO UTC	TIPO AEROMOBILE	TIPOLOGIA MOVIMENTO	Condizioni meteo segnalate		Punto TU			
					Pioggia > 0,2mm/h	vel. vento > 5 m/s (media oraria)	INIZIO	DURATA	L _{max}	SEL
							ora locale [hh:mm:ss]	[se c. m sec]	[dB(A)]	[dB(A)]
1	02/09/2015	04:50	ATR72	DEP27			08:56:21	38,600	76,4	83,8
2	02/09/2015	05:00	CRJ900	DEP27			07:03:03	114,000	84,0	90,2
3	02/09/2015	05:10	A320	DEP27			07:10:57	85,000	85,1	93,0
4	02/09/2015	06:55	A320	ARR09			08:40:29	44,200	78,6	85,0
5	02/09/2015	07:35	ATR72	ARR09			09:28:58	115,000	80,4	85,9
6	02/09/2015		Executive	ARR09			09:42:58	45,000	78,4	82,6
7	02/09/2015	07:40	A320	DEP27			09:53:48	84,000	87,2	94,1
8	02/09/2015		Executive	DEP27			10:00:44	107,000	77,2	83,7
9	02/09/2015		turistico	DEP27			10:03:50	72,000	70,5	78,8
10	02/09/2015	08:10	ATR72	DEP27			10:19:31	93,000	79,7	85,0
11	02/09/2015	08:30	A320	ARR09			10:42:09	53,500	80,2	86,9
12	02/09/2015		turistico	ARR09			10:46:45	53,000	57,3	66,7
13	02/09/2015		eli. mil.	LP09			11:27:04	65,000	83,4	90,3
14	02/09/2015	09:30	CRJ900	ARR09			11:35:33	60,000	78,5	84,3
15	02/09/2015	09:15	A320	DEP27			11:38:17	89,000	85,9	93,8
16	02/09/2015	10:15	CRJ900	ARR09			12:17:21	40,000	79,0	85,6
17	02/09/2015	10:00	CRJ900	DEP27			12:20:08	61,000	84,8	90,9
18	02/09/2015	10:55	CRJ900	DEP27			13:00:01	79,000	85,3	91,2
19	02/09/2015	11:50	738	ARR09			13:50:28	118,000	88,1	91,1
20	02/09/2015	11:45	ATR72	ARR09			14:03:22	89,000	77,6	83,9
21	02/09/2015	12:15	738	DEP27			14:42:16	122,000	89,8	95,0
22	02/09/2015		turistico	DEP09						
23	02/09/2015		turistico	DEP27			15:05:30	79,000	75,5	82,0
24	02/09/2015		turistico	ARR09			15:37:52	47,000	59,9	63,8
25	02/09/2015		turistico	TG09			15:54:28	47,000	58,9	66,3
26	02/09/2015		turistico	ARR09			16:01:13	53,500	59,0	67,7
27	02/09/2015	14:10	A319	ARR09			16:05:09	75,000	82,4	88,0
28	02/09/2015	14:10	CRJ900	ARR09			16:12:04	89,000	79,3	85,8
29	02/09/2015		turistico	DEP27			16:28:09	65,000	63,9	75,0
30	02/09/2015		Executive	ARR09			16:32:37	93,000	81,2	87,7
31	02/09/2015	14:50	738	ARR09			16:36:37	79,000	85,8	90,7
32	02/09/2015		turistico	DEP27			16:53:07	79,000	62,1	72,1
33	02/09/2015		eurofighter	LP09			17:12:50	125,000	93,8	101,5
34	02/09/2015	15:00	CRJ900	DEP27			17:15:52	72,000	82,8	89,5
35	02/09/2015		turistico	TG27			17:21:07	85,000	73,5	81,2
36	02/09/2015	15:15	738	DEP27			17:27:30	93,000	89,8	95,6
37	02/09/2015	16:55	ATR72	DEP27			19:00:01	57,000	76,2	83,9
38	02/09/2015	17:00	A319	DEP27			19:04:15	90,000	86,9	93,6
39	02/09/2015		Executive	DEP27			20:51:49	121,000	87,4	93,1
40	02/09/2015	19:45	ATR72	ARR09			21:27:16	96,000	80,3	86,5
41	02/09/2015	20:35	A320	ARR09			22:27:26	146,000	82,8	88,8
42	02/09/2015	20:35	CRJ900	ARR09			22:50:48	90,000	79,3	85,6
43	02/09/2015	22:30	Executive	ARR09			23:03:32	154,000	77,4	83,6
44	02/09/2015	23:50	Executive	DEP27			23:33:17	114,000	80,4	87,5
45	03/09/2015	00:40	ambulanza	ARR27			01:01:45	158,000	59,2	76,2
46	03/09/2015	00:55	ambulanza	DEP27			01:32:26	100,000	64,9	75,7
47	03/09/2015	02:40	ambulanza	ARR09			02:36:22	75,000	83,6	89,0

