



MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali



Direzione Generale per il Paesaggio, le Belle Arti, l'Architettura e  
l'Arte Contemporanea

**Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio  
Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA  
(D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.)**

***Indirizzi metodologici specifici: Agenti fisici - Rumore  
(Capitolo 6.5.)***

***REV. 1 DEL 30/12/2014***



**ISPRA**

Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale

# INDICE

<b>6. INDIRIZZI METODOLOGICI SPECIFICI PER COMPONENTE/FATTORE AMBIENTALE.....</b>	<b>3</b>
6.5. AGENTI FISICI – RUMORE.....	5
6.5.1. OBIETTIVI SPECIFICI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	5
6.5.2. LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI INDAGINE E DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....	6
6.5.3. PARAMETRI ANALITICI .....	8
6.5.4. FREQUENZA/DURATA DEI MONITORAGGI .....	9
6.5.5. METODOLOGIE DI RIFERIMENTO IN RELAZIONE AGLI OBIETTIVI .....	10
6.5.5.1. Monitoraggio degli impatti sulla popolazione.....	10
Il sistema di monitoraggio .....	10
Misura ed elaborazione dei dati .....	13
6.5.5.2. Monitoraggio degli impatti sugli ecosistemi e/o su singole specie .....	15
6.5.6. METODOLOGIE DI RIFERIMENTO IN FUNZIONE DELLA TIPOLOGIA DI OPERA.....	16
Infrastrutture di trasporto lineare .....	16
Infrastrutture aeroportuali .....	20
Attività industriali .....	26
Prospezioni geofisiche per la ricerca di idrocarburi in mare.....	30
6.5.7. MONITORAGGIO IN CORSO D’OPERA .....	32
6.5.8. VALORI LIMITE E VALORI STANDARD DI RIFERIMENTO .....	35
APPENDICE .....	38

## 6. Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale

Per ciascuna componente/fattore ambientale vengono forniti indirizzi operativi per le attività di monitoraggio che dovranno essere descritte nell'ambito del PMA.

Le indicazioni fornite sono da considerarsi una base operativa fondata su standard normativi, ove esistenti, su metodologie di riferimento e "buona pratiche" consolidate dal punto di vista tecnico-scientifico. Il Proponente dovrà necessariamente contestualizzare tali indicazioni alla specificità dell'opera, del contesto localizzativo (ambientale ed antropico) e degli impatti ambientali attesi, che rappresentano elementi indispensabili per intraprendere, caso per caso, le scelte più idonee che dovranno essere adeguatamente motivate nel PMA.

Le componenti/fattori ambientali trattate sono:

- Atmosfera (qualità dell'aria);
- Ambiente idrico (acque sotterranee, acque superficiali, acque di transizione, acque marine);
- Suolo e sottosuolo (qualità dei suoli, geomorfologia);
- Biodiversità (vegetazione, flora, fauna);
- Agenti fisici (rumore, vibrazioni, radiazioni ionizzanti e non ionizzanti);
- Paesaggio e beni culturali.

Le componenti/fattori ambientali sopra elencate ricalcano sostanzialmente quelle indicate nell'Allegato I al DPCM 27.12.1988 e potranno essere oggetto di successivi aggiornamenti e integrazioni sia in relazione all'emanazione delle nuove norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale, previste dall'art.34 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., che a seguito del recepimento della direttiva 2014/52/UE che modifica la direttiva VIA 2011/92/UE.

Rispetto alle componenti/fattori ambientali previste nel citato DPCM non sono trattate le componenti "Salute pubblica" ed "Ecosistemi" in quanto entrambe necessitano di un approccio integrato per il monitoraggio ambientale, così come per la caratterizzazione e la valutazione degli impatti ambientali. Tale condizione, unitamente alla disponibilità di dati di riferimento omogenei a livello nazionale/locale, alla scelta della scala spaziale e temporale da utilizzare, al dibattito in corso a livello tecnico-scientifico sugli approcci e le metodiche più efficaci da utilizzare, conduce a ritenere che esse possano essere affrontate in modo più efficace attraverso altri strumenti adatti allo specifico contesto e basati sulle concrete esigenze e disponibilità

tecniche e di risorse.

Giova inoltre ricordare che sia la "Salute pubblica" che gli "Ecosistemi" sono componenti ambientali a carattere trasversale rispetto ad altre componenti/fattori ambientali per i quali la stessa normativa ambientale prevede in alcuni casi "valori limite" basati proprio sugli obiettivi di protezione della salute umana e degli ecosistemi (es. qualità dell'aria, qualità delle acque, rumore, vibrazioni, radiazioni).

Pertanto il monitoraggio ambientale potrà comunque essere efficacemente attuato in maniera "integrata" sulla base degli esiti del monitoraggio delle diverse componenti/fattori ambientali, sia biotici che abiotici, che possono influenzare in maniera diretta o indiretta la salute delle popolazioni e degli ecosistemi (la qualità dell'aria, il clima acustico e vibrazionale, la qualità delle acque, la qualità dei suoli, i campi elettromagnetici, la radioattività ambientale, ecc.) e, per gli ecosistemi, in base al monitoraggio degli elementi floristici e faunistici e delle relative fitocenosi e zoocenosi (componenti Vegetazione, Flora, Fauna).

Si ritiene tuttavia importante segnalare che sono numerose le esperienze già consolidate in ambito internazionale, comunitario e regionale relative alla Valutazione dell'Impatto Sanitario (VIS) come strumento che, integrato alle VIA, consenta di *"stimare gli effetti potenziali sulla salute di una popolazione di una politica piano o progetto e la distribuzione di tali effetti all'interno della popolazione"*<sup>1</sup>. Solo a seguito dell'adozione di metodologie e strumenti per la valutazione appropriata degli effetti sulla salute umana nell'ambito della VIA sarà quindi possibile delineare idonee metodologie e strumenti per il monitoraggio nel tempo di tali effetti, con lo scopo di controllare che siano effettivamente rispondenti a quelli previsti nella fase di valutazione.

Ciascuna componente/fattore ambientale è trattata nei successivi paragrafi secondo uno schema-tipo articolato in linea generale in:

- obiettivi specifici del monitoraggio,
- localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio,
- parametri analitici,
- frequenza e durata del monitoraggio,
- metodologie di riferimento (campionamento, analisi, elaborazione dati),

---

<sup>1</sup> WHO – European Center for Health Policy, Goteborg 1999

- valori limite normativi e/o standard di riferimento.

