

**V Congresso Nazionale “Il controllo degli agenti fisici: ambiente, salute e qualità della vita” – 6,7,8 giugno 2012 Novara**  
**La mappatura acustica dell’infrastruttura aeroportuale della città di Lampedusa**

Sansone Santamaria A., Arpa Sicilia, Via Nairobi 4, 90129 Palermo,  
asansone@arpa.sicilia.it

Patricolo F., Arpa Sicilia, Via Nairobi 4, 90129 Palermo, fpatricolo@arpa.sicilia.it

Tassan F., Università Milano – Bicocca Dip. scienze Amb e Terr., fausto.tassan@unimib.it

Calà Lesina N., nicolella.cala@alice.it

Campanella G. B. (Studio Campanella- Marsala (TP)) [Jandb@live.it](mailto:Jandb@live.it)

Marsala B. (Az. San. Prov. Palermo), bruno.marsala@libero.it

**RIASSUNTO.**

*La presenza di una infrastruttura aeroportuale in un territorio impatta gravemente sia sull’ambiente circostante, causandone il degrado, sia sulla qualità di vita delle persone esposte anche se residenti a distanza dalle aree ove si effettuano le attività di volo ed a queste direttamente ed indirettamente correlate.*

*I disagi agli abitanti delle aree circostanti un aeroporto sono causati dal rumore dovuto alle attività svolte sia in “air-side”, relative alla movimentazione ed al volo degli aerei ed anche all’impiego di apparecchiature, attrezzature e macchine fisse e mobili per lo svolgimento delle attività di servizio e supporto al volo, sia in “land-side”, correlate principalmente ai volumi di traffico veicolare sulle strade di collegamento tra i centri abitati e l’infrastruttura.*

*Nel 2008 Arpa Sicilia, nell’ambito delle attività istituzionali di monitoraggio e controllo delle matrici di inquinamento ambientale, ha svolto una campagna di monitoraggio del rumore aeroportuale nell’area circostante l’infrastruttura della città di Lampedusa gestita direttamente dall’ENAC. Tale attività è stata richiesta dal Ministero dell’Ambiente preliminarmente all’individuazione dei siti di collocazione delle centraline di monitoraggio dell’aeroporto di Lampedusa.*

*Arpa Sicilia ha poi proseguito tale attività ed ha redatto le mappe delle zone di rispetto dell’aeroporto di Lampedusa, ancora non prodotte dall’ENAC, utilizzando il modello di calcolo previsionale INM.*

*Il monitoraggio, pianificato in modo da rilevare il rumore aeroportuale, è stato affiancato da ulteriori rilevamenti e monitoraggi per verificare l’impatto sulla popolazione del rumore derivante dalle infrastrutture stradali presenti nelle immediate vicinanze del centro e per le quali erano state presentate lamentele da parte di numerosi cittadini.*

*La mappatura acustica ha premesso l’individuazione delle criticità connesse al rumore prodotto dall’aeroporto di Lampedusa in alcune aree del centro urbano e principalmente sulle zone immediatamente prossime all’aeroporto, definendo i possibili margini per l’adozione, da parte dell’autorità aeroportuale, di idonee misure di contenimento delle emissioni e di eventuali interventi pianificatori.*

*L’indagine svolta da Arpa Sicilia in collaborazione con l’ASP competente ha permesso inoltre di constatare una bassissima reazione al rumore aeroportuale a fronte di una altissima reattività al rumore da traffico veicolare.*

*Questo atteggiamento della popolazione della città di Lampedusa è attribuibile al fatto che sebbene i rumori prodotti dalle operazioni di decollo ed atterraggio siano particolarmente intensi in diverse abitazioni, il ridotto numero di voli giornalieri e la garanzia di collegamento con la Sicilia rendono più accettabile il disturbo rispetto a quello prodotto dalle adiacenti infrastrutture stradali in controtendenza con i dati riscontrabili in letteratura scientifica e sanitaria in materia.*

**NORMATIVA DI RIFERIMENTO.**

**PRINCIPALE NORMATIVA EUROPEA ED INTERNAZIONALE E NORME TECNICHE.**

Direttiva 2002/30/CE, che istituisce norme e procedure per l’introduzione di restrizioni operative ai fini del contenimento del rumore negli aeroporti della Comunità.

