



La cooperazione al cuore del Mediterraneo La
coopération au cœur de la Méditerranée

Questo Programma è cofinanziato dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Disciplinare tecnico per la realizzazione della mappa di rumore del porto di Cagliari

Progetto MON ACUMEN

“MONitorage Actif Conjoint Urbain-MaritimE de la Nuisance”

1. Introduzione

L'affidamento in oggetto consiste nella modellizzazione acustica del Porto Vecchio di Cagliari e nella produzione di mappe di rumore. La mappatura è parte dell'Attività T2.3 nel progetto MON ACUMEN e, assieme alle mappe di rumore degli altri porti in studio, contribuirà alla realizzazione del Prodotto T2.3.1 "Mappatura inquinamento acustico nei porti commerciali".

Il prodotto T2.3.1 è definito dal progetto come la "cartografia del territorio portuale e periportuale basato sui livelli di rumore riscontrati e collegati alle attività portuali svolte, per evidenziare la cittadinanza esposta e realizzare gli opportuni sistemi di monitoraggio continuo."

Specifici prodotti del Progetto MON ACUMEN definiscono le tipologie di sorgente e le metodologie di misura (Prodotto T2.1.1), i parametri di input del modello di simulazione (Prodotto T2.2.1), le specifiche delle mappe di rumore (Prodotto T2.3.3) e le linee guida per la redazione del rapporto finale. Le specifiche minime e le linee guida verranno quindi riportate in seguito.

2. Specifiche

2.1. Normativa di riferimento

Normativa di riferimento europea e italiana:

- Direttiva europea 49/2002/CE;
- D.Lgs. n.194 del 2005;
- D.Lgs. n. 42 del 2017;
- Legge Quadro n.447/95 e successivi decreti attuativi;
- DM 29/11/2000 e successive modifiche.

2.2. Indicatori

La normativa europea di riferimento in materia di mappatura acustica è la Direttiva 49/2002/CE.

In particolare, la normativa europea, recepita in Italia dal D. Leg n.194 del 2005 (successivamente integrato dal D. Leg. n.42 del 2017 “Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico”) prescrive la realizzazione di mappe acustiche mediante il calcolo di specifici indicatori quali L_{DEN} e L_{night} , definiti dalla stessa come:

$$L_{DEN} = 10 \log_{10} [(14 \times 10^{L_{day}/10} + 2 \times 10^{(L_{evening} + 5)/10} + 8 \times 10^{(L_{night} + 10)/10}) / 24]$$

Dove:

- L_{DEN} è il livello continuo equivalente a lungo termine ponderato “A” definito alla norma ISO 1996-2:1987, determinato sull’insieme dei periodi giornalieri di un anno solare;
- L_{day} 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 (periodo tra le 6:00 e le 20:00);
- $L_{evening}$ 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 (periodo tra le 20:00 e le 22:00);
- L_{night} 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 (periodo tra le 22:00 e le 06:00).

Ai fini del pieno utilizzo delle mappe ottenute, finalizzate sia alla definizione dei siti dove collocare le stazioni di monitoraggio che alla individuazione di possibili azioni di risanamento, è opportuno utilizzare anche gli indicatori previsti dalla normativa italiana.

In particolare l'allegato 1, comma 4 del DM 29/11/2000 stabilisce come l'indice di priorità degli interventi, debba essere calcolato attribuendo ad ogni singolo edificio il livello continuo equivalente di pressione sonora valutato nel punto di maggiore criticità della facciata più esposta.

L'indicatore scelto dalla normativa italiana è il livello equivalente di pressione sonora relativa al periodo di riferimento "i" L. I periodi di riferimento sono i seguenti:

- periodo di riferimento diurno (06-22);
- periodo di riferimento notturno (22-06).

2.3. Dimensioni area di studio

Non è necessario tenere in considerazione l'intera area urbana. Il confine dell'area di studio va determinato seguendo la seguente metodologia:

- l'area portuale;
- le aree residenziali ed altre aree sensibili vicine ed influenzate dal porto;
- le aree comprese tra le sorgenti di rumore portuali e le aree acusticamente sensibili circostanti;
- effettuare una simulazione preliminare contenente la totalità delle sorgenti interne al porto e le vie di accesso al porto e ad esso limitrofe e ignorando riflessioni e ostacoli causati dall'edificato urbano;
- identificare l'area con $L_{den} > 55$ dB ;
- identificare l'area con $L_{night} > 50$ dB ;

Le aree così selezionate costituiranno l'area di studio.