La complessità dei temi affrontati e la specificità delle singole componenti hanno determinato la necessità di modifiche e adattamenti allo schema-tipo così come nelle modalità di analisi e di trattazione di specifici aspetti; ad esempio, per la componente "Rumore", le attività di monitoraggio sono state declinate in funzione della tipologia di opera, considerando che la stessa legislazione nazionale ha normato separatamente le diverse tipologie di infrastrutture di trasporto e le attività industriali.

Infine, in riferimento al numero ed alla tipologia dei parametri analitici proposti, si evidenzia che essi rappresentano un insieme necessariamente ampio e complesso all'interno del quale i Proponenti potranno individuare ed utilizzare quelli pertinenti agli obiettivi specifici del Progetto di Monitoraggio Ambientale definito in funzione delle caratteristiche dell' opera, del contesto localizzativo e della significatività degli impatti ambientali attesi.

## **6.5. Agenti fisici – Rumore**

### **6.5.1. Obiettivi specifici del Monitoraggio Ambientale**

Il monitoraggio dell'inquinamento acustico, inteso come *"l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, (...)"* (art. 2 L. 447/1995), è finalizzato alla valutazione degli effetti/impatti sulla popolazione e su ecosistemi e/o singole specie.

Relativamente agli impatti dell'inquinamento acustico sulla popolazione sono disponibili specifiche disposizioni normative, standard, norme tecniche e linee guida, riportate in Appendice, che rappresentano utili riferimenti tecnici per le attività di monitoraggio acustico con particolare riferimento ad alcuni settori infrastrutturali (infrastrutture stradali, ferrovie, aeroporti) e attività produttive (industriali e artigianali).

Per quanto riguarda gli impatti dell'inquinamento acustico su ecosistemi e/o singole specie ad oggi non sono disponibili specifiche disposizioni normative, sebbene per alcuni contesti sono disponibili studi ed esperienze operative condotte in base agli obblighi previsti da Accordi e Convenzioni internazionali (vedi Appendice) dedicati all'analisi degli effetti del rumore sulle specie sensibili (ad esempio del rumore subacqueo sui cetacei) e che forniscono elementi utili anche per le attività di monitoraggio.

Il monitoraggio ante operam (AO) ha come obiettivi specifici:

- la caratterizzazione dello scenario acustico di riferimento dell'area di indagine;
- la stima dei contributi specifici delle sorgenti di rumore presenti nell'area di indagine;
- l'individuazione di situazioni di criticità acustica, ovvero di superamento dei valori limite, preesistenti alla realizzazione dell'opera in progetto.

Il monitoraggio in corso d'opera (CO), effettuato per tutte le tipologie di cantiere (fissi e mobili) ed esteso al transito dei mezzi in ingresso/uscita dalle aree di cantiere, ha come obiettivi specifici:

- la verifica del rispetto dei vincoli individuati dalle normative vigenti per il controllo dell'inquinamento acustico (valori limite del rumore ambientale per la tutela della popolazione, specifiche progettuali di contenimento della rumorosità per impianti/macchinari/attrezzature di cantiere) e del rispetto di valori soglia/standard per la valutazione di eventuali effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie;
- la verifica del rispetto delle prescrizioni eventualmente impartite nelle autorizzazioni in deroga ai limiti acustici rilasciate dai Comuni;
- l'individuazione di eventuali criticità acustiche e delle conseguenti azioni correttive: modifiche alla gestione/pianificazione temporale delle attività del cantiere e/o realizzazione di adeguati interventi di mitigazione di tipo temporaneo;
- la verifica dell'efficacia acustica delle eventuali azioni correttive.

Il monitoraggio post operam (PO) ha come obiettivi specifici:

- il confronto dei descrittori/indicatori misurati nello scenario acustico di riferimento con quanto rilevato ad opera realizzata;
- la verifica del rispetto dei vincoli individuati dalle normative vigenti per il controllo dell'inquinamento acustico e del rispetto di valori soglia/standard per la valutazione di eventuali effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie;
- la verifica del corretto dimensionamento e dell'efficacia acustica degli interventi di mitigazione definiti in fase di progettazione.

### **6.5.2. Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio**

In linea generale, la definizione e localizzazione dell'area di indagine e dei punti

(o stazioni) di monitoraggio è effettuata sulla base di:

- presenza, tipologia e posizione di ricettori e sorgenti di rumore;
- caratteristiche che influenzano le condizioni di propagazione del rumore (orografia del terreno, presenza di elementi naturali e/o artificiali schermanti, presenza di condizioni favorevoli alla propagazione del suono, ...).

Per l'identificazione dei punti di monitoraggio si fa riferimento allo studio acustico predisposto nell'ambito dello SIA, con particolare riguardo a:

- ubicazione e descrizione dell'opera di progetto;
- ubicazione e descrizione delle altre sorgenti sonore presenti nell'area di indagine;
- individuazione e classificazione dei ricettori posti nell'area di indagine, con indicazione dei valori limite ad essi associati;
- valutazione dei livelli acustici previsionali in corrispondenza dei ricettori censiti;
- descrizione degli interventi di mitigazione previsti (specifiche prestazionali, tipologia, localizzazione e dimensionamento).

Il punto di monitoraggio per l'acquisizione dei parametri acustici è generalmente del tipo ricettore-orientato, ovvero ubicato in prossimità del ricettore (generalmente in facciata degli edifici). I principali criteri su cui orientare la scelta e localizzazione dei punti di monitoraggio consistono in:

- vicinanza dei ricettori all'opera in progetto (monitoraggio AO e PO);
- vicinanza dei ricettori alle aree di cantiere e alla rete viaria percorsa dal traffico indotto dalle attività di cantiere (monitoraggio AO e CO);
- presenza di ricettori sensibili di classe I - scuola, ospedale, casa di cura/riposo (monitoraggio AO, CO e PO);
- presenza di ricettori per i quali sono stati progettati interventi di mitigazione acustica (monitoraggio PO).

Per il monitoraggio degli impatti dell'inquinamento acustico sulla popolazione, la scelta dell'ubicazione delle postazioni di monitoraggio del tipo ricettore-orientata è basata sulla seguente scala di priorità:

- ricettore sensibile (ricettore di classe I);
- ricettore critico<sup>2</sup> o potenzialmente critico<sup>3</sup>;

---

<sup>2</sup>Per ricettore critico si considera quello che nello studio acustico previsionale (SIA) presenta valori del livello sonoro superiori ai limiti normativi

<sup>3</sup>Per ricettore potenzialmente critico si considera quello che nello studio acustico previsionale (SIA) presenta valori del livello sonoro prossimi ai limiti normativi

- ricettore oggetto di intervento di mitigazione;
- ricettore influenzato da altre sorgenti (sorgenti concorsuali);
- altri ricettori: aree all'aperto oggetto di tutela (es. parchi), ricettori che possono essere influenzati negativamente da eventuali interventi di mitigazione<sup>4</sup>, ecc..

