

PROGETTO REPORT

“Rumore e Porti”

CUP E48B17001310007

Prodotto T3.2.1

Modello di simulazione ai sensi della END

Componente T3

Attività T3.4

Data di consegna prevista: [da completare]

Data di consegna effettiva: [da completare]

Organizzazione responsabile della componente: **UNIFI**

Livello di diffusione		
PU	Pubblico	X
CO	Confidenziale, solo per i partner	

Numero della documentazione da consegnare:	T3.4.1
Responsabile della documentazione da consegnare:	ARPAT CSTB UNIGE
Componente:	T3 - verifica e validazione dei modelli e degli scenari sviluppati

Autore/i - in ordine alfabetico		
Nome	Organizzazione	E-mail
Matteo Bolognese	ARPAT	m.bolognese@arpat.toscana.it
Gaetano Licitra	ARPAT	g.licitra@arpat.toscna.it
Corrado Schenone	UNIGE	corrado.schenone@unige.it

Revisione del Documento			
Versione	Data	Modifiche	
		Tipo di modifiche	Modificato da

Sintesi
File di progetto del modello di calcolo con metodologia europea CNOSSOS per la mappatura di un'area test, nel rispetto degli obblighi di legge per il 2022.

Indice generale

1	Introduzione.....	4
2	Mappatura dell'area portuale del Porto di Livorno.....	5
2.1	Suddivisione in categorie.....	5
2.1.1	Portuale.....	6
2.1.2	Navale.....	6
2.1.3	Industriale.....	7
2.2	Caratterizzazione del territorio.....	7
2.3	Caratterizzazione delle sorgenti.....	7
2.3.1	Sorgenti stradali.....	7
2.3.2	Sorgenti ferroviarie.....	8
2.3.3	Sorgenti Navali.....	9
2.3.4	Sorgenti portuali.....	9
2.3.5	Sorgenti industriali.....	10
3	Le mappe di rumore.....	11
3.1	Mappe delle sorgenti predominanti.....	12
4	Conclusioni.....	14
5	Allegati.....	15

1 Introduzione

La Direttiva Europea «Environmental Noise Directive 2002/49/EC» (END) definisce i concetti fondamentali per la determinazione e la gestione del rumore ambientale attraverso l'introduzione di:

- descrittori acustici comuni a tutti i Paesi Membri dell'UE;
- metodologie nella realizzazione delle misure fonometriche;
- metodologie di valutazione del rumore e del fastidio percepito dalle persone;
- criteri per la pianificazione acustica.

Lo strumento di pianificazione utilizzato per la caratterizzazione acustica è la Mappatura Acustica Strategica, finalizzata a determinare l'esposizione globale al rumore in una certa zona a causa di varie sorgenti di rumore. Nel caso si consideri un'unica sorgente di rumore all'interno di un agglomerato urbano, ad esempio una infrastruttura portuale, si realizza una mappatura acustica per caratterizzare tale sorgente, rappresentando i relativi dati in funzione di un descrittore acustico che indichi il superamento di valori limite vigenti, del 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.

Secondo la END, la valutazione e il controllo del rumore devono essere fatti seguendo in ordine progressivo le azioni sotto indicate:

- a) l'elaborazione della mappatura acustica e delle mappe acustiche strategiche;
- b) l'elaborazione e l'adozione dei piani di azione, volti ad evitare e a ridurre il rumore ambientale laddove necessario, in particolare, quando i livelli di esposizione possono avere effetti nocivi per la salute umana, nonché ad evitare aumenti del rumore nelle zone silenziose;
- c) assicurare l'informazione e la partecipazione del pubblico in merito al rumore ambientale ed ai relativi effetti.

Nell'ambito dei progetti del programma INTERREG Marittimo e in particolare nel corso del Progetto MON ACUMEN sono state svolte attività di mappatura acustica di quattro aree portuali. Nello spirito di collaborazione tra i progetti promosso dal programma, il progetto REPORT raccoglie le esperienze maturate negli altri progetti per valorizzare i risultati ottenuti. Pertanto, al fine di illustrare un possibile adattamento della END all'ambito portuale si descrive la realizzazione della mappa del porto di Livorno. L'intero processo che ha portato alla realizzazione delle mappe è stato codificato all'interno del progetto mediante specifici documenti che hanno definito le modalità tecniche e metodologiche ritenute necessarie per una corretta mappatura di una complessa infrastruttura qual è il porto. I prodotti di riferimento sono i seguenti:

- Prodotto T2.1.1 definisce le modalità di caratterizzazione delle sorgenti;
- Prodotto T2.2.1 stabilisce quali dati acquisire;
- Prodotto T2.3.3 stabilisce come raggruppare le sorgenti all'interno del modello;
- Prodotto T2.3.4 stabilisce la modalità di rappresentazione dei risultati.