La simulazione preliminare deve essere eseguita in assenza dell'edificato, deve contenere tutte le sorgenti riconducibili alle attività portuali, compresa la logistica, e tenere conto dei tempi di utilizzo delle sorgenti.

Identificata l'area di calcolo sarà necessario modellizzare le principali infrastrutture di trasporto interne ad essa, anche quelle non interessate dal traffico riconducibile all'attività portuale. Ciò è fondamentale per ottenere stime dei livelli di rumore ai ricettori compatibili con le misure sul campo.

2.4. Metodo di calcolo

Il calcolo dovrà essere effettuato seguendo tutte e due le diverse metodologie di seguito riportate.

La **prima** prevede:

- per il rumore stradale la NMPB 2008.
- per le restanti sorgenti la ISO 9613-2:1996;

La **seconda** metodologia prevede l'utilizzo di CNOSSOS-EU.

3. Dati di input al modello

I principali parametri necessari per poter effettuare una mappatura sono:

- modello 3d dell'area di studio;
- inventario delle principali sorgenti;
- classificazione delle principali sorgenti.

I dati, se non forniti dal committente, dovranno essere reperiti autonomamente dal contraente.

La classificazione delle sorgenti sonore e le tecniche di caratterizzazione delle stesse verranno trattate approfonditamente nei capitoli successivi.

Al tal fine, si rappresenta che l'Ente dispone già delle rilevazioni fonometriche eseguite su nautica da diporto, navi da crociera, navi Ro Ro . pax, mentre sta per eseguire i rilievi fonometrici, di breve e lunga durata, in n.6 ricettori sensibili, esterni alla zona commerciale del Porto in cui ormeggiano le navi ed in cui si svolge la totalità della movimentazione dei semirimorchi del Porto di Cagliari.

3.1. Modello 3d - Informazioni geografiche

Il modello geografico dell'area deve includere le seguenti informazioni fornite dalla Stazione Appaltante:

- dati morfologici;
- dati topografici;
- edificato.

In particolare, le caratteristiche dei dati geografici da raccogliere e, all'occorrenza aggiornare, sono:

- altezze del suolo (punti quota e/o isoipse);
- edifici industriali e residenziali, incluse le altezze;
- altri ostacoli presenti nell'area di studio (per esempio formazioni di container, barriere antirumore, ecc...);
- posizione delle sorgenti di rumore:
 - Industrie;
 - assi stradali principali;
 - assi stradali secondari;
 - assi ferroviari;
 - posizione dei ricettori sensibili (scuole, ospedali, aree quiete);

- uso del suolo e assorbimento del terreno (Corinne Land Cover).

4. Definizione delle classi di sorgenti nel modello

All'interno del modello le sorgenti dovranno essere organizzate in classi in base al loro utilizzo, così da permettere la produzione di mappe di rumore differenziate.

Nei casi di traffico stradale e traffico 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 nel modello tre diverse sottoclassi di sorgenti che rappresentino tale realtà:

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

La valutazione della componente di traffico esterno attribuibile all'attività portuale va effettuata o tramite appositi studi o applicando modelli previsionali.

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.

A proposito di alcune tipologie di sorgenti (ad esempio unità di movimentazione carico, apparecchiature manuali, ecc...) è necessario notare che una stessa attività rientra in una diversa classe di sorgente a seconda dell'area e delle finalità in cui questa viene svolta.

Di seguito sono riportate le classi di sorgenti.

4.1. Classe delle sorgenti navali

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

- navi da crociera;
- navi Ro-Ro - pax;

Non sono incluse:

- imbarcazioni da diporto;
- pescherecci;
- imbarcazioni delle forze dell'ordine o dell'esercito.

Nel modello vanno inserite specifiche sorgenti al fine di rappresentare le differenti tipologie di nave durante le seguenti fasi: transito nell'area portuale e stazionamento a banchina. Tali fasi, di fatto, vanno modellizzate e caratterizzate diversamente perché hanno caratteristiche emissive diverse sia in termini di potenza sonora che di altezza di emissione. Infatti, particolare attenzione dovrà essere data alla modellizzazione di specifiche sorgenti quali camini e bocche di aerazione in fase di stazionamento e transito. In particolare, la notevole altezza alla quale è posizionato il camino favorisce la propagazione a lunga distanza del rumore generato. Alla luce dell'elevata complessità delle navi dal punto di vista delle sorgenti di rumore presenti, per consentirne una corretta caratterizzazione, si suggeriscono misure con camera acustica.