Per ciascun punto di monitoraggio previsto nel PMA devono essere verificate, anche mediante sopralluogo, le condizioni di:

- assenza di situazioni locali che possono disturbare le misure;
- accessibilità delle aree e/o degli edifici per effettuare le misure all'esterno e/o all'interno degli ambienti abitativi;
- adeguatezza degli spazi ove effettuare i rilievi fonometrici (presenza di terrazzi, balconi, eventuale possibilità di collegamento alla rete elettrica, ecc.).

Per il monitoraggio degli impatti dell'inquinamento acustico su ecosistemi e/o singole specie, i punti di monitoraggio sono localizzati nelle naturali protette (siti della Rete Natura 2000, ZSC, SIC, ZPS, aree naturali protette e/o particolarmente sensibili marine e terrestri, zone di riproduzione e/o di transito di specie protette, ecc.), che ricadono nell'area di influenza dell'opera. Anche in questo caso si fa riferimento agli scenari previsionali contenuti nello SIA per valutare tale area di influenza, le cui dimensioni sono dipendenti dalla tipologia di sorgente sonora, dalle condizioni che influenzano la propagazione sonora e dalla sensibilità delle specie presenti.

### **6.5.3. Parametri analitici**

I parametri acustici rilevati nei punti di monitoraggio sono finalizzati a descrivere i livelli sonori e a verificare il rispetto di determinati valori limite e/o valori soglia/standard di riferimento.

La scelta dei parametri acustici da misurare, delle procedure/tecniche di misura è funzionale alla tipologia di descrittore/i da elaborare, ovvero alla tipologia di sorgente/i presente/i nell'area di indagine.

I parametri acustici rilevati nei punti di monitoraggio sono elaborati per valutare gli impatti dell'opera sulla popolazione attraverso la definizione dei descrittori/indicatori previsti dalla L. 447/1995 e relativi decreti attuativi<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> Ricettori per i quali la presenza dell'intervento di mitigazione può aver comportato un peggioramento dei livelli di rumore, ad esempio edifici prospicienti a barriere che risentono del rumore riflesso dalla barriera stessa. Tali ricettori devono essere individuati nelle verifiche di efficacia degli interventi di mitigazione.

<sup>5</sup> DPCM 14/11/1997; DPR 459/98; DM 31/10/1997, DPR 142/2004



Le misurazioni dei parametri meteorologici, generalmente effettuate in parallelo alle misurazioni dei parametri acustici, sono effettuate allo scopo di verificare la conformità dei rilevamenti fonometrici e per valutare gli effetti delle condizioni atmosferiche sulla propagazione del suono.

I parametri acustici possono essere elaborati anche per la definizione di specifici indicatori finalizzati alla valutazione degli effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie, sebbene non prevista dalla normativa nazionale sul rumore ambientale.

Eventuali indicatori specifici e relative metodiche di misurazione utilizzati in base a studi specialistici dovranno essere adeguatamente documentati nel PMA. Ad esempio, per la valutazione degli effetti del rumore sottomarino sulle popolazioni di specie marine sensibili e/o protette possono essere effettuate<sup>6</sup> specifiche rilevazioni di parametri acustici<sup>7</sup>, eseguite con idonea strumentazione di misura; possono inoltre essere utilizzati altri indicatori indiretti (o "proxy"), non costruiti necessariamente a partire da misurazioni acustiche, che possono correlare il fenomeno acustico con eventuali altri effetti analizzati e/o misurati nell'area di influenza della sorgente in esame (ad esempio un indicatore specifico può essere costruito correlando eventuali effetti di disturbo da rumore su alcune specie ai dati di abbondanza e presenza delle stesse in una definita area geografica).

#### **6.5.4. Frequenza/durata dei monitoraggi**

La durata delle misurazioni, funzione della tipologia della/e sorgente/i in esame, deve essere adeguata a valutare gli indicatori/descrittori acustici individuati; la frequenza delle misurazioni e i periodi di effettuazione devono essere appropriati a rappresentare la variabilità dei livelli sonori, al fine di tenere conto di tutti i fattori che influenzano le condizioni di rumorosità (clima acustico) dell'area di indagine, dipendenti dalle sorgenti sonore presenti e dalle condizioni di propagazione dell'emissione sonora.

Per il monitoraggio AO è necessario effettuare misurazioni che siano rappresentative dei livelli sonori presenti nell'area di indagine prima della realizzazione dell'opera ed eventualmente durante i periodi maggiormente critici per i ricettori

---

<sup>6</sup>Gli indicatori finalizzati a valutare gli impatti prodotti dall'introduzione di rumore nell'ambiente marino, in fase di elaborazione nell'ambito degli adempimenti previsti dall'implementazione della Direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino 2008/56/CE, recepita con D.Lgs. 13/10/2010 n.190, valutano l'impatto cumulativo delle attività che generano rumore sulla fauna marina piuttosto che quello delle singole sorgenti/attività. Tali indicatori non sono quindi funzionali a valutare gli impatti/effetti riferibili ad una singola sorgente/attività.

<sup>7</sup> Sound Pressure Level SPL (dB re 1µPA), Sound Exposure level SEL (dB re 1µPa<sup>2</sup>s), Peak Sound Pressure Level, Average Noise Level, ecc.

presenti (ad esempio per il monitoraggio degli effetti del rumore su specie sensibile/o protette, durante i periodi di riproduzione e/o di transito/migrazione).

Per il monitoraggio CO la frequenza è strettamente legata alle attività di cantiere: in funzione del cronoprogramma della attività, si individuano le singole fasi di lavorazione significative dal punto di vista della rumorosità e per ciascuna fase si programma l'attività di monitoraggio. Generalmente, i rilievi fonometrici sono previsti:

- ad ogni impiego di nuovi macchinari e/o all'avvio di specifiche lavorazioni impattanti;
- alla realizzazione degli interventi di mitigazione;
- allo spostamento del fronte di lavorazione (nel caso di cantieri lungo linea).