caratterizzazione degli eventi aeroportuali e livelli LAeq,TR diurno e notturno

- aeromobili commerciali/privati TR diurno
- aeromobili ambulanza
- aeromobili da turismo
- aeromobili commerciali/privati TR notturno
- aeromobili militari



Intervalli Giorno/Notte -(Unione)(3) (Unione)0831TUaerEDAmisCompletatesi2015_ORG Time History Intervals - Leq

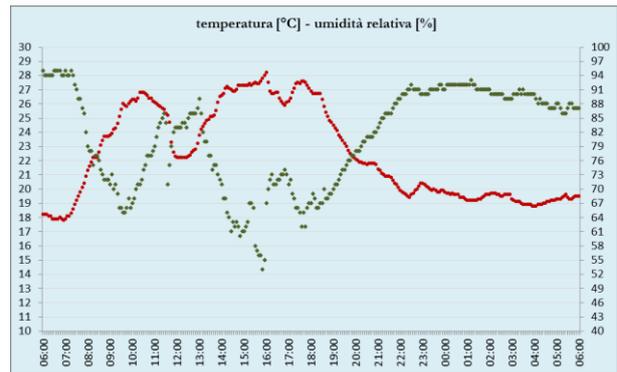
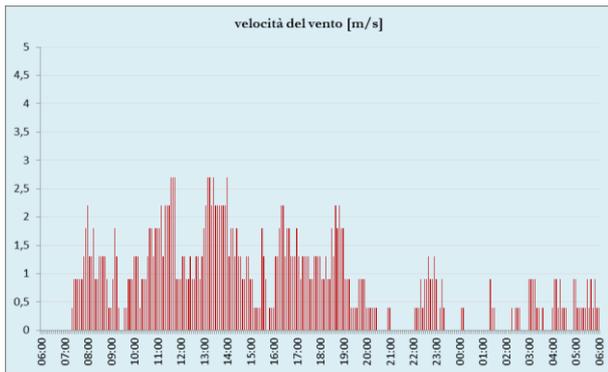
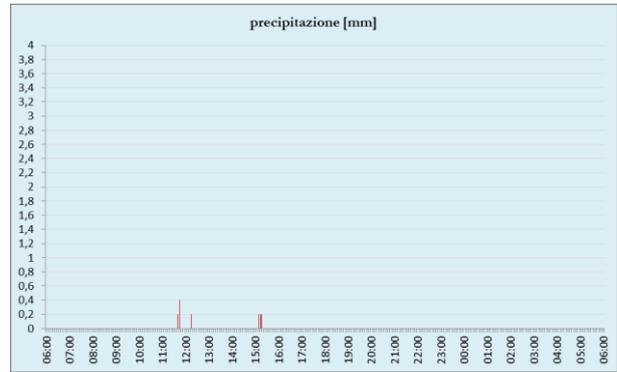
ora inizio	dB	ora inizio	dB
mer 02/09/2015 06:00:00	Leq(A) 59.3 dB(A)	mer 02/09/2015 22:00:00	Leq(A) 50.3 dB(A)

la postazione fonometrica è stata costantemente presidiata dalle ore 5.30 alle ore 23 di mercoledì 02.09.2015