4.2. Classe delle sorgenti portuali

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 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;
- fasi di imbarco e sbarco di veicoli leggeri e pesanti da navi Ro-Ro;
- rifornimento di carburante.

Specificatamente alle attività di carico/scarico merci dalle navi, 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 delle differenti tipologie di imbarcazioni.

4.3. Classe delle sorgenti industriali

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.

4.4. Classe delle sorgenti stradali

Come precedentemente riportato, le sorgenti stradali vanno suddivise in tre differenti sottoclassi:

- traffico stradale interno (il traffico stradale interno all'area portuale);

- traffico stradale indotto (il traffico esterno all'area portuale riconducibile all'attività portuale);
- traffico stradale esterno (il traffico stradale esterno all'area portuale non riconducibile all'attività portuale).

Si precisa che nella classe “traffico stradale interno” deve essere inserito tutto il traffico sulla rete stradale interna all'area portuale. Questo può essere determinato o attraverso studi pregressi oppure attraverso misure di traffico interno e ai varchi.

5. Caratterizzazione delle sorgenti

I metodi di caratterizzazione delle sorgenti esulano dall'utilizzo delle stesse e quindi dalla loro classe di appartenenza all'interno del modello. In seguito si riporta la suddivisione delle sorgenti in base alle caratteristiche fisiche e le metodologie di caratterizzazione da seguire.

Il contraente dovrà reperire quante più informazioni possibili dalle valutazioni di impatto acustico delle aziende operanti nell'area portuale. In mancanza di esse, dovrà contattare le singole aziende per reperire tali informazioni oppure potrà procedere a indagini sul campo.

Le misure di caratterizzazione sul campo dovranno essere effettuate in numero sufficiente per consentire una trattazione statistica. Nel caso di sorgenti non stazionarie o in movimento dovrà essere registrato anche il SEL di ciascuna misura in modo da permettere medie energetiche tra le ripetizioni. Il numero consigliato di misure da eseguire per ciascuna operazione o fase di funzionamento della sorgente è cinque (minimo tre). Per ciascuna sorgente caratterizzata dovrà essere prodotta una scheda che descriva tutta la procedura di caratterizzazione.

Se il contraente ne è in possesso, può utilizzare caratterizzazioni sul campo effettuate in altri porti dell'area di cooperazione se effettuate mediante il protocollo di misura MON ACUMEN successivamente descritto.

In Tabella 1 è descritto il protocollo di misura MON ACUMEN il quale, per ciascuna sorgente riportata indica le fasi di utilizzo da caratterizzare e la metodologia di caratterizzazione da utilizzare.

Nel caso in cui le tecniche indicate non dovessero essere sufficienti a caratterizzare adeguatamente la sorgente in esame, si richiede l'utilizzo di camera acustica. In particolare, se ne auspica l'utilizzo in fase di caratterizzazione di imbarcazioni di grandi dimensioni o di sorgenti areali particolarmente complesse

Tipologia Sorgente	Dati di interesse	Metodo di misura
<p>Nave</p>	<p>Tipologia: Le navi dovranno essere classificate secondo le seguenti categorie:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Traghetti; ● RoRo; ● Portacontainer; ● Crociere; ● Chimichiere; ● Motocisterne; ● Pilotine; ● Rimorchiatori. <p>Flusso: Ricavato dai dati raccolti dall'Avvisatore Marittimo su tutte le movimentazioni in porto nel corso dell'anno (comprese le movimentazioni interne):</p> <ul style="list-style-type: none"> ● orari di ingresso e uscita dal porto; ● orario di ormeggio e disormeggio; ● banchina di ormeggio; <p>Dimensioni: è necessario conoscere le dimensioni principali della nave perché possono influenzare il rumore prodotto e la sua propagazione.</p>	<p>Attualmente nessuno standard di misura esiste per quanto riguarda le navi per navigazione marina. L'unico standard esistente riguarda il rumore emesso da navi impiegate in navigazione in acque interne: ISO 2922:2000 Measurement of airborne sound emitted by vessels on inland waterways and harbours.</p> <p>Alla luce di quanto sopra, tecniche non standard e più sofisticate devono essere adottate. Le tecniche di misura devono prevedere di caratterizzare acusticamente la nave in tutte le sue fasi e di prevedere misure contemporanee di più fonometri. Questi potranno essere disposti variando altezza dal suolo e distanza dall'asse della nave. Particolare attenzione dovrà essere fatta ad effetti di ombra. Ad esempio il rumore del camino a breve distanza può essere schermato dalla nave stessa. È auspicabile fare ricorso a camere acustiche per individuare le sorgenti principali.</p> <p>La misura del rumore emesso deve comprendere:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● prova di pass-by; ● misurazione in fase di attracco; ● misurazione in fase di disormeggio; ● misurazione in fase di carico/scarico