Per lavorazioni che si protraggono nel tempo, è possibile programmare misure con periodicità bimestrale, trimestrale o semestrale, da estendere a tutta la durata delle attività di cantiere.

Il monitoraggio PO deve essere eseguito in concomitanza dell'entrata in esercizio dell'opera (pre-esercizio), nelle condizioni di normale esercizio e durante i periodi maggiormente critici per i ricettori presenti.

#### **6.5.5. Metodologie di riferimento in relazione agli obiettivi**

Sono fornite di seguito indicazioni sulle metodologie di monitoraggio esclusivamente di tipo strumentale in relazione agli obiettivi specifici (monitoraggio degli impatti sulla popolazione e monitoraggio degli impatti su ecosistemi e/o singole specie). Come per la componente atmosfera (qualità dell'aria) è possibile utilizzare in modo sinergico tecniche di monitoraggio di tipo strumentale (misure) e tecniche di modellizzazione acustica per descrivere la distribuzione spazio-temporale dei livelli sonori per l'area vasta di indagine, operazione particolarmente utile qualora l'area risulti estesa e/o complessa e da rendere potenzialmente poco efficace o molto oneroso una valutazione dei livelli acustici esclusivamente basata su misure strumentali.

In questa sede non vengono descritte metodologie per l'utilizzo di modelli previsionali in quanto richiedono una trattazione specifica più attinente alla fase di analisi e valutazione degli impatti effettuata nell'ambito dello SIA.

##### **6.5.5.1. Monitoraggio degli impatti sulla popolazione**

#### **Il sistema di monitoraggio**

Il sistema di monitoraggio del rumore ambientale è composto generalmente dai

seguenti elementi, strettamente interconnessi tra loro:

1. postazioni di rilevamento acustico;
2. postazione di rilevamento dei dati meteorologici;
3. centro di elaborazione dati (CED) rappresentato da un qualunque tipo di apparato in grado di memorizzare, anche in modalità differita, i dati registrati dalle postazioni di rilevamento.

Le postazioni di rilevamento acustico si distinguono in postazioni fisse e postazioni mobili (o rilocabili). Le postazioni fisse, solitamente utilizzate per eseguire misure a lungo termine, sono generalmente costituite da un box per esterni a tenuta stagna, contenente la strumentazione fonometrica e da apposite apparecchiature di trasmissione collegate permanentemente con il CED. Questo tipo di postazione necessita generalmente di allacciamento alla rete elettrica e di apposite strutture di installazione. Le postazioni mobili, solitamente utilizzate per misure di medio e/o di breve periodo (misure "spot"), sono costituite da apparecchiature dotate di una quantità di memoria sufficiente a memorizzare i dati acquisiti che verranno periodicamente riversati su altro idoneo supporto informatico. Tali postazioni prevedono l'utilizzo di un sistema di alimentazione autonomo (batterie) che ne consente il funzionamento anche in assenza del collegamento alla rete elettrica. Gli strumenti di misura vengono normalmente collocati all'interno di mezzi mobili appositamente allestiti, ad esempio con pali telescopici per il posizionamento del microfono, o in idonee valigie/box posizionate su idoneo supporto.

La strumentazione di misura del rumore ambientale deve essere scelta conformemente alle indicazioni di cui all'art. 2 del DM 16/03/1998 ed in particolare deve soddisfare le specifiche di cui alla classe 1 della norma CEI EN 61672. I filtri e i microfoni utilizzati per le misure devono essere conformi, rispettivamente, alle norme CEI EN 61260 e CEI EN 61094. I calibratori devono essere conformi alla norma CEI EN 60942 per la classe 1.

Per la misura del rumore aeroportuale, la strumentazione di misura deve rispettare quanto indicato dal DM 31/10/1997, in particolare il fonometro deve essere conforme alle norme EN-IEC 60651 Classe 1, EN-IEC 60804 Classe 1 e EN-IEC 61672 Tipo 1. La calibrazione è effettuata mediante sorgente campione conforme almeno alla classe 1 della norma CEI 29-14. L'intera catena fonometrica del sistema non assistito, nonché la strumentazione del sistema assistito, incluso il calibratore di livello sonoro, devono essere sottoposti a verifica di conformità alle specifiche della classe 1 indicate dalle norme CEI 29-1, 29-10 e 29-14.

Per quanto riguarda la calibrazione della strumentazione, nel caso delle postazioni mobili deve essere eseguita prima e dopo ogni ciclo di misura; le misure fonometriche eseguite sono valide se le calibrazioni differiscono al massimo di  $\pm 0,5$  dB(A). Nel caso di postazioni fisse la verifica della calibrazione può essere eseguita in modalità "check"<sup>8</sup> o in modalità "change"<sup>9</sup>.

Gli strumenti di misura devono essere provvisti di certificato di taratura e controllati almeno ogni due anni presso laboratori accreditati (laboratori LAT) per la verifica della conformità alle specifiche tecniche.

I rilevamenti fonometrici devono essere eseguiti in conformità a quanto disposto al punto 7 dell'allegato B del DM 16/03/1998, relativamente alle condizioni meteorologiche. Risulta quindi necessaria l'acquisizione, contemporaneamente ai parametri acustici, dei seguenti parametri meteorologici, utili alla validazione delle misurazioni fonometriche:

- precipitazioni atmosferiche (mm);
- direzione prevalente (gradi rispetto al Nord) e velocità massima del vento (m/s);
- umidità relativa dell'aria (%);
- temperatura (°C).

Le caratteristiche minime della strumentazione di misura delle postazioni di rilievo dei dati meteorologici sono:

- per la velocità del vento, risoluzione  $\leq \pm 0,5$  m/s;
- per la direzione del vento, risoluzione  $\leq \pm 5^\circ$ ;
- frequenza di campionamento della direzione e della velocità del vento tale da garantire la produzione di un valore medio orario e di riportare il valore della raffica, generalmente base temporale di 10' per le misure a breve termine e di 1 h per misure a lungo termine;
- per la temperatura dell'aria, l'incertezza strumentale  $\leq \pm 0,5$  °C;
- per l'umidità dell'aria, l'incertezza strumentale relativa  $\leq \pm 10\%$  del valore nominale.

Nei casi di postazioni di rilevamento dei dati meteorologici integrate alle postazioni di rilevamento dei dati acustici, la posizione della sonda meteo deve essere

---

<sup>8</sup> È utilizzato un sistema che genera in prossimità del microfono un livello noto di pressione sonora a una certa frequenza; il fonometro riporta soltanto la lettura di tale valore, senza effettuare alcuna correzione. L'operazione di tipo check può essere eseguita in modo automatico (calibrazioni di verifica automatiche o comandate con attuatore elettrostatico o sistema equivalente) o manuale (con pistonofono o sorgente sonora nota).