2 Mappatura dell'area portuale del Porto di Livorno

Descrizione delle strategie di caratterizzazione delle sorgenti e di raggruppamento delle stesse in gruppi in modo da permettere l'identificazione delle responsabilità discernendo i contributi del traffico navale, delle attività industriali, delle attività portuali, del traffico cittadino e del traffico indotto dal porto.

La mappatura di un'area portuale presenta diverse difficoltà sia di livello tecnico che concettuale. Le difficoltà tecniche vanno ricercate nella grande varietà di sorgenti diverse impiegate in attività ben distinte, e nella coesistenza di diverse infrastrutture di trasporto, come strade, ferrovie e talvolta persino traffico aereo. Un esempio di difficoltà metodologiche è la definizione dell'area di studio la quale non risulta banale. In letteratura sono presenti almeno due diversi approcci: fermarsi ai confini geografici dell'area portuale; oppure definire l'area di studio in base ad una simulazione preliminare. Possiamo già dire che nel cluster dei progetti rumore del programma INTERREG si è scelta la seconda strada seguendo quanto consigliato dal progetto NoMePort. In particolare, per la definizione dell'area di studio è stata effettuata una simulazione preliminare nella quale non sono stati considerati gli effetti sulla propagazione causati dall'edificato. A partire dalle curve di isolivello si è definita l'area portuale come l'insieme dei punti in cui risultava verificata almeno una delle seguenti condizioni:

- $L_{DEN} > 55 \text{ dB(A)}$;
- $L_{night} > 50 \text{ dB(A)}$.

Si è così identificata e costruita l'area di studio all'interno della quale si è valutato l'impatto del porto in termini di esposizione dei cittadini.



Figura 1: Individuazione dell'area di calcolo.

2.1 Suddivisione in categorie

Considerata la complessità dell'area portuale e la presenza di sorgenti di rumore gestite da enti diversi e con diverse responsabilità, è risultato necessario suddividere dall'inizio le sorgenti sonore all'interno del modello di calcolo. In particolare le sorgenti sono state raggruppate in gruppi corrispondenti alle seguente classi di rumore:

- sorgenti stradali;
- sorgenti ferroviarie;
- sorgenti portuali;
- sorgenti navali;
- sorgenti industriali.

Nei casi di traffico stradale e ferroviario è importante considerare che all'esterno dell'area portuale il traffico estraneo al porto e quello prodotto dall'attività portuale confluiscono nelle stesse infrastrutture. Per entrambi i casi si rende necessario predisporre tre diverse sottoclassi di sorgenti che rappresentino tale realtà e realizzare quindi appositi studi e o modelli previsionali atti a valutare l'entità delle varie componenti:

- traffico interno;
- traffico esterno attribuibile all'attività portuale;
- traffico esterno non attribuibile all'attività portuale.

Per il traffico stradale e ferroviario dovrà essere prodotta una mappa di rumore unica e comprensiva di tutte le sorgenti inserite nelle tre sottoclassi. La presenza delle sottoclassi è necessaria per determinare le responsabilità delle singole infrastrutture in caso di criticità acustiche.

2.1.1 Portuale

Rientrano in questa categoria tutte le sorgenti di rumore quando impiegate in attività prettamente portuali quali veicoli e macchinari di ogni tipo quando operanti nell'area portuale ed impiegati in operazioni di:

- carico/scarico di treni-merci;
- carico/scarico di navi;
- operazioni a servizio delle navi.

A titolo di esempio riportiamo una serie di attività rientranti nella categoria:

- attività di approvvigionamento di navi passeggeri e/o merci;
- carico/scarico di container;
- fasi di imbarco e sbarco di veicoli leggeri e pesanti da imbarcazioni Ro-Ro;
- carico/scarico di container su vagoni merci;
- rifornimento di carburante.

Specificatamente alle attività di carico/scarico merci dalle imbarcazioni, si consiglia di modellizzare le sorgenti come "sorgenti areali" posizionate nella porzione di banchina a ridosso della nave, effettuando specifiche campagne di misura per valutare la potenza sonora.