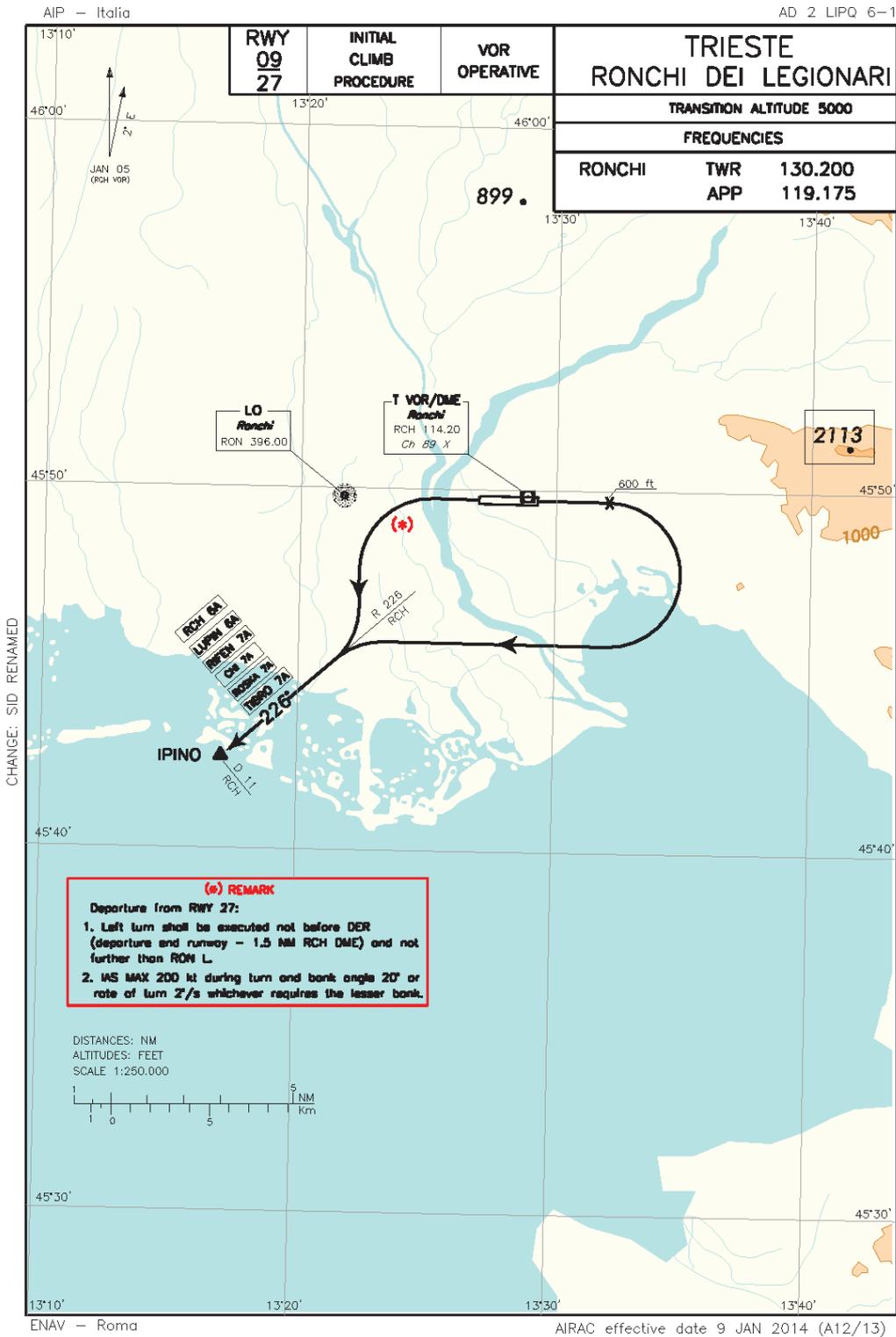
8.3 Dati meteorologici



Periodo: dalle ore 06:00 del 02/09/2015 alle ore 06:00 del 03/09/2015. I valori sono espressi in % sul totale dei dati.