UNITA' MOVIMENTAZIONE CARICO		
Tipologia Sorgente	Dati di interesse	Metodo di misura
Carrello cavaliere (straddle carrier)	<p>Numero di mezzi in uso nel terminal</p> <p>Modello</p> <p>Operatività nell'arco delle 24 ore</p> <p>Eventuali dati di targa</p> <p>Individuazione dei percorsi</p>	<p>La misura del rumore emesso deve comprendere:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● prova di pass-by con container ● prova di pass-by senza container ● misurazione di un intero ciclo operativo: <ul style="list-style-type: none"> ○ presa in carico container; ○ spostamento; ○ posa container.
Carrello frontale (front lift) per la movimentazione di container vuoti	<p>Numero di mezzi in uso nel terminal</p> <p>Modello</p> <p>Operatività nell'arco delle 24 ore</p> <p>Eventuali dati di targa</p> <p>Individuazione dei percorsi</p>	<p>La misura del rumore emesso deve comprendere:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● prova di pass-by con container ● prova di pass-by senza container ● misurazione di un intero ciclo operativo: <ul style="list-style-type: none"> ○ presa in carico container; ○ spostamento; ○ posa container.
Gru gommate di banchina	<p>Numero di mezzi in uso nel terminal</p> <p>Modello</p> <p>Operatività nell'arco delle 24 ore</p> <p>Eventuali dati di targa</p> <p>Numero movimentazioni</p> <p>geolocalizzazione nell'area portuale</p>	<p>La misura del rumore emesso deve comprendere:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● misurazione di un intero ciclo operativo: <ul style="list-style-type: none"> ○ presa in carico; ○ spostamento; ○ posa carico.

<p>Trattori</p>	<p>Numero di mezzi in uso nel terminal Modello Operatività nell'arco delle 24 ore Eventuali dati di targa Numero movimentazioni Individuazione dei percorsi geolocalizzazione nell'area portuale</p>	<p>La misura del rumore emesso deve comprendere:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● misurazione di un intero ciclo operativo: <ul style="list-style-type: none"> ○ presa in carico; ○ spostamento; ○ posa carico.
<p>Traffico mezzi stradali (auto, furgoni, rimorchi, autotreni, autoarticolati, ecc.)</p>	<p>Misurazione flussi con contatraffico</p>	<p>Questa tipologia di mezzi prevede per legge una caratterizzazione acustica. Non sono pertanto necessarie misure ad-hoc.</p>

Tabella 1 - Sorgenti portuali e tecniche di caratterizzazione.

5.1. Sorgenti da traffico

5.1.1. Rumore da traffico veicolare

I dati necessari per modellizzare il traffico veicolare sono:

- posizione delle strade;
- tipo di superficie stradale;
- flussi (numero medio di veicoli all'ora distinti per categoria e periodo) e velocità media.

I dati di flusso devono rispettare CNOSSOS il quale prevede la classificazione dei veicoli nelle seguenti categorie:

- categoria 1 – mezzi leggeri con massa minore di 3.5 tonnellate
- categoria 2 – mezzi medi con massa maggiore di 3,5 tonnellate
- categoria 3 – mezzi pesanti (autobus, mezzi pesanti con 3 o più assi)
- categoria 4 a – motocicli con cilindrata minore di 50cc
- categoria 4 b – motocicli con cilindrata maggiore di 50cc

Bisogna tenere presente che:

- il flusso di veicoli per periodo è quello medio annuo;
- la velocità media di solito è il limite massimo legale.

I dati attribuibili agli archi stradali nel modello di simulazione sono riassunte nella Tabella 2. Non sempre sono disponibili dati precisi su temperatura media e tipo di pavimentazione. In tal caso utilizzare modelli o valori standard giustificandone l'utilizzo.

Tipo di pavimentazione						
Temperatura media in gradi Celsius						
Tipo di strada						
Numero di corsie				Larghezza corsie		
Spartitraffico				Larghezza spartitraffico		
Categoria	Flusso medio orario diurno 06-20	Flusso medio orario serale 20-22	Flusso medio orario notturno 22-06	Velocità media	Percentuale di mezzi con pneumatici chiodati	N° mesi con pneumatici chiodati
1						
2						
3						
4 a						
4 b						

Tabella 3 - Dati caratteristici dell'arco stradale.