2.1.2 Navale

All'interno della classe "sorgenti navali" sono incluse tutte le imbarcazioni commerciali e passeggeri, tra cui riportiamo a titolo di esempio:

- navi da crociera;
- imbarcazioni Ro-Ro;
- navi portacontainer;
- navi petroliere;
- navi chimichiere.

Non sono incluse:

- imbarcazioni da diporto, le quali sono state trattate in un apposito studio;
- pescherecci;
- imbarcazioni delle forze dell'ordine.

Nel modello vanno inserite specifiche sorgenti al fine di rappresentare la nave durante le fasi di transito e di stazionamento, con particolare attenzione alla modellizzazione di specifiche sorgenti interne alla nave come camini e bocche di areazione. In particolare, la notevole altezza alla quale è posizionato il camino favorisce la propagazione a lunga distanza del rumore generato.

2.1.3 Industriale

Rientrano in questa categoria tutte le sorgenti di rumore quando impiegate in attività prettamente industriali e non correlate al traffico navale. In particolare:

- macchinari e veicoli a servizio di attività industriali esterne o interne a capannoni;
- attività di carico/scarico legate alle attività industriali.

A titolo di esempio, si possono elencare macchinari del tipo: reach stacker, gru, trattori, carrelli elevatori, pompe, compressori, generatori, ma anche impianti interni a capannoni, che producono rumore in esterno attraverso le aperture degli stessi.

2.2 Caratterizzazione del territorio

La caratterizzazione del territorio ha richiesto la raccolta delle seguenti informazioni cartografiche:

- shape file della rete infrastrutturale (strade, ferrovie);
- edificato;
- punti quota e linee altimetriche;
- uso del suolo (Corine Land Cover);
- piano comunale di classificazione acustica, visibile in Figura 2.

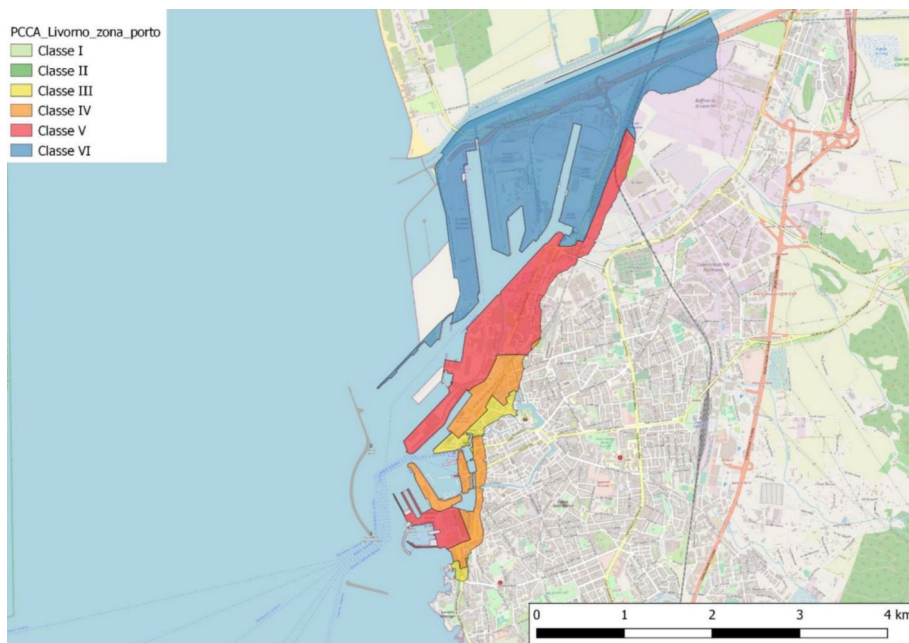


Figura 2: Classificazione acustica dell'area portuale secondo il PCCA del comune di Livorno.

2.3 Caratterizzazione delle sorgenti

2.3.1 Sorgenti stradali

Il calcolo dell'emissione dell'infrastruttura stradale è stato eseguito sia tramite il modello NMPB 2008 che secondo CNOSSOS. La caratterizzazione delle sorgenti stradali si è basata su un modello di traffico per propagare il traffico all'interno della rete stradale, sulle misure dei flussi di traffico ai varchi del porto fornite dall'autorità portuale e sulla base di rilievi di traffico effettuati dall'ARPAT in passato e di rilievi effettuati appositamente. Sulla base di questi dati, si è potuta effettuare la suddivisione richiesta nelle diverse tipologie di traffico stradale.