<sup>9</sup> È adoperato un sistema di calibrazione secondo la norma CEI EN 60942 (con pistonofono o sorgente sonora nota) e il fonometro è impostato in modo da correggere la lettura al fine di fornire lo stesso valore che il sistema di calibrazione genera.

scelta il più vicina possibile al microfono, ma sempre ad almeno 5 m da elementi interferenti in grado di produrre turbolenze, e in una posizione tale che possa ricevere vento da tutte le direzioni e ad un'altezza dal suolo pari ad almeno 3 m. Qualora non si avesse disponibilità di una stazione meteorologica dedicata in campo, per i parametri meteorologici è possibile fare riferimento alla più vicina stazione meteorologica appartenente a reti ufficiali (ARPA, Protezione Civile, Aeronautica Militare, ecc.), purché la localizzazione sia rappresentativa della situazione meteorologica del sito di misura.

Per determinare la qualità complessiva delle attività di monitoraggio dell'inquinamento acustico possono inoltre essere definite delle modalità di verifica del sistema di monitoraggio, generalmente condotta da un Auditor esterno, sulla base di due aspetti rilevanti:

- verifica dei requisiti, indirizzata ad assicurare che tutti i componenti del sistema di monitoraggio siano installati correttamente e siano in grado di espletare in maniera completa le funzioni previste;
- verifica dell'efficienza, indirizzata ad assicurare che il sistema, nel suo complesso, fornisca dati attendibili e sia in grado di determinare in modo oggettivo i livelli di inquinamento acustico.

### **Misura ed elaborazione dei dati**

La misura può essere effettuata per integrazione continua o con tecnica di campionamento. Le misure sono inoltre distinte in misure a lungo termine e misure di breve periodo (a breve termine o misure "spot").

Le misure a lungo termine devono includere quante più condizioni di emissione e di propagazione possibile caratteristiche del sito in esame; se le condizioni di propagazione o di emissione hanno caratteristiche di stagionalità è necessario effettuare più misurazioni durante l'anno solare per ottenere livelli sonori rappresentativi delle condizioni medie/caratteristiche del sito.

Le misurazioni di breve periodo devono essere condotte selezionando un intervallo di tempo comunque non inferiore ad un'ora ( $T_M \geq 1h$ ).

Al fine di acquisire dati di rumore riproducibili e rappresentativi delle condizioni di propagazione favorevole del sito di misura e, allo stesso tempo, per ridurre al minimo le influenze delle variazioni meteo sulla propagazione del suono, sono considerate come riferimento le indicazioni fornite dalle norme UNI 9613-1, UNI 9613-2 e UNI ISO 1996-2 (Appendice A).

A monte della procedura di elaborazione dei dati grezzi per la determinazione dei descrittori/indicatori acustici, è necessario che sia verificata la qualità del dato acquisito dalla strumentazione attraverso:

- il controllo della calibrazione e del corretto funzionamento strumentale: garantisce che l'archiviazione dei dati acquisiti dalla strumentazione avvenga solo se la catena di misura supera la verifica di calibrazione effettuata prima e dopo la sessione di misura; a seguito di calibrazione di esito negativo sono necessariamente scartati tutti i dati successivi all'ultima verifica positiva;
- il controllo sulla base delle condizioni meteorologiche: garantisce che i livelli sonori acquisiti dalla strumentazione siano conformi al DM 16/3/98 attraverso l'analisi combinata dei livelli sonori e dei dati meteo acquisiti da una postazione meteo posizionata in parallelo o in prossimità della postazione di rilevamento acustico.

Altre elaborazioni sui dati acustici acquisiti sono la stima dell'incertezza associata alla variabilità dei livelli di rumore e l'individuazione di sorgenti interferenti.

La stima dell'incertezza, attraverso il parametro deviazione standard, permette di caratterizzare la variabilità stagionale tipica della sorgente, relativamente sia alle condizioni emissive sia alle modalità di propagazione del suono influenzate dalle condizioni meteorologiche (variabilità deterministica della sorgente). La deviazione standard, associata alla valutazione delle eccedenze, intesa come l'individuazione di livelli sonori superiori ad un impostato livello soglia e di durata non inferiore ad un definito intervallo di tempo, permette inoltre di identificare se un dato misurato può essere connotato come dato anomalo e quindi escluso dal set di dati sui quali effettuare le elaborazioni successive.

Poiché nell'ambito del PMA il monitoraggio è indirizzato a valutare i livelli sonori prodotti dalla sorgente/opera di progetto, l'effetto di altre sorgenti sonore deve essere evidenziato e possibilmente quantificato, al fine di stimare correttamente il contributo esclusivo della sorgente in esame. Nel caso di postazioni di misura non presidiate, l'individuazione di sorgenti interferenti può avvenire attraverso il controllo statistico della stabilità dei livelli medi, verificando se il livello acquisito rientra in un determinato intervallo di confidenza (al 90 o al 95%), e/o attraverso l'esame dell'andamento temporale del livello sonoro (Time History).

Il monitoraggio del rumore ambientale, inteso come acquisizione ed elaborazione dei parametri acustici per la definizione dei descrittori/indicatori previsti dalla L.Q. 447/1995 e relativi decreti attuativi, deve essere effettuato da un tecnico competente

in acustica ambientale(art. 2, comma 6, L.Q. 447/1995).

I rapporti tecnici descrittivi delle attività svolte e dei risultati esiti del monitoraggio oltre a quanto già indicato nella parte generale delle Linee Guida, dovrà riportare per ogni misura effettuata le seguenti informazioni:

- distanza del microfono dalla superficie riflettente;
- altezza del microfono sul piano campagna;
- distanza del microfono dalla sorgente;
- catena di misura utilizzata;
- data inizio delle misure;
- tipo di calibrazione (automatica/manuale) e modalità di calibrazione (change/check);
- posizione della postazione di riferimento per l'acquisizione dei dati meteorologici (coordinate geografiche ed eventuale georeferenziazione su mappa);
- altezza dell'anemometro sul piano campagna;
- nome dell'operatore (tecnico competente in acustica ambientale);
- criteri e le modalità di acquisizione e di elaborazione dei dati;
- i risultati ottenuti;
- la valutazione dell'incertezza della misura;
- la valutazione dei risultati, tramite il confronto con i livelli limite.