Direttiva 2002/49/CE, relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.

Norme tecniche ICAO relative alle misure di prevenzione ed i criteri di contenimento e mitigazione dell’impatto del rumore aeroportuale, in particolare il Volume I dell’Annesso 16 degli Allegati Tecnici.

**NORMATIVA ITALIANA.**

Legge n.447/95 “Legge quadro sull’inquinamento acustico”.

DM 31/10/97 “Metodologia di misura del rumore aeroportuale”.

DPR 11/12/97 n. 496 “Regolamento recante norme per la riduzione dell’inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili”.

DM 20/5/99 “Criteri di progettazione dei sistemi di monitoraggio”.

DPR 9/11/99 n. 476 “Regolamento recante modificazioni al DPR 11/12/97 n. 496, concernente il divieto di voli notturni”.

DM 3/12/99 “Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti”.

DM 29/11/2000 “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”.

D.P.C.M. 13/12/99 (Decreto D'Alema) “Trasferimento programmato dei voli da Linate a Malpensa”.

D.Lgs. 17/01/2005 n. 13 “ Attuazione della direttiva 2002/30/CE relativa all'introduzione di restrizioni operative ai fini del contenimento del rumore negli aeroporti comunitari”.

D.Lgs. 194/2005 “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale”.

## **LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO.**

### **OGGETTO DEI MONITORAGGI.**

Le attività di monitoraggio svolte nel 2008 da Arpa Sicilia preliminarmente alla individuazione dei siti di collocazione dei sistemi di rilevamento in dotazione all'infrastruttura della città di Lampedusa, come richiesto dal Ministero dell'Ambiente, sono state proseguite tra il 2009 ed il 2012, effettuando rilevamenti delle emissioni sonore correlate sia alle attività di volo svolte in “air side”, comprese le varie attività di supporto al volo e di logistica e manutenzione dell'infrastruttura in genere che si svolgono mediante l'utilizzo di macchine e di apparecchiature mobili e/o fisse, sia alle attività svolte in “land side” nelle zone limitrofe al perimetro aeroportuale e dovute al traffico veicolare presente sulle infrastrutture di collegamento con il centro urbano ed anche alle attività portuali tenuto conto della vicinanza degli approdi.

Con riferimento al rumore aeroportuale, come prescritto dalla normativa di riferimento, dai valori di  $L_{Aeq}$  rilevati sono stati calcolati i valori dei descrittori acustici  $L_{VA}$  diurni e notturni in modo da permettere l'individuazione dei siti ove posizionare le centraline fisse di monitoraggio del rumore.

### **CRITERI E MODALITA' DI MISURA DEL CLIMA ACUSTICO.**

#### *Strumenti di misura.*

I monitoraggi sono stati effettuati per mezzo di fonometro integratore di classe I Solo 01 dB-Stell completo di preamplificatore, capsula microfonica e cavo di collegamento in regola con la taratura.

Per lo svolgimento delle misure del rumore da traffico veicolare i fonometri sono stati posizionati all'interno di centraline di monitoraggio SCS 9003, specifiche per le misurazioni in ambiente esterno (Fig.1-2).

Le centraline sono state collocate a loro volta all'esterno presso abitazioni private e presso sedi istituzionali che si sono rese disponibili a collaborare nello svolgimento della campagna.

Figura 1 - Centralina di rilevamento fonometrico SCS 9003.



Figura 2 - Interno di una centralina di rilevamento fonometrico SCS 9003.



*Tempo di integrazione.*

In ogni sito il monitoraggio è stato effettuato per un periodo pari ad almeno 14 giorni.

*Scelta dei siti di misura: criteri generali.*

Le centraline di rilevamento fonometrico sono state posizionate in prossimità della pista dell'aeroporto ed in siti urbani vicini all'aeroporto ma anche adiacenti ad infrastrutture stradali interessate da traffico veicolare medio alto.