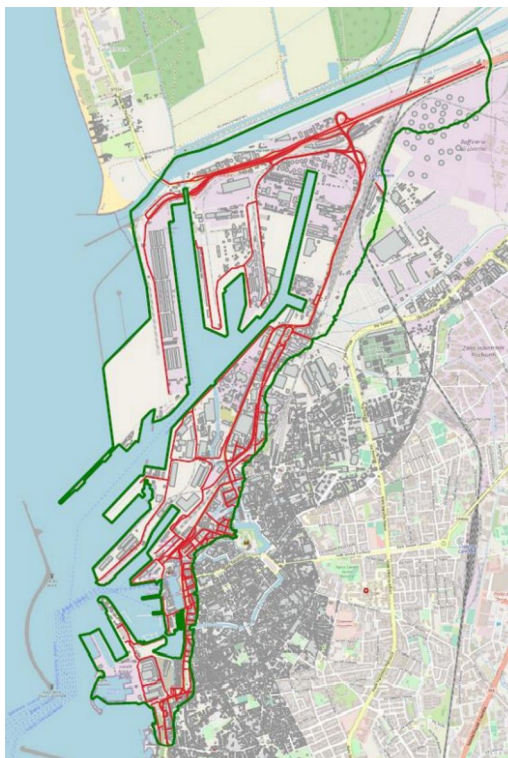


Figura 3: Rete stradale interna all'area di calcolo

2.3.2 Sorgenti ferroviarie

Nella caratterizzazione del traffico ferroviario, non si è potuto godere della collaborazione dell'ente gestore delle tratte ferroviarie presenti nel fornire dati di traffico, pertanto ci si è limitati al traffico esclusivamente ferroviario (per giunta dominante nell'area di calcolo) per la cui caratterizzazione si è fatto utilizzo di informazioni fornite dall'autorità portuale.

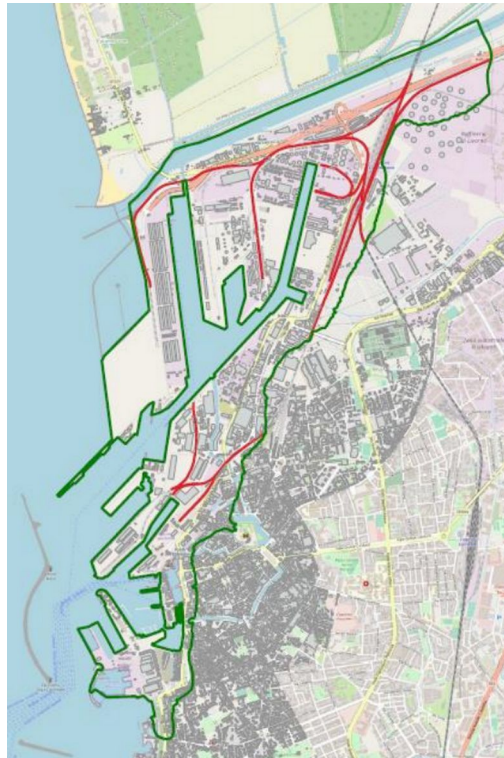


Figura 4: Linee ferroviarie interne all'area di calcolo.

2.3.3 Sorgenti Navali

All'interno delle sorgenti navali non sono state considerate le operazioni di ormeggio/disormeggio. Queste sono infatti risultate trascurabili rispetto alle altre fasi al seguito di specifiche campagne di misura. Le categorie di imbarcazioni richieste dal progetto sono:

- navi da crociera;
- imbarcazioni Ro-Ro;
- navi portacontainer;
- navi chimichiere;
- navi motocisterne;
- traghetti.

Sono stati esclusi dall'insieme delle sorgenti navali le piccole imbarcazioni come quelle da diporto, i pescherecci e le imbarcazioni delle forze dell'ordine, oltre alle petroliere in quanto, per motivi legati alla sicurezza degli impianti petrolchimici, non è stato possibile caratterizzare tali imbarcazioni. Per caratterizzare le imbarcazioni in movimento è stata effettuata un'apposita campagna di caratterizzazione secondo un metodo simile al Pass-by.

I flussi di pilotine e rimorchiatori sono stati ricavati sulla base di informazioni fornite dal corpo dei piloti del porto.