#### **6.5.5.2. Monitoraggio degli impatti sugli ecosistemi e/o su singole specie**

Come già riportato negli obiettivi specifici, ad oggi non sono disponibili specifiche disposizioni normative, metodologie di riferimento, ovvero procedure/tecniche di misura per l'acquisizione ed elaborazione dei parametri (acustici e non) finalizzate all'elaborazione di descrittori/indicatori specifici per la valutazione degli impatti sugli ecosistemi e/o singole specie. Per alcuni ambiti specifici quali l'ambiente marino e in particolare per alcune specie "target" (cetacei) sono disponibili metodologie ormai consolidate per monitorare gli effetti determinati da specifiche attività antropiche (prospezioni/ricerca idrocarburi in mare); per il dettaglio di tali metodologie si rimanda alla sezione del Cap. 6.5.6. dedicata a tali tipologie di attività.

Si evidenzia inoltre che per alcune sorgenti di rumore sottomarino (*pile driving*, imbarcazioni, ecc.), sono in fase di elaborazione norme tecniche (ISO) che definiscono standard per la strumentazione di acquisizione dei dati acustici e per le

procedure/tecniche di misura. Procedure/tecniche di misura "ad hoc" che potranno essere adottate in base a studi specialistici dovranno essere adeguatamente caratterizzate nei rapporti tecnici descrittivi delle attività svolte come riportato nel precedente Capitolo.

In alternativa, il monitoraggio degli effetti su specie di interesse può essere effettuato in maniera indiretta, attraverso il controllo quali-quantitativo della presenza/abbondanza di specie/individui nell'area di indagine, in correlazione alla tipologia e alle caratteristiche delle emissioni acustiche generate nelle diverse fasi di attuazione dell'opera.

#### **6.5.6. Metodologie di riferimento in funzione della tipologia di opera**

Per la componente Rumore, appare particolarmente significativo fornire specifiche indicazioni sul monitoraggio in relazione alla specifica tipologia di opera/attività in quanto la normativa di settore fornisce specifiche indicazioni metodologiche ed operative in relazione ai diversi settori infrastrutturali (infrastrutture di trasporto lineare – strade e ferrovie, ed areali - aeroporti) ed attività produttive (industriali e artigianali). Come già segnalato, una specifica trattazione è inoltre dedicata alle attività di prospezione/ricerca idrocarburi in mare per il monitoraggio degli effetti su specie "target" (cetacei).

#### **Infrastrutture di trasporto lineare**

I descrittori acustici per il monitoraggio degli impatti sulla popolazione di un'infrastruttura di trasporto lineare (strada/ferrovia) sono:

- all'interno delle fasce di pertinenza<sup>10</sup>:
  - per le infrastrutture stradali,  $L_{Aeq}$ , diurno e notturno, valutato sulla settimana;
  - per le infrastrutture ferroviarie,  $L_{Aeq}$ , diurno e notturno, valutato nelle 24 h.
- all'esterno delle fasce di pertinenza:
  - $L_{Aeq}$ , valutato nei due periodi di riferimento  $T_R$ , diurno e notturno.

La normativa nazionale individua le tecniche di misura e di elaborazione dei parametri acustici ai fini della determinazione dei descrittori acustici specifici all'Allegato C, punti 1 e 2, del DM 16/3/1998, rispettivamente per il rumore ferroviario e il rumore stradale.

---

<sup>10</sup> Fasce/strisce di terreno, di determinata ampiezza, definite dai decreti che regolamentano l'inquinamento acustico di un'infrastruttura di trasporto (per le infrastrutture stradali: DPR 142/2004; per le infrastrutture ferroviarie: DPR 459/98).



Al monitoraggio acustico di un'infrastruttura di trasporto lineare può essere associato il contemporaneo rilevamento dei flussi di traffico, al fine di correlare i livelli sonori rilevati agli effettivi transiti conteggiati durante il tempo di misura. In tale ipotesi, per le infrastrutture di trasporto stradali, il set minimo di dati da rilevare è rappresentato da:

- flusso veicolare con dettaglio orario, al fine di poter individuare il numero dei veicoli complessivi su diversi periodi della giornata (diurno, serale, notturno), generalmente distinguendo per categoria (auto, furgoni fino a 35q , mezzi oltre 35 q);
- velocità media dei transiti per categoria.

Talvolta è necessaria l'acquisizione di dati disaggregati per corsia di marcia, soprattutto nel caso di infrastrutture in cui si rilevano differenze significative nei flussi di traffico tra le diverse corsie.

Per le *infrastrutture di trasporto ferroviario* il set minimo di dati da rilevare è rappresentato da:

- flussi di traffico, riferiti ai periodi di riferimento (diurno/notturno), suddivisi per tipologia, in particolare il numero dei convogli per tipologia e la lunghezza dei convogli;
- la velocità media dei convogli.

La posizione del microfono delle stazioni/punti di monitoraggio acustico è individuata nel rispetto delle condizioni previste dal DM 16/3/1998. Per le postazioni ricettore-orientate, il microfono è posizionato ad un'altezza pari a 4 m dal suolo e ad 1 m di distanza dalla facciata dell'edificio più esposta ai livelli sonori; altezze superiori sono ammesse se, sulla base dell'esame delle caratteristiche del sito (ad esempio, edifici o tratti di strada sopraelevati), risulta opportuno valutare i livelli di rumore a quote diverse. In assenza di edifici, o nel caso di edifici di altezza inferiore a 4 m, il microfono è posizionato all'interno dell'area identificata come ricettore, ad 1,5 m dal piano campagna, altezza assunta come riferimento standard per l'orecchio umano, nelle posizioni più esposte al rumore prodotto dall'infrastruttura in oggetto potenzialmente occupate dagli individui in maniera prolungata. Per le postazioni sorgente-orientate e per le postazioni punto di controllo/verifica non individuate in facciata ai ricettori, utilizzate principalmente ai fini della modellizzazione acustica rispettivamente per caratterizzare la sorgente e per validare il modello di calcolo, la scelta della posizione del microfono dipende dall'altezza relativa tra punto di misura e sorgente monitorata. In generale, si rileva che posizioni del microfono più basse (<3

m) risentono maggiormente della presenza di condizioni locali particolari, quindi più facilmente le misure così realizzate possono essere affette da anomalie e variabilità; pertanto sono da privilegiarsi posizioni di misura con altezza superiore ai 3 m dal suolo per la maggiore riproducibilità e rappresentatività del dato fornito.