Ogni sito, in particolare, è stato selezionato e classificato in base al prevalere nell'area delle attività correlate al volo e/o alla navigazione, svolgendo misure del rumore aeroportuale solo in adiacenza al sedime dell'aeroporto (Fig.3), (Tab.1).

Figura 3 - Mappa dei siti monitorati (Fonte: Google Earth).



Di seguito è riportata una tabella riassuntiva dei cinque siti monitorati (Tab.1).

Tabella 1 - Tabella riassuntiva siti monitorati.

Sito	Localizzazione	Coordinate GB	Tipologia rumore	Periodo di registrazione	
				dal	al
1	Abitazione privata, Via Ugo Foscolo	E 12362703	Rumore aeroportuale	15/01/2009	02/02/2009
		N 35295126			
2	Abitazione privata, Via Cala Pisana, 48	E 12365647	Rumore aeroportuale, traffico stradale(parzialmente)	07/09/2006	09/10/2006
		N 3530689			
3	Abitazione privata, Via G. Bonfiglio, 50	E 12364758	Rumore aeroportuale, traffico stradale(parzialmente)	15/05/2006	16/06/2006
		N 3530714			
4	Vecchia Aeronautica Militare	E 12373097	Rumore aeroportuale	21/04/2008	11/05/2008
		N 3530389			
5	Capitaneria di Porto, via F. Turati	E 12362212	Rumore aeroportuale, rumore portuale(navale), traffico stradale	27/01/2009	13/02/2009
		N 35295841			

#### *Monitoraggio del rumore aeroportuale.*

L'aeroporto di Lampedusa si trova a sud dell'isola, nelle immediate vicinanze del porto e del centro urbano a cui è collegato da infrastrutture stradali interessate da traffico leggero e pesante lungo le quali sono presenti edifici a destinazione residenziale, isolate o in piccole frazioni, insieme a manufatti industriali ed artigianali (Fig.3).

Le rilevazioni del rumore aeroportuale sono state effettuate in corrispondenza di due siti adiacenti all'aeroporto di Lampedusa e precisamente presso la vecchia sede dell'Aeronautica Militare ed una abitazione privata di via Ugo Foscolo (Fig.3), (Tab.1).

Il riconoscimento degli eventi legati principalmente a decolli ed atterraggi è stato effettuato manualmente utilizzando i dati giornalieri forniti da Enac

In generale i livelli equivalenti di rumore aeroportuale nel periodo diurno e notturno crescono durante i mesi estivi a causa del maggiore numero di voli in arrivo e partenza effettuati.

#### **LA MAPPATURA ACUSTICA DELL'AEROPORTO DI LAMPEDUSA.**

Pur avendo in gestione l'aeroporto di Lampedusa ed avendo già installato il sistema di monitoraggio del rumore, di questo aeroporto l'Enac non ne ha ancora redatto la mappatura acustica.

Sulla base dei dati forniti da ENAC relativi ai volumi di traffico aereo nelle varie fasce orarie, Arpa Sicilia ha redatto la mappatura acustica impiegando il modello di calcolo previsionale INM.

#### **IL MODELLO INM.**

Il modello di calcolo previsionale INM "Integrated Noise Model" utilizzato in questo studio è uno degli modelli matematici (statistici) più precisi, ufficialmente usato dalla Federal Aviation Administration (Office of Environment and Energy) e dal Dipartimento dei trasporti degli Stati Uniti e basato sugli algoritmi SAE-AIR-1845, SAE AIR 5662 e SAE ARP 866.

L'INM è un modello cosiddetto di "segmentazione" in quanto determina il contributo di ciascun segmento in cui è scomposto un singolo volo, con riferimento ad una griglia di punti attorno all'aeroporto e realizzando, in un secondo momento, la somma o "composizione" dei livelli di rumore presso i rispettivi punti, in accordo alla formulazione dell'indice scelto e infine effettuando

un'interpolazione e il tracciamento delle curve relative al descrittore scelto; in questo, la metrica di riferimento (cioè la "geometria" dei voli) è calcolata sommando i contributi di tutti i segmenti di tutti i voli dello scenario in analisi.