2.3.4 Sorgenti portuali

Rientrano in questa categoria tutte le sorgenti di rumore di tipo industriale quando impiegate in attività prettamente portuali, quali veicoli e macchinari di ogni tipo operanti nell'area portuale ed impiegati in operazioni di:

- carico/scarico di treni merci;
- carico/scarico di navi;
- operazioni a servizio delle navi.

La potenza sonora associata ad ogni sorgente è stata ricavata secondo i seguenti metodi in ordine di priorità di utilizzo:

- utilizzo di specifica documentazione fornita dalle attività, in particolare Valutazione di Impatto Acustico;
- utilizzo di dati presenti in letteratura;
- effettuazione di apposite sessioni di misura volte alla caratterizzazione acustica.

I macchinari presenti sono i seguenti:

- ship to shore;
- RTG;
- reach stacker;
- front lift;
- fork lift;
- trattore portuale;
- ruspa;
- gru da banchina.

Per ognuna delle sorgenti sopra elencate è stata valutata la tipologia di funzionamento al fine di caratterizzare l'emissione sonora attraverso due possibili approcci: la definizione di una sorgente puntiforme statica o in movimento. La necessità di tale suddivisione consegue dal fatto che le operazioni di spostamento sono considerate come sorgenti sonore mobili, mentre le operazioni effettuate dal mezzo in sosta, invece, sono state modellizzate attraverso l'implementazione di una sorgente puntuale.

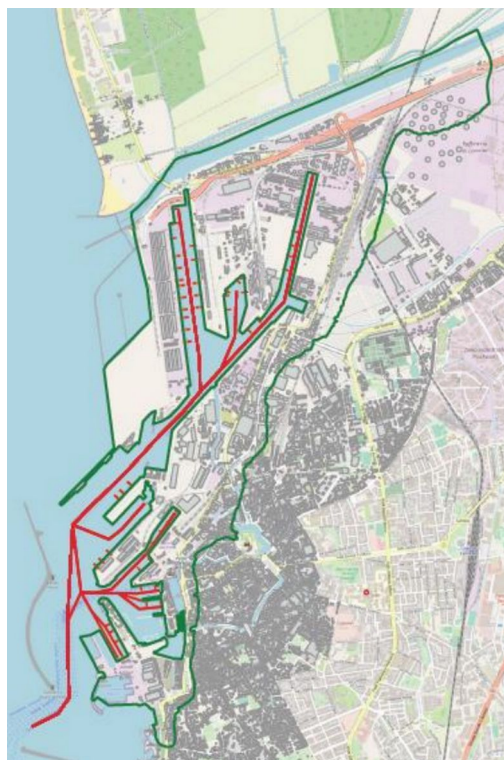


Figura 5: Localizzazione delle sorgenti navali all'interno dell'area di calcolo

2.3.5 Sorgenti industriali

Le sorgenti acustiche delle sorgenti industriali sono le medesime riportate tra le sorgenti portuali, ma vengono annoverate tra le sorgenti industriali se utilizzate in attività prettamente industriali e non correlate al traffico navale. In particolare:

- macchinari e veicoli a servizio di attività industriali esterne o interne a capannoni;
- attività di carico/scarico legate alle attività industriali.

La posizione delle sorgenti industriali è stata definita utilizzando informazioni fornite dalle ditte responsabili delle attività svolte dai macchinari; in alternativa si sono utilizzate le informazioni presenti nelle valutazioni di impatto acustico.

3 Le mappe di rumore

Le mappe delle singole sorgenti e le mappe complessive sono state calcolate con le impostazioni riportate in Tabella 1.

Tabella 1- Impostazioni di calcolo.

Impostazioni di calcolo	
Ordine di riflessione	1
Max raggio di riflessione [m]	500
Max distanza di riflessioni da ricevitore [m]	500
Max distanza di riflessioni da sorgente [m]	100
Spaziatura griglia [m]	10
Punti ricettori per calcolo livelli in facciata (FNM)	1 al centro di ogni facciata
Distanza dalla facciata per FNM [m]	1,0
Altezza per FNM [m]	1,5
Altezza piani superiori per FNM [m]	3,0
dB ponderati	dB (A)
Standard rumore industriale	ISO 9513-2: 1996
Standard rumore stradale	NMPB 2008, CNOSSOS

In Figura 6 riportiamo a titolo di esempio la mappa relativa al gruppo delle sorgenti navali secondo l'indicatore L_{DEN} .