8.4 Allegato AIP



PROCEDURE DI SALITA INIZIALE (VOR OPERATIVO)**Requisiti generali**

1. I piloti devono adottare un gradiente minimo di salita conforme alle prescrizioni dell'ANNESSO 6 ICAO per un sicuro sorvolo degli ostacoli.
Tale gradiente deve essere mantenuto in ogni circostanza prevedibile.
2. Gradiente minimo di salita: 300 ft/NM.

Procedura antirumore

In accordo alla Disposizione ENAC 0000313/ORO del 02/04/2010 è attivata una nuova procedura di salita iniziale per pista 27 quale misura di mitigazione del rumore.

Si applica la procedura disposta da ENAC di cui all'ENR 1.5

Procedura di salita iniziale RWY 27

Dopo il decollo virare a sinistra fino ad intercettare e seguire RDL 226 RCH VOR per il punto IPINO.

NOTE:

1. La virata a sinistra dovrà essere effettuata non prima della fine pista (1.5 NM RCH DME) ed in ogni caso non oltre RON L.
2. IAS massima in virata 200 kt ed angolo di banco 20° o rateo di virata 2°/s quale dei due richiede il banco inferiore

Procedura di salita iniziale RWY 09

Dopo il decollo, attraversando 600 ft, virare a destra fino ad intercettare e seguire RDL 226 RCH VOR per il punto IPINO.

NOTA:

1. I decolli dovranno iniziare le virate in modo da non oltrepassare, eastbound, 4 NM RCH DME.

INITIAL CLIMB PROCEDURE (VOR OPERATIVE)**General requirements**

1. Pilots shall adopt a minimum climb gradient in accordance with ICAO ANNEX 6 provisions for a safe obstacles overflying.
Such minimum climb gradient shall be maintained in any foreseeable circumstance.
2. Minimum climb gradient: 300 ft/NM.

Noise abatement procedures

According to Italian Civil Aviation Authority provision 0000313/ORO dated 02/04/2010 a new initial climb procedure for RWY 27 is activated as noise mitigation measure.

Provision of Italian Civil Aviation Authority reported in ENR 1.5 apply.

Initial climb procedure RWY 27

After take-off turn left until intercepting and following RDL 226 RCH VOR bound to IPINO.

REMARKS:

1. Left turn shall be executed not before DER (departure end runway - 1.5 NM RCH DME) and in any case not further than RON L.
2. IAS MAX 200 kt during turn and bank angle 20° or rate of turn 2°/s whichever requires the lesser bank.

Initial climb procedure RWY 09

After take-off, crossing 600 ft, turn right until joining RDL 226 RCH VOR bound to IPINO.

REMARK:

1. Departures shall start turn so as not trespass, eastbound, 4 NM RCH DME.

PROCEDURA DI SALITA INIZIALE (VOR INOPERATIVO)

Dopo il decollo virare a destra se da RWY 09, a sinistra se da RWY 27 fino a intercettare e seguire il QDR di RON L per la SID assegnata.

NOTE:

1. I decolli da RWY 27 dovranno effettuare la virata a sinistra non appena possibile dopo il decollo e comunque prima del sorvolo di RON L.
2. I decolli da RWY 09 dovranno iniziare le virate in modo da non oltrepassare, Eastbound, 4 NM RCH DME.
3. I piloti devono adottare un gradiente minimo di salita conforme alle prescrizioni dell'ANNESSO 6 ICAO per un sicuro sorvolo degli ostacoli. Tale gradiente deve essere mantenuto in ogni circostanza prevedibile.