La durata delle misurazioni in una postazione ricettore-orientata è normalmente di lungo termine, generalmente eseguite per integrazione continua ed effettuate preferibilmente con postazioni di monitoraggio fisse. La durata delle misurazioni in una postazione (fissa e/o mobile) sorgente-orientata è generalmente di breve periodo, con tempi di misura non inferiori ad un'ora.

Per la valutazione dell'incertezza relativa ai rilievi strumentali, dovuta all'incertezza strumentale della catena di misura, ma anche alla durata temporale dei rilievi, alle caratteristiche della sorgente da caratterizzare (variabilità dei livelli sonori) ed al contesto ambientale presente al momento dei rilievi acustici (variabilità del rumore residuo, condizioni meteorologiche, condizioni del terreno, ecc...), si fa riferimento alle norme UNI ISO 1996 e UNI/TR 11326.

### **Infrastrutture stradali**

Il parametro acustico fondamentale rilevato dal monitoraggio è il  $L_{Aeq}$  (acquisito con costante temporale Fast oppure come "short  $L_{Aeq}$ "); da tale parametro si ricava il  $L_{Aeqh}$ . Sono acquisiti anche altri parametri acustici, quali i livelli statistici (principalmente  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ),  $L_{AF}$ ,  $L_{AFmax}$ , lo spettro 1/3 ottava, la time-history. L'elaborazione dei parametri acustici misurati prevede:

- eliminazione dei dati acquisiti in condizioni meteo non conformi;
- stima dell'incertezza associata alla variabilità oraria dei livelli (calcolo della deviazione standard) e valutazioni delle eccedenze rispetto ad una soglia predeterminata, per l'individuazione di eventi anomali e/o sorgenti interferenti;
- depurazione dei livelli sonori attribuibili ad eventi anomali e/o accidentali;
- determinazione, a partire dal  $L_{Aeq}$  rilevato, dei livelli sonori orari ( $L_{Aeqh}$ ,  $L_{max}$ ,  $L_{min}$ ,  $L_1$ ,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{95}$ ,  $L_{99}$ );
- determinazione, a partire dai dati di  $L_{Aeqh}$ , dei livelli sonori nei periodi di riferimento diurno e notturno;
- determinazione dei descrittori settimanali (per il confronto con i limiti normativi).

In sintesi, i parametri acquisiti/elaborati per un'infrastruttura stradale sono riportati nella tabella seguente.

PARAMETRI	PARAMETRI ACQUISITI ATTRAVERSO		
	POSTAZIONI FISSE	POSTAZIONI MOBILI	MODELLI PREVISIONALI
<i>Informazioni generali</i>			
<b>Ubicazione/Planimetria</b>	☑	☑	☑
<b>Funzionamento</b>	☑	☑	n.a.
<b>Periodo di misura/Periodo di riferimento</b>	☑	☑	☑
<i>Parametri acustici</i>			
<b><math>L_{Aeq}</math> orari</b>	≈	⊕	⊕
<b><math>L_{Aeqd}</math> giornalieri</b>	☑	☑	⊕
<b><math>L_{Aeqnr}</math> giornalieri</b>	☑	☑	⊕
<b>Valori medi settimanali* <math>L_{Aeqd}</math></b>	☑	☑	☑
<b>Valori medi settimanali* <math>L_{Aeqn}</math></b>	☑	☑	☑
<b>Andamenti grafici</b>	☑	⊕	≈
<i>Parametri meteorologici</i>			
<b>Eventi meteorologici particolari</b>	☑	☑	n.a.
<b>Situazione meteorologica</b>	☑	☑	☑

Legenda: ☑ necessario ⊕ opportuno ≈ Indifferente n.a. non applicabile

### **Infrastrutture ferroviarie**

I *parametri acustici* rilevati dal monitoraggio sono:  $L_{Aeq}$ ,  $L_{AE}$  (SEL),  $L_{AF}$ ,  $L_{AFmax}$ . Sono acquisiti anche altri parametri acustici, quali i livelli statistici (principalmente  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ),  $L_{AF}$ ,  $L_{AFmax}$ , lo spettro 1/3 ottava, la time-history. L'elaborazione dei parametri acustici misurati prevede:

- eliminazione dei dati acquisiti in condizioni meteo non conformi;
- stima dell'incertezza associata alla variabilità oraria dei livelli (calcolo della deviazione standard), e valutazioni delle eccedenze rispetto ad una soglia predeterminata, per l'individuazione di eventi anomali e/o sorgenti interferenti;
- depurazione dei livelli sonori attribuibili ad eventi anomali e/o accidentali;
- determinazione dei  $L_{AE}$  (SEL) dai livelli sonori rilevati, nei due periodi di riferimento;
- determinazione di  $L_{Aeq}$ , nei periodi di riferimento diurno e notturno, per il

confronto con i limiti normativi.

In sintesi, i parametri acquisiti/elaborati per un'infrastruttura stradale sono riportati nella tabella seguente.

PARAMETRI	PARAMETRI ACQUISITI ATTRAVERSO		
	POSTAZIONI FISSE	POSTAZIONI MOBILI	MODELLI PREVISIONALI
<i>Informazioni generali</i>			
<b>Ubicazione/Planimetria</b>	☑	☑	☑
<b>Funzionamento</b>	☑	☑	n.a.
<b>Periodo di misura/Periodo di riferimento</b>	☑	☑	☑
<i>Parametri acustici</i>			
<b><math>L_{Aeqd}</math>, diurno</b>	☑	☑	☑
<b><math>L_{Aeqn}</math> notturno</b>	☑	☑	☑
<b>Andamenti grafici</b>	☑	⊕	≈
<i>Parametri meteorologici</i>			
<b>Eventi meteorologici particolari</b>	☑	☑	n.a.
<b>Situazione meteorologica</b>	☑	☑	☑

Legenda: ☑ necessario ⊕ opportuno ≈ Indifferente n.a. non applicabile

## Infrastrutture aeroportuali

Per valutare gli effetti del rumore di un aeroporto sul territorio circostante l'infrastruttura è individuato l'intorno aeroportuale<sup>11</sup>. Spetta alla Commissione aeroportuale (di cui all'art.5 comma 1 del DM 31/10/97), definire, nell'Intorno aeroportuale, i confini delle tre aree di rispetto: zona A, zona B, zona C. (art.6 comma 1 DM 31/10/97). Nell'ambito del PMA sono possibili due diversi scenari:

1. Caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale (perimetrazione delle zone A, B e C) approvata dalla Commissione aeroportuale;
2. Caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale (perimetrazione delle zone A, B e C) non approvata dalla Commissione aeroportuale.