5.1.2. Rumore navale

Suddividere le navi in categorie qualora presenti:

- Traghetti;
- RoRo;
- Crociere;

- Motocisterne;
- Pilotine;
- Rimorchiatori.

Per ogni categoria di nave indicare in una tabella:

- il numero di rimorchiatori impiegati contemporaneamente per le movimentazioni interne e per le operazioni di attracco/partenza;
- la potenza sonora media in fase di stazionamento espressa in ottava o in terzi d'ottava;
- la potenza sonora in fase di movimentazione espressa in ottave o in terzi d'ottava;
- l'altezza della sorgente principale;

Compilare una tabella in cui per ciascun molo sono indicate:

- posizione;
- tempo di occupazione medio annuo diurno per categoria di nave;
- tempo di occupazione medio annuo serale per categoria di nave;
- tempo di occupazione medio annuo notturno per categoria di nave.

Inoltre, per ciascuna categoria compilare una tabella in cui sono raccolte le seguenti informazioni:

- numero di approdi per singolo molo per anno;
- numero di partenze per singolo molo per anno;
- numero di movimentazioni interne e percorso più usato.

5.2. Altre sorgenti

Distinguiamo le sorgenti non assimilabili a traffico in tre categorie:

- sorgenti areali;
- sorgenti puntiformi fisse;
- sorgenti puntiformi mobili;

5.2.1. Sorgenti areali

Le aree caratterizzate da un elevato numero di sorgenti con tempi di attività molto frammentati e di difficile reperimento vanno modellizzate come sorgenti areali.

Per le sorgenti areali è necessario effettuare delle misure di livello ambientale e delle misure di fondo lungo il perimetro dell'area stessa. Se possibile il fondo dovrà essere valutato attraverso misure di livello ambientale ad attività ferma, o se ciò non è possibile attraverso il livello L95 misurato ad attività attiva. Le misure vanno effettuate nel periodo diurno, serale e notturno.

Vanno riportati i livelli di emissione e di rumore di fondo misurati lungo il perimetro della sorgente stessa. I rilievi fonometrici prevedono l'acquisizione degli spettri in bande di terzi d'ottava. È preferibile eseguire un numero di misure maggiore di 3, distribuendo le stesse in maniera opportuna lungo il perimetro.

Per ogni misura va compilata la Tabella 1 (per brevità riportiamo solo le bande fino a 100 Hz):

Nome sorgente												
Coordinate misura (Monte Mario)												
Frequenza Hz	Diurno				Serale				Notturmo			
	Leq dB	Leq(A) dB (A)	Fondo dB	Fondo dB (A)	Leq dB	Leq(A) dB (A)	Fondo dB	Fondo dB (A)	Leq dB	Leq(A) dB (A)	Fondo dB	Fondo dB (A)
20												
25												
32												
40												
50												
63												
80												
Etc.												

Tabella 2 - Dati da inserire per ciascun punto di misura.

5.2.2. Sorgenti puntiformi mobili e fisse

Le sorgenti non incluse nelle sorgenti areali sono considerate sorgenti puntiformi. In generale per queste sorgenti una definizione univoca (sorgente fissa o mobile) non è sufficiente. Queste infatti possono essere caratterizzate da diverse fasi raggruppabili in due categorie:

- spostamenti;
- carico/scarico merci.

Le operazioni di spostamento vanno trattate come delle sorgenti sonore *mobili*, per cui va definita una linea di emissione che ricalca il percorso più utilizzato dal mezzo, mentre per le diverse operazioni effettuate dal mezzo in sosta vanno definite un adeguato numero di sorgenti *puntiformi* a seconda della disparità di emissione sonora riscontrata tra le diverse operazioni.

Sorgenti puntiformi mobili

Per ciascuna sorgente sonora puntiforme mobile non inclusa nelle sorgenti areali va raccolto in una tabella:

- il tipo di sorgente;
- la casa costruttrice;
- il modello;
- il percorso georeferenziato;
- velocità media (se disponibile)
- la potenza sonora in ottave o terzi d'ottava della sorgente in movimento;
- l'altezza della sorgente;
- potenza sonora a banda larga;
- direttività (diagramma);
- tempo di attività diurno;
- tempo di attività serale;
- tempo di attività notturno;
- stagionalità.