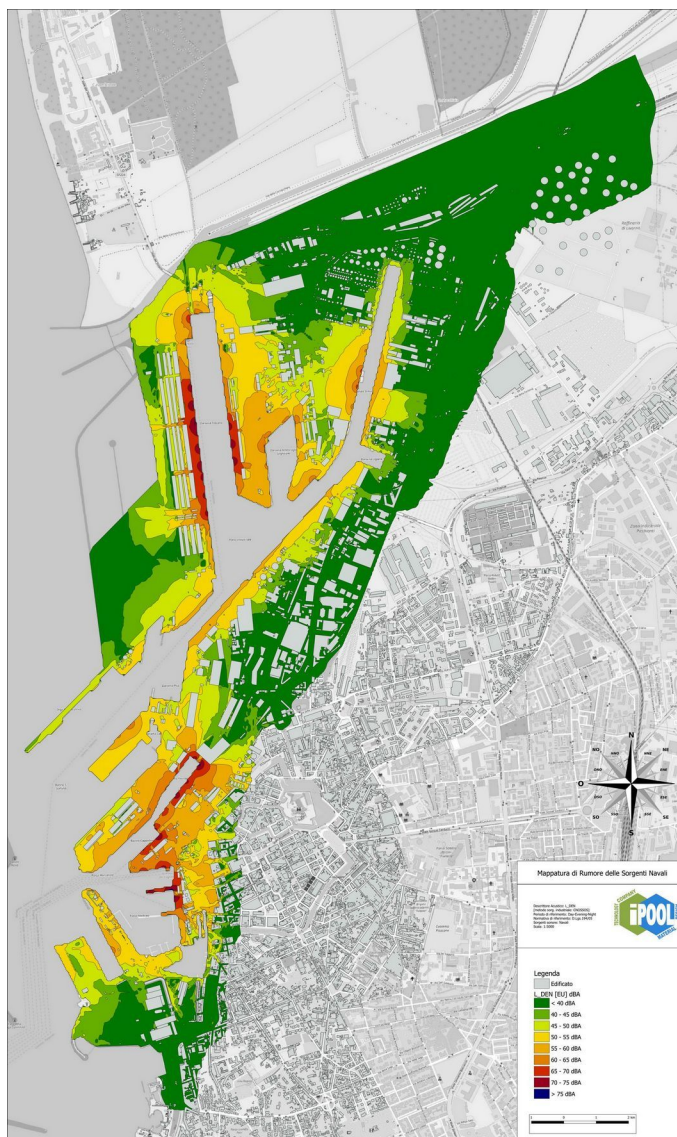


Figura 6: Mappa delle sorgenti navali rispetto all'indicatore L_{DEN} e il metodo di calcolo CNOSSOS.

3.1 Mappe delle sorgenti predominanti

Utilizzando i risultati delle mappe delle singole sorgenti è stato possibile realizzare una nuova tipologia di mappa, la mappa delle sorgenti predominanti. Per realizzarla, in ciascun punto della griglia di calcolo viene esaminato il livello per ogni sorgente e, se esiste una sorgente il cui livello, per analogia con quanto indicato nella UNI 10855: 1999, è maggiore della somma di quella di tutte le altre, al punto viene associato un simbolo specifico:

- triangolo per la sorgente navale;
- quadrato per la sorgente del porto;
- croce per la sorgente industriale;
- cerchio per la sorgente stradale;
- rombo per la sorgente ferroviaria.

L'interno del simbolo viene quindi colorato sulla base del livello totale di rumore presente secondo la scala cromatica definita dalla normativa europea. Se non esiste una sorgente, il cui livello è superiore alla somma di tutte le altre, al punto viene associato un cerchio bianco.

Lo scopo di tali mappe è quello di evidenziare zone in cui uno dei gruppi di sorgenti prevale sugli altri.

Per realizzare tali mappe e quindi distinguere i diversi contributi al rumore ambientale nell'area portuale è quindi indispensabile effettuare mappe specifiche per le diverse sorgenti presenti, così come eseguito. In Figura 7 viene riportata a titolo di esempio una mappa delle sorgenti predominanti del porto di Livorno secondo l'indicatore L_{DEN} .