Altitudine di virata per RWY 09: 600 ft

Gradiente minimo di salita: 300 ft/NM.

INITIAL CLIMB PROCEDURE (VOR INOPERATIVE)

After take-off turn right (RWY 09) or left (RWY 27) until intercepting and following RON L QDR of the assigned SID.

REMARKS:

1. Departures from RWY 27 shall start left turn after take-off as soon as possible and in any case before RON L.
2. Departures from RWY 09 shall start turn so as not trespass, Eastbound, 4 NM RCH DME.
3. Pilots shall adopt a minimum climb gradient in accordance with ICAO ANNEX 6 provisions for a safe obstacles overflying. Such minimum climb gradient shall be maintained in any foreseeable circumstance.

Turn altitude for RWY 09: 600 ft

Minimum climb gradient: 300 ft/NM

8.5 Autorizzazione a riprodurre la documentazione ARPA



ARPA FVG
Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia
Dipartimento Provinciale di Gorizia

Per la sede di Palmanova relativamente alle
attività di Verifica di conformità legislativa
EMAS, Gestione pratiche VIA, Gestione
pratiche VAS, Catasto rifiuti, Catasto emissioni,
Previsioni inquinamento atmosferico, Gestione
pratiche incidenti rilevanti, Previsioni
meteorologiche numeriche, Gestione della
modellistica applicata alla qualità dell'aria



ARPA FVG

DIP. PROVINCIALE DI GORIZIA

Protocollo n° **0032053 - P** del 23/09/2015

S.O.C. Dipartimento Provinciale di Gorizia
S.O.S. Servizi Ambientali
Responsabile del procedimento:
dott.ssa Daniela Domevscek
tel. 0432/1918146
e-mail daniela.domevscek@arpa.fvg.it
Responsabile dell'istruttoria:
dott. Vinicio Rorato
tel. 0432/1918156
e-mail vinicio.rorato@arpa.fvg.it
e-mail dip.go@arpa.fvg.it

Al laureando
Sig. Riccardo Ossanna
c/o Dipartimento Provinciale di Gorizia – ARPA FVG
via Cantore 2
34170 GORIZIA

OGGETTO: Autorizzazione a riprodurre il Rapporto di Presentazione dei Risultati n. 09/2015 e il relativo elaborato "Pari ed interpretazioni" datati 16.09.2015 .

Si autorizza il laureando sig. Riccardo Ossanna ad utilizzare e riprodurre il Rapporto di Presentazione dei Risultati e l'elaborato ad esso collegato, di cui gli estremi sono riportati in oggetto, unicamente per la stesura della tesi di laurea che sta predisponendo presso il Dipartimento di Gorizia avente come tematica l'impatto acustico dell'infrastruttura aeroportuale di Ronchi dei Legionari (Aeroporto Regionale FVG)

Si porgono distinti saluti.