Sorgenti puntiformi fisse

Per ciascuna sorgente sonora puntiforme fissa non inclusa nelle sorgenti areali (corrispondente a una singola operazione) va raccolto in una tabella:

- il tipo di sorgente;
- la posizione georeferenziata;
- il tipo di operazione (carico, scarico, sosta, sollevamento, ecc.)
- la potenza sonora in ottave o terzi d'ottava della sorgente durante l'operazione;
- l'altezza della sorgente.
- posizione (coordinate);
- potenza sonora a banda larga;
- direttività (diagramma);
- tempo di attività diurno;
- tempo di attività serale;
- tempo di attività notturno;
- stagionalità.

6. Output del modello

6.1. Metodo di valutazione dell'esposizione presso i recettori

I metodi di valutazione dell'esposizione dei ricettori sono stabiliti dalla Direttiva (UE) 2015/996 del 19 maggio 2015, che introduce una modifica all'Allegato II della Direttiva (UE) 2012 n.49.

In particolare, per quanto riguarda l'assegnazione del livello di esposizione presso gli edifici, si richiede di seguire il metodo tratto dalla norma tedesca VBEB. Il metodo dispone una serie di punti distanziati non più di 5 m l'uno dall'altro collocati attorno all'edificio ad un'altezza dal suolo di $4,0 \pm 0,2$ m. Possono essere scelti altri punti di calcolo ma la loro altezza dal suolo non deve essere inferiore a 1,5 m. Ai fini del calcolo della popolazione esposta il metodo prevede che il numero totale degli abitanti di un edificio vada distribuito equamente tra i punti ricettore posizionati lungo il perimetro.

Seguendo la tecnica indicata andranno classificati gli abitanti per fascia di esposizione e andrà indicato quanti di essi sono esposti a livelli superiori alle soglie stabilite dalla normativa europea:

- 50-54 dB(A);
- 55-59 dB(A);
- 60-64 dB(A);
- 65-69 dB(A);
- >70 dB(A).

È opportuno precisare che per il calcolo della popolazione esposta, i valori dei livelli sonori devono essere privati del contributo delle riflessioni in facciata alle abitazioni.

6.2. Informazioni geografiche

I dati richiesti sia per la fase di input che di output dovranno riportare su apposito progetto GIS e in formato shape file:

- la mappa dell'area portuale in esame, utilizzando coordinate geografiche WGS84 (EPSG:4326) e vettori areali;
- la cartografia tecnica che evidenzia (puntualmente, linearmente o in modo areale) la presenza di eventuali infrastrutture (ferrovie, strade, aeroporti);
- nel caso di presenza di infrastrutture ferroviarie nell'area di studio dovrà essere riportata la posizione di: stazioni, scali merci, binari, scambi ferroviari, parcheggi, ecc.;
- nel caso di presenza di infrastrutture stradali nell'area di studio riportare, oltre alla posizione degli elementi stradali, la tipologia della strada, il numero di corsie, il numero di veicoli medi giornalieri e relativa velocità media per categoria di mezzi di trasporto (autoveicoli, mezzi pesanti a 2 assi, mezzi pesanti con più di 2 assi, ciclomotori, motocicli, sulla base di quanto definito dal modello europeo CNOSSOS-EU, secondo la direttiva europea 2015/996/UE), la posizione degli eventuali parcheggi e delle aree di servizio, la percentuale di traffico portuale per ciascuna categoria;

- dovrà inoltre essere evidenziata anche l'eventuale presenza di siti sensibili (scuole, ospedali, case di cura) all'interno dell'area di studio, così come definita precedentemente;
- dovrà essere fornito il PCCA, evidenziando anche gli eventuali superamenti dei limiti vigenti. Nel caso della presenza di infrastrutture, dovranno essere classificate anche queste ultime secondo la normativa vigente.
- l'inventario delle sorgenti presenti nell'area portuale;
- Vanno poi indicate, se sono già presenti, le opere di mitigazione.