#### MODELLAZIONE DELLO "SCENARIO DI ANALISI": CRITERI GENERALI.

Le fasi propedeutiche all'elaborazione delle mappe di impatto acustico da rumore aeroportuale mediante l'impiego dell'INM sono: 1) costruzione dei profili di volo, tridimensionali ed ottenuti in INM combinando la proiezione orizzontale della rotta con il profilo di volo verticale, definita dall'analista tramite la proiezione al suolo della rotta e sceglie la procedura di pilotaggio identificata dalla corretta sequenza delle fasi operative di volo durante le operazioni di decollo ed atterraggio e di passaggio in pista; 2) calcolo dei livelli sonori ai recettori, effettuato dal sw per la "metrica" analizzata, in funzione dei "Noise Power Distance Data, NPDD", comprendenti una base dati di curve in base alle quale attraverso un processo iterativo, è calcolato, per ogni segmento, il livello valore di SEL di riferimento alla distanza osservatore-sorgente o "Slant Distance" in funzione del valore della spinta, poi corretto in funzione di determinati parametri di calcolo quali velocità dell'aeromobile, frazionamento profilo, assorbimento atmosferico, impedenza acustica, attenuazione laterale, direttività; 3) calcolo e correzione della "attenuazione laterale" grazie all'apposito algoritmo che calcola, sia nella fase di rullaggio in decollo ed atterraggio sia nella fase di volo (partenza e avvicinamento) il livello sonoro L nel punto (x,y), ove cioè è posizionato ogni singolo recettore al suolo, in funzione del "contributo di attenuazione" alla propagazione delle onde sonore dovuto agli effetti denominati nel loro insieme "lateral attenuation", di cui i principali sono divergenza e assorbimento atmosferico, effetti meteorologici (vento e gradienti termici), assorbimento e riflessione del terreno, posizionamento dei motori sul velivolo.

#### IMPOSTAZIONE DEL MODELLO INM PER IL CASO STUDIO "AEROPORTO DI LAMPEDUSA".

##### *Dati di input del modello.*

Per tutte le simulazioni effettuate il modello INM ha richiesto l'inserimento dei dati generali di input di seguito illustrati.

1) Coordinate geografiche e dati meteorologici: latitudine, longitudine ed altitudine dell'aeroporto, la temperatura media annua, la pressione media annua e la velocità del vento; i primi dati definiscono l'origine del sistema di riferimento che sarà utilizzato dal modello, mentre i dati sulle condizioni climatiche sono impiegate per valutare l'assorbimento atmosferico del suono.

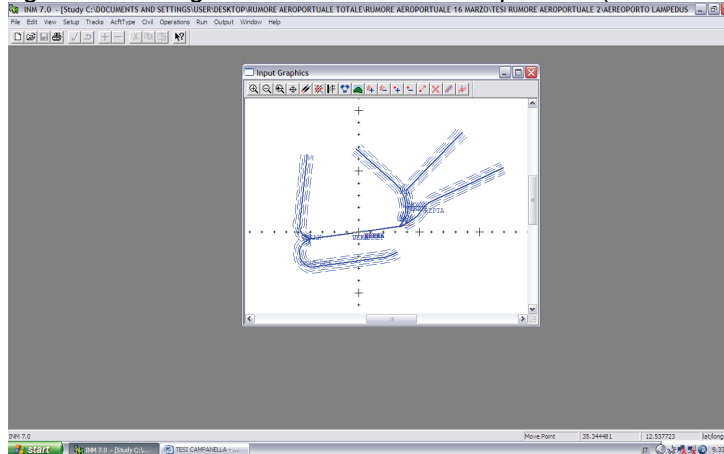
2) Caratteristiche delle piste e Composizione della flotta—Stage degli aeromobili per l'anno 2010 (fonte GESAP), per ciascuno dei quali è definito il profilo di decollo, caratterizzato da un numero ad una cifra che individua ogni aereo all'interno di un gruppo e che viene anche detto "stage" in quanto identifica la lunghezza dell'intero tragitto dell'aeromobile ed è correlato al gradiente di salita del velivolo in fase di decollo: tutti gli aerei impiegati nella simulazione sono caratterizzati da valori di stage pari a 1.