Il Responsabile dei Servizi Ambientali
dott.ssa Daniela Domevscek



9 BIBLIOGRAFIA

- 1 Tratto da www.enav.it/portal/page/portal/portaleenav/Home/ChiSiamo?currentpath=/enav/it/chisiamo; visitato l'ultima volta il 16/10/2015
- 2: Direttiva 2002/49/CE del Parlamento e del Consiglio europeo del 25 giugno 2002 relativa alla valutazione ed alla gestione del rumore ambientale. Official Journal of the European Communities, 2002, L 189:12-25
- 3: W. Babisch, R. Kim "Environmental noise and cardiovascular disease" in "Burden of Disease from environmental noise", Organizzazione Mondiale della Sanità, (2011), cap.2 pp 15
- 4: W. Babisch, R. Kim "Environmental noise and cardiovascular disease" in "Burden of Disease from environmental noise", Organizzazione Mondiale della Sanità, (2011), cap.2 pp 28
- 5: W Babisch, "Transportation noise and cardiovascular risk: updated review and synthesis of epidemiological studies indicate that the evidence has increased". Noise Health, 2006 8(30):1-29
- 6: W. Babisch, R. Kim "Environmental noise and cardiovascular disease" in "Burden of Disease from environmental noise". Organizzazione Mondiale della Sanità, (2011), cap.2 pp 23
- 7: Jarup L., Babisch W. et al. "Hypertension and exposure to noise near airports: the HYENA study". Environ Health Perspect 2008 Mar; 116(3):329-33
- 8: S. Floud et al. "Exposure to aircraft and road traffic noise and associations with heart disease and stroke in six European countries: a cross-sectional study". Environ Health. 2013; 12; 89
- 9 : W Babisch "Exposure-Response relationship for cardiovascular diseases" in "Methodological Guidance for estimating burden of disease from environmental noise". OMS (2012), cap. 5 p. 16
- 10: Hygge S, Rokho K. "Environmental noise and cognitive impairment in children" in "Burden of Disease from environmental noise". Organizzazione Mondiale della Sanità, 2011
- 11: Janssen S, Basner M et al. "Environmental noise and sleep disturbance" in "Burden of Disease from environmental noise", Organizzazione Mondiale della Sanità, 2011, cap.4 p. 64
- 12: Janssen S, Basner M et al. "Environmental noise and sleep disturbance" in "Burden of Disease from environmental noise", Organizzazione Mondiale della Sanità, 2011, cap.4 p. 55
- 13..: Berglund B, Lindvall T, Schwela D "Guidelines for community noise". OMS (1999) executive summary, pag ix
- 14: Deshais P, Gonzales Z et al. "Environmental noise and tinnitus" in "Burden of Disease from environmental noise", Organizzazione Mondiale della Sanità, 2011, cap 4 pp 71-72
- 15..: Berglund B, Lindvall T, Schwela D "Guidelines for community noise". OMS (1999) executive summary, pag x - xii
- 16: Miedma H, Janssen S, Kim R "Environmental noise and annoyance" in "Burden of Disease from environmental noise". Organizzazione Mondiale della Sanità, 2011, cap. 6 p .92
- 17: DM 31 ottobre 1997, art. 3, comma 1
- 18: D.lgs. 19 agosto 2005 n° 194 art 6
- 19: P.to 3, art. 6 del DM 31.10.1997 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale".
- 20: Farina A, Fausti P, "Fonometria", Dispense della Scuola di Acustica dell'università di Ferrara, a.a. 2004-2005, cap. 2.1.1
- 21: UNI/TR 11326/2009 "Acustica – Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica – Parte I: Concetti generali"
- 22..: UNI/TS 11326-2:2015 "Acustica – Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica – Parte 2: confronto con valori limite di specifica"

-
- 23: Protocollo ENAV n° 2011/0310229, *“Funzione Progettazione Spazi aerei”* (vedi allegato)
- 24: Curcuruto S, Bassanino M *“Linee guida per la progettazione e la gestione delle reti di monitoraggio acustico aeroportuale”* in *“Manuali e Linee Guida”* n°102, ISPRA, 2013, cap. 3.2 p. 43
- 25: DM 31.10.1997, Allegato A, p.to 6
- 26: DM 31.10.1997, Allegato B, p.to 4
- 27: *“Linee guida per la progettazione e la gestione delle reti di monitoraggio acustico aeroportuale”* - pubblicazione ISPRA del 30.07.2010 <http://www.agentifisici.isprambiente.it> – 11° capoverso del punto 3.2.1
- 28: World Health Organization – Europe. Night Noise Guidelines for Europe. Copenhagen, WKO Regional Office for Europe, 2009.
- 29: lettera d) del p. 4.1 della DGR 05.03.2009, n. 463 *“Adozione dei criteri dei piani comunali di classificazione acustica del territorio ai sensi dell’art. 18 comma 1 lettera a) della LR 16/2007”*.
- 30: Lett. c) art. 2 del DM 29 novembre 2000.