6.3. Database delle sorgenti

Dovrà essere fornito il database delle sorgenti in formato GIS all'interno del quale dovranno essere inserite tutte le sorgenti utilizzate nel modello. Ogni sorgente dovrà essere corredata di una tabella aderente alle specifiche fornite nel capitolo 4. In particolare:

- a ciascun arco stradale dovrà corrispondere una tabella aderente a Tabella 3;
- a ciascun arco ferroviario dovrà corrispondere una tabella aderente a Tabella 5;
- per ciascun molo dovranno essere riportate le informazioni richieste nel paragrafo 4.2;
- per ciascuna categoria di nave dovranno essere rappresentati i tracciati seguiti e dovrà essere compilata una tabella contenente i dati richiesti nel Paragrafo 4.2;
- a ciascuna sorgente areale dovrà corrispondere un numero di punti pari al numero di misure di caratterizzazione ciascuno corredata da una tabella aderente a Tabella 5;
- a ciascuna sorgente puntiforme fissa o mobile non inclusa nelle sorgenti areali dovrà corrispondere una tabella che contenga quanto richiesto nel paragrafo 4.3.2;

6.4. Descrizione del porto

Dovrà essere fornita una mappa, in progetti GIS, delle aree di utilizzo del porto oggetto di studio (commerciale, passeggeri, industriale, oil and gas, cantieristica navale...), descrivendo i tipi di attività che vi vengono svolte, specificando anche la stagionalità e gli orari in cui sono attive dette attività nei periodi di riferimento, sia diurno che notturno.

6.5. Descrizione delle campagne di misura di calibrazione e validazione

Dovrà essere fornita una sintesi delle campagne di monitoraggio effettuate al fine della produzione della mappa acustica. Nel dettaglio, dovrà essere fornita una tabella riassuntiva, e su progetto GIS, in cui per ciascuna misura saranno riportate le seguenti informazioni:

- la tipologia (spot o in continua);
- i livelli diurni e notturni, giornalieri e globali, specificando le date, gli orari e le condizioni meteo dei giorni di misura;
- i dati del punto/punti di misura;

- la strumentazione utilizzata (marca e modello, certificati di taratura);
- il posizionamento con altezza del microfono da terra, distanza da eventuali superfici riflettenti e dalle infrastrutture (distanza o dalla mezzeria della strada o dal binario più vicino o dal confine di proprietà).

Nel caso di rilievi effettuati presso privati cittadini, è necessario specificare se le misure sono state effettuate a seguito di un esposto, o a seguito di verifica per la validazione della mappa prodotta attraverso un modello previsionale. Per ciascuna misura dovrà essere prodotta una scheda riassuntiva che, ai sensi del Decreto del 16 Marzo 1998, dovrà riportare le seguenti informazioni minime:

- data, luogo, ora del rilevamento e descrizione delle condizioni meteorologiche, velocità e direzione del vento;
- tempo di riferimento, di osservazione e di misura;
- catena di misura completa, precisando la strumentazione impiegata e relativo grado di precisione, e del certificato di verifica della taratura;
- i livelli di rumore rilevati;
- classe di destinazione d'uso alla quale appartiene il luogo di misura;
- le conclusioni;
- modello, tipo, dinamica e risposta in frequenza nel caso di utilizzo di un sistema di registrazione o riproduzione;
- elenco nominativo degli osservatori che hanno presenziato alla misurazione;
- identificativo e firma leggibile del tecnico competente che ha eseguito le misure.

6.6. Dati in uscita dal modello - Mappe del rumore

Per ciascuna classe di sorgenti (navali, portuali, industriali, stradali e ferroviarie) dovranno essere prodotte le seguenti mappe:

- mappa dell'esposizione secondo l'indicatore LDEN riferita ai livelli in facciata e corredata da tabella che comprenda una stima del numero totale degli abitanti per fascia di esposizione approssimato al centinaio;
- mappa dell'esposizione secondo l'indicatore Lnight riferita ai livelli in facciata e corredata da tabella che comprenda una stima del numero totale degli abitanti per fascia di esposizione approssimato al centinaio;
- mappa isolivello del rumore secondo l'indicatore LDEN;
- mappa isolivello del rumore secondo l'indicatore Lnight.

Le stesse mappe dovranno essere fornite anche per la totalità delle sorgenti, ovvero includendo i contributi di tutte le classi. Il calcolo dei livelli in facciata dovrà essere effettuato per i soli edifici residenziali.

In aggiunta alle mappe sopra richieste, si richiedono le seguenti mappe secondo all'indicatore previsto dalla normativa italiana (il livello equivalente di pressione sonora relativa al periodo di riferimento diurno o notturno):

- per ciascuna classe di sorgenti la mappa del rumore relativa al periodo di riferimento diurno (06-22);
- per ciascuna classe di sorgenti la mappa del rumore relativa al periodo di riferimento notturno (22-06);
- per ciascuna classe di sorgenti la mappa del rumore relativa al periodo di riferimento diurno con livelli in facciata calcolati sulla facciata più esposta (il contributo della riflessione della facciata va conservato);

- per ciascuna classe di sorgenti la mappa del rumore relativa al periodo di riferimento notturno con livelli in facciata calcolati sulla facciata più esposta (il contributo della riflessione della facciata va conservato).