3) Rotte nominali: dall'analisi delle "ICAO—INSTRUMENT APPROACH CHART" è emerso che le queste si mantengono rettilinee per una distanza maggiore del triplo della lunghezza della pista, per cui eventuali virate dovute ad un cambiamento di rotta non influiscono sull'intorno aeroportuale; comunque la proiezione a terra delle traiettorie è stata implementata secondo quanto previsto dalle procedure AIP entrate in vigore il 02/12/2010 e la costruzione delle rotte nominali è avvenuta in ambiente CAD.



4) Dispersioni dalle Rotte nominali: per distribuire il rumore su un'area più grande rispetto a quella prevista da una singola traccia sono state utilizzate le tracce disperse (sottotracce) i cui valori di distribuzione spaziale e di percentuale di utilizzo sono stati elaborati a norma del documento "ECAC.CEAC Doc 29: Report on Standard Method of Computing Noise Contours Around Civil Airports", calcolando la deviazione standard  $S$  in funzione delle coordinate dei punti lungo la traiettoria principale (Fig.4); nel caso specifico è stato sufficiente rappresentare una rotta su un piano orizzontale, ipotizzando trascurabile quella sul piano verticale e, per quanto riguarda gli atterraggi si è trovato un valore di dispersione trascurabile in quanto l'aeroporto di Lampedusa è dotato di sistema ILS che consente traiettorie di atterraggio con guida strumentale più precise.

Figura 4 - Editing delle rotte nominali e dispersioni (fonte INM).



5) Inserimento dati medi giornalieri di volo (dati di traffico) per i rispettivi velivoli: per la stima del numero di movimenti giornalieri e notturni riferiti alle tre settimane di massimo traffico si è fatto riferimento allo scenario relativo all'anno 2009-2010 di cui si conoscono i dati storici ricavati dai tracciati radar (Giugno 2009 – Maggio 2010); sulla base di questi dati è stato calcolato il numero di movimenti nel giorno medio relativo alle tre settimane di massimo traffico, suddividendo il valore ottenuto per tipologia di aeromobili e per operazione di volo (decollo, atterraggio) e applicato preliminarmente alle percentuali di utilizzo dello scalo dedotte dai tracciati radar di cui sopra.

6) Impostazione della griglia di calcolo: per la modellizzazione si è effettuata la simulazione per una griglia di calcolo con dimensioni di maglia 16 x16 m, posta ad un'altezza relativa sul suolo di 4 m, come da norma.

7) Individuazione dell'intorno aeroportuale ed elaborazione delle mappe acustiche con relativa individuazione della zone di rispetto, le rotte nominali e disperse (Fig.5) e delle mappe acustiche rappresentate in un sistema GIS mediante sovrapposizione con la CTR della Regione Sicilia (Fig.6), (Fig.7), (Fig.8), ed espresse con il descrittore acustico DNL, che corrisponde a meno di uno sfasamento temporale (dalle 22 alle 23) del periodo di riferimento, al descrittore italiano LVA che individua l'intorno aeroportuale attraverso la suddivisione dell'area di influenza acustica dell'infrastruttura, nelle tre zone acustiche A (60-65 dB), B (65-70 dB) e C (> 75 dB).

Figura 5 – Individuazione delle zone di rispetto dell'intorno aeroportuale.

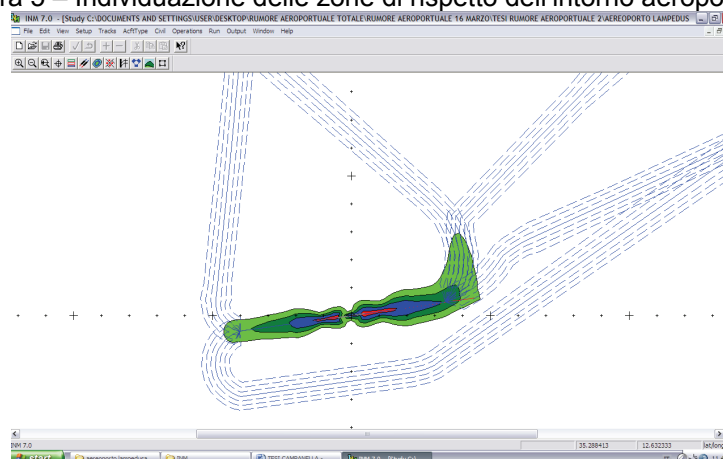


Figura 6 – Mappa acustica delle zone di rispetto dell'intorno aeroportuale e delle rotte sovrapposta alla CTR della Regione Sicilia.