Figura 7: Mappa delle sorgenti predominanti secondo l'indicatore L_{DEN} e il metodo di calcolo CNOSSOS

4 Conclusioni

Le esperienze sviluppate all'interno del progetto MONACUMEN e documentate nella presente relazione tecnica, così come le attività condotte negli altri diversi progetti del Cluster Rumore del Programma INTERREG IT-FR Marittimo (DECIBEL LIST.PORT, REPORT, TRIPLO), hanno permesso di valutare la applicabilità delle attuali metodiche per la Mappatura Acustica Strategica, e in particolare del metodo di calcolo CNOSSOS-EU, all'ambito portuale.

A questo ha contribuito in particolare lo sviluppo condotto all'interno del progetto REPORT, in relazione ai punti di forza e debolezza, così come agli ostacoli e possibilità, propri degli attuali metodi di calcolo per il rumore portuale e navale

A conclusione di tale attività si può affermare che di sicuro è possibile sviluppare con i simulatori attualmente disponibili una valutazione del rumore generato all'interno delle aree portuali dalle diverse sorgenti in esse presenti (navi, gru, cantieri, mezzi di trasporto su gomma, mezzi di trasporto su rotaia, etc.). Sia l'indicatore L_{DEN} , sia l'indicatore L_{night} possono essere mappati in modo significativo, contribuendo quindi alla definizione dell'estensione delle aree interessate ai diversi range di livelli sonori identificati dalla END, così come al conteggio del numero di cittadini esposti per ciascuna delle fasce di rumore.

Detto questo, va anche sottolineato che i progressi ottenuti durante lo sviluppo del progetto REPORT aprono la strada ad aggiornamenti ed evoluzioni nelle metodiche di calcolo. In particolare, mentre sono risultati sostanzialmente adeguati gli algoritmi relativi alla propagazione del suono nell'ambiente esterno, due elementi hanno indicato necessità di miglioramenti, in parte di recente già implementati nelle metodiche di calcolo.

Un primo elemento è costituito dalla caratterizzazione acustica delle navi e delle gru, che, tra le diverse categorie di sorgenti presenti in porti, giocano evidentemente un ruolo preminente. Su questo punto si sono fatti rilevanti progressi, che permettono ora una migliore e più accurata definizione di tali sorgenti di rumore in termini di spettro potenza sonora, o meglio di spettri, visto che ognuna di esse può essere guardata come una somma di diverse sorgenti.

Un ulteriore aspetto rilevante riguarda la distribuzione temporale delle emissioni a fronte dalla operatività delle navi nell'arco delle 24 ore. Infatti la valutazione sia di L_{DEN} , sia di L_{night} non può prescindere dall'analisi della storia temporale dei livelli sonori. Anche questo aspetto è stato oggetto di studio, fino ad approdare a soluzioni convincenti.

In sintesi, è possibile a valle dello sviluppo del progetto REPORT, realizzare mappature acustiche strategiche delle aree portuali conformi alla direttiva END. Ulteriori affinamenti delle metodiche di calcolo, possibili anche alla luce delle attività condotte, potranno rendere più accurate ed efficaci le modellizzazioni numeriche.

5 Allegati

In Allegato al prodotto vengono rese disponibili le mappe di rumore in formato Shapefile. Queste sono raggruppate secondo il seguente schema:

- Allegato_1_T3.4.1: Mappe del rumore **complessive** L_{DEN} e L_{night} ;
- Allegato_2_T3.4.1: Mappe dell'esposizione **complessive** L_{DEN} e L_{night} ;
- Allegato_3_T3.4.1: Mappe del rumore e mappe dell'esposizione delle sorgenti **stradali** L_{DEN} e L_{night} ;
- Allegato_4_T3.4.1: Mappe del rumore e mappe dell'esposizione delle sorgenti **ferroviarie** L_{DEN} e L_{night} ;
- Allegato_5_T3.4.1: Mappe del rumore e mappe dell'esposizione delle sorgenti **Industriali** L_{DEN} e L_{night} ;
- Allegato_6_T3.4.1: Mappe del rumore e mappe dell'esposizione delle sorgenti **portuale** L_{DEN} e L_{night} ;
- Allegato_7_T3.4.1: Mappe del rumore e mappe dell'esposizione delle sorgenti **navale** L_{DEN} e L_{night} ;
- Allegato_8_T3.4.1: Mappe delle sorgenti predominanti L_{DEN} , L_{day} e L_{night} (In formato .jpg);
- Allegato_9_T3.4.1: Strumenti:
 - area di calcolo;
 - edificato;
 - punti misura.