Le stesse mappe dovranno essere prodotte anche sulla base della totalità delle sorgenti, ovvero includendo i contributi di tutte le classi. Il calcolo dei livelli in facciata dovrà essere effettuato per i soli edifici residenziali.

Le mappe dovranno essere prodotte utilizzando coordinate geografiche WGS84 (EPSG:4326).

Le mappe fornite anche in formato shape file in cui dovranno essere riportate la localizzazione e caratterizzazione dimensionale delle sorgenti per i siti portuali, in particolare:

- sorgenti:
 - strade;
 - aeroporti;
 - cantieri;
 - siti di attività industriale all'interno dei porti;
- localizzazione dei ricettori:
 - potenzialmente più disturbati;
 - sensibili (scuole, case di cura, ospedali...);
 - parchi e aree verdi ad uso pubblico, aree ricreative e sportive;
- localizzazione e caratterizzazione dimensionale di ostacoli naturali o artificiali alla propagazione.

I livelli di rumore devono essere valutati ad un'altezza standard di 4 m su una griglia di calcolo in accordo con quanto definito alla UNI/TS 11387:2010.

I risultati sono riportati su mappe cromatiche o tratteggiate riportando anche le isolivello per multipli di 5 dB.

In aggiunta alle mappe acustiche è necessario che siano allegati strati informativi con i seguenti contenuti minimi:

- mappa delle zonizzazione acustica;
- descrizione delle sorgenti utilizzate per la definizione della mappa acustica (potenza sonora nei differenti periodi della giornata, direttività, periodo di attività...);
- punti di misura (valore misurato, durata della misura, attribuzione della sorgente...);
- basi cartografiche utilizzate per la modellizzazione;

Per gestire più agevolmente i dati di input e output è necessario che gli stessi siano trasmessi georeferenziati (GIS), la scala cromatica delle mappe deve rispettare quanto suggerito dalla UNI 9884.

Per quanto riguarda la georeferenziazione dei dati è opportuno che siano seguite per quanto possibile le indicazioni dell'appendice E della UNI/TS 11387:2010.

6.7. Superamenti dei limiti acustici

Nel caso di superamenti, dovrà essere fornito una mappa dei superamenti (mappa dei conflitti), corredato da una tabella dove per ogni superamento sarà indicato il contributo delle singole sorgenti che l'hanno determinato.

La mappa dei superamenti dovrà essere costruita utilizzando gli indicatori italiani e confrontando i livelli in facciata con il PCCA adeguatamente integrato con le fasce di pertinenza delle infrastrutture.

in allegato vengono indicate le informazioni da indicare nelle relazioni in maniera integrata ordinata in modo da garantire uniformità tra tutte le relazioni finali del progetto.

7. Allegato: struttura relazione

1. Introduzione

(specificando le distinzioni delle 5 categorie)

2. Inquadratura del porto

(L'inquadratura dell'area portuale e il contesto urbano in cui è inserita)

2.1. Definizione dell'area di calcolo

(Descrizione geografica dell'area)

2.2. Caratterizzazione acustica del territorio;

(PCCA dell'area, eventuale identificazione di ricettori sensibili prossimi al porto)

3. Definizione e localizzazione delle sorgenti

3.1. Caratterizzazione delle sorgenti sonore

(misure svolte e raccolta dati)

4. Modellizzazione acustica del traffico stradale

4.1. Descrizione del calcolo

(software, parametri, impostazioni usate)

4.2. Risultati del calcolo

5. Modellizzazione acustica del traffico ferroviario

5.1. Descrizione del calcolo

(software, parametri, impostazioni usate)

5.2. Risultati del calcolo

6. Modellizzazione acustica delle sorgenti navali

6.1. Descrizione del calcolo

(software, parametri, impostazioni usate)

6.2. Risultati del calcolo

6.3. Modellizzazione acustica delle sorgenti portuali

6.4. Descrizione del calcolo

(software, parametri, impostazioni usate)

6.5. Risultati del calcolo

7. Modellizzazione acustica delle sorgenti industriali

7.1. Descrizione del calcolo

(software, parametri, impostazioni usate)

7.2. Risultati del calcolo

8. Modellizzazione acustica complessiva

9. Validazione del modello acustico

10. Conclusioni

11. Allegati