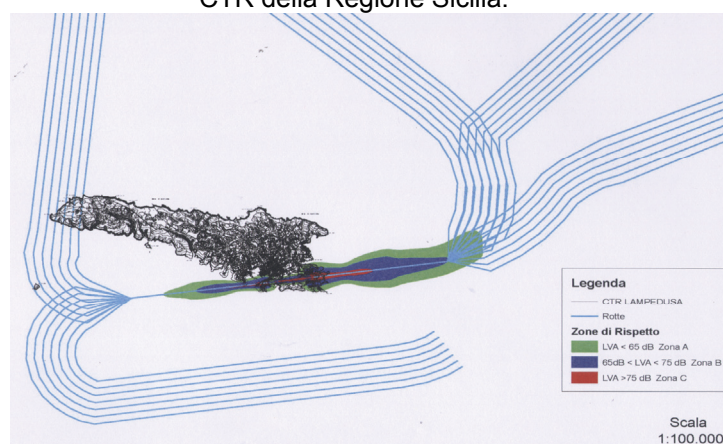


Figura 7 – Mappa acustica delle zone di rispetto dell'intorno aeroportuale sovrapposta alla CTR della Regione Sicilia.

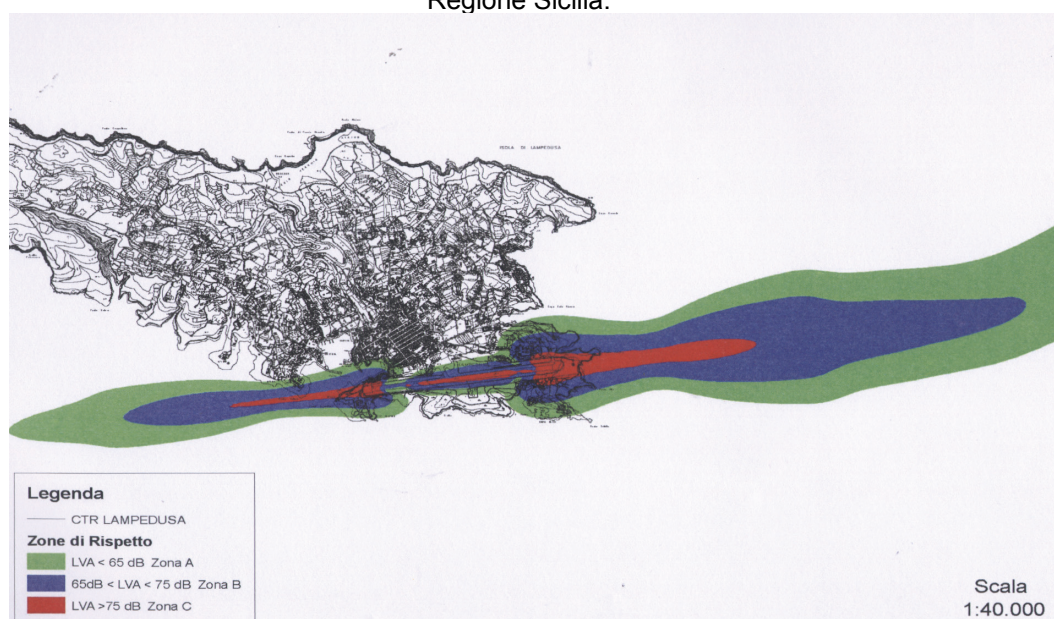
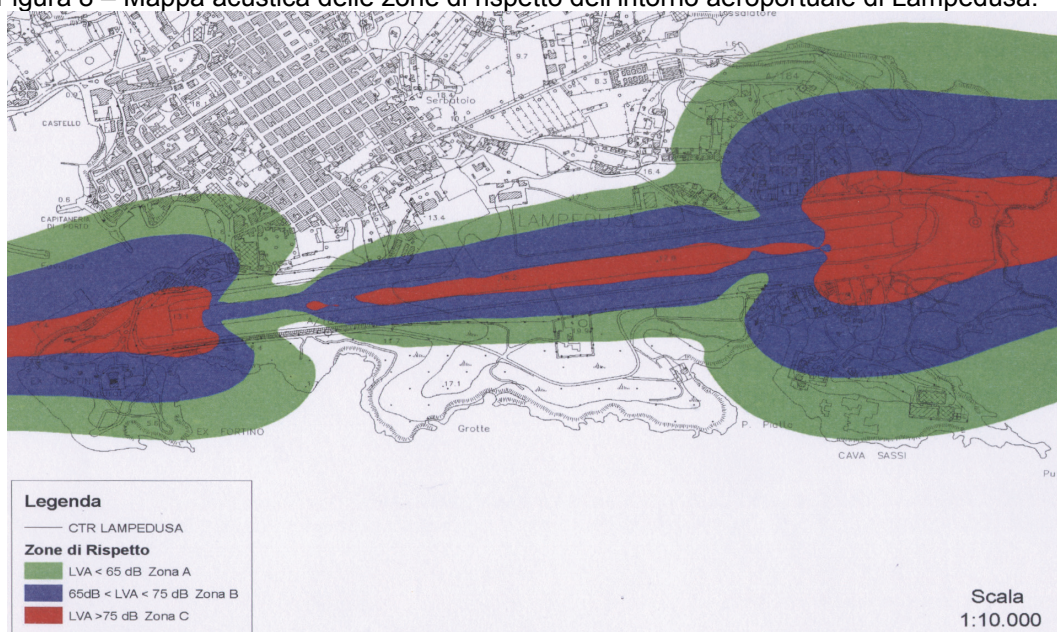




Figura 8 – Mappa acustica delle zone di rispetto dell'intorno aeroportuale di Lampedusa.



8) Validazione dei risultati: i dati relativi all'impatto acustico delle attività di volo svolte presso l'infrastruttura di Lampedusa e simulati attraverso l'impiego del programma previsionale INM, sono stati messi a confronto con i dati rilevati dal sistema di monitoraggio di cui è dotato l'aeroporto, integrati con i dati ricavati dalle campagne di monitoraggio.

## CONCLUSIONI.

I dati ricavati grazie alle campagne di monitoraggio e le mappe acustiche in scala cromatica relative ai descrittori  $L_{DEN}$  e  $L_{night}$  elaborate con il programma INM, rappresentano chiaramente la propagazione del rumore nell'area di studio: il rumore aeroportuale ha un impatto rilevante sul clima acustico limitatamente al numero di eventi giornalieri ed alla durata di ciascuno, il rumore da traffico stradale nella zona residenziale è sempre preponderante rispetto al rumore aeroportuale che prevale limitatamente alle aree molto vicine alle banchine.

L'impatto acustico del rumore correlato a tali sorgenti subisce, nell'isola di Lampedusa, un incremento nel periodo estivo per l'intensificarsi dei volumi di traffico aereo, navale e veicolare per la presenza di turisti.

Grazie alle indagini svolte sul territorio di Lampedusa da Arpa Sicilia in collaborazione con l'Asp competente, si è constatata una bassissima reazione al rumore degli aerei a fronte di una altissima reattività al rumore da traffico stradale interno, in controtendenza con i dati internazionali.

Nonostante l'elevato impatto acustico in alcune zone del territorio urbano, la scarsa o nulla reazione al rumore prodotto dall'aeroporto può essere attribuita al fatto che in media durante l'anno sono operati pochi voli giornalieri che costituiscono spesso l'unico mezzo di collegamento con la Sicilia in quanto, specie in inverno, Lampedusa è isolata via mare.

Il notevole incremento del numero di voli e del rumore correlato nel periodo estivo è ignorato a fronte dell'aumento di risorse economiche per il turismo, impossibili senza il collegamento aereo.