Nello scenario 2 le valutazioni possono essere effettuate considerando l'impronta acustica previsionale con l'individuazione delle tre zone di rispetto elaborata nello SIA.

I descrittori acustici per valutare gli impatti del rumore aeroportuale sulla popolazione sono:

<sup>11</sup>Territorio circostante l'aeroporto, il cui stato dell'ambiente è influenzato dalle attività aeroportuali, corrispondente all'area in cui il descrittore di cui all'allegato «A», punto 1, del presente decreto ( $L_{VA}$ ) assume valori superiori a 60 dB(A)" (art. 2 DM 31/10/1997).

- all'interno dell'intorno aeroportuale, il livello di valutazione del rumore aeroportuale,  $L_{VA}$ , valutato nelle tre settimane a maggior numero di movimenti aerei nei tre periodi individuati dal DM 31/10/1997 (Allegato A);
- all'esterno dell'intorno aeroportuale,  $L_{VA}$ , valutato nelle tre settimane a maggior numero di movimenti aerei nei tre periodi individuati dal DM 31/10/1997 (Allegato A), e il  $L_{Aeq}$ , valutato nei due periodi di riferimento  $T_R$ , diurno e notturno.

La normativa nazionale individua le procedure per la determinazione del LVA all'Allegato A del DM 31/10/1997 e le procedure per l'esecuzione delle misure di rumore aeroportuale all'Allegato B del DM 31/10/1997.

Ai fini della valutazione degli impatti, nel *monitoraggio di un aeroporto* sono individuate due tipologie di stazioni di monitoraggio<sup>12</sup>:

1. Stazioni di tipo M, di *monitoraggio del rumore aeronautico*, nelle quali è possibile distinguere gli eventi di origine aeronautica da quelli dovuti ad altre sorgenti, finalizzate alla valutazione specifica del descrittore  $L_{VA}$ ;
2. Stazioni di tipo A, di *monitoraggio del rumore ambientale*, nelle quali non è necessario distinguere gli eventi di origine aeronautica, finalizzate alla valutazione del descrittore  $L_{Aeq}$ , nei due periodi di riferimento.

La scelta del numero e dell'ubicazione delle stazioni di monitoraggio dipende dalla presenza di ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura e/o riposo) e di altri ricettori (abitazioni).

Le stazioni di tipo M sono posizionate all'interno dell'intorno aeroportuale o dell'impronta acustica previsionale elaborata nel SIA, prioritariamente in zona B e in zona A; possono essere previste anche al di fuori dell'Intorno aeroportuale (o dell'impronta acustica previsionale elaborata nel SIA), presso ricettori sensibili e/o abitativi posti in prossimità dell'Intorno stesso e interessati dalle traiettorie degli aeromobili.

Al fine di valutare l'indicatore  $L_{VA}$ , con un grado di accuratezza utile allo scopo del monitoraggio, l'ubicazione migliore delle stazioni di tipo M è al di sotto delle traiettorie di sorvolo (decollo/atterraggio) degli aeromobili, individuate dalle traiettorie nominali pubblicate in AIP<sup>13</sup> Italia.

La scelta del numero e dell'ubicazione delle stazioni di tipo A dipende dalla presenza di ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura e/o riposo) e di ricettori

<sup>12</sup> L'accertamento delle violazioni delle procedure antirumore non è ricompresa tra le finalità del monitoraggio degli impatti previsto nell'ambito del PMA.

<sup>13</sup> Aeronautical Information Publication

abitativi potenzialmente critici (o "border-line") al di fuori dell'intorno aeroportuale o dell'impronta acustica previsionale con la individuazione delle tre zone di rispetto elaborata nel SIA.

La posizione della strumentazione di misura per la valutazione del rumore aeronautico (LVA) deve rispondere ai seguenti requisiti:

- La superficie su cui è posizionata la stazione di misura deve essere una superficie solida, continua, il cui assorbimento acustico  $\alpha$  è inferiore a 0,3. Nel caso in cui tale circostanza non si verifichi, è prevista la posa di adeguati materiali riflettenti;
- Tra la traiettoria ipotetica della procedura di volo (pubblicata in AIP) di un qualsiasi aereo in movimento durante il sorvolo e la stazione di misura non devono essere presenti ostacoli tali da creare fenomeni di diffrazione che modifichino il percorso diretto dei raggi acustici, né devono sussistere condizioni di riverberazione tali da alterare il livello di pressione sonora dell'onda direttamente incidente sul microfono;
- La distanza della stazione di misura dall'edificio più vicino deve essere almeno pari al doppio dell'altezza dell'edificio. Nel caso in cui questa condizione non sia verificata se la stazione è situata a quota del suolo, la stessa può essere posizionata sul tetto di un edificio in modo tale da rendere la condizione effettiva;
- L'altezza del microfono deve essere pari ad almeno 3 m dal piano di campagna, preferibilmente compresa tra i 6 e i 10 m;
- Nel caso in cui le condizioni locali suggeriscano una differente collocazione, possono essere valutate soluzioni che comprendano anche l'installazione del microfono su tetti o terrazzi. In tal caso è necessario valutare il livello di incertezza associato a tale collocazione.

Il microfono utilizzato per le misure di rumore aeronautico è del tipo a campo libero, con una sensibilità superiore a 30mV/Pa. L'orientamento del microfono deve essere allo zenit; non sono utilizzati sistemi di correzione per l'incidenza casuale.

Per l'acquisizione dei parametri acustici per il monitoraggio del rumore aeroportuale la stazione di monitoraggio di tipo M deve essere in grado di:

- integrare i valori di pressione sonora al fine della determinazione del livello SEL, relativamente al singolo evento rumoroso;
- memorizzare il valore  $L_{AFMax}$  del singolo evento rumoroso;

- memorizzare i valori  $L_{AF}$  con campionamento pari o inferiore ad 1 s, in alternativa è possibile memorizzare i campioni short  $L_{Aeq}$  con tempo di integrazione pari a 1 s (solo se lo strumento è in grado di determinare il valore  $L_{AFMax}$  dell'evento);
- in alternativa, memorizzare l'intera *Time-history* del parametro  $L_{Aeq}$  con risoluzione 1s;
- determinare il livello  $L_{Aeq}$  orario e i livelli percentili, orari e/o di periodo, in particolare  $L_1$ ,  $L_{90}$  e  $L_{99}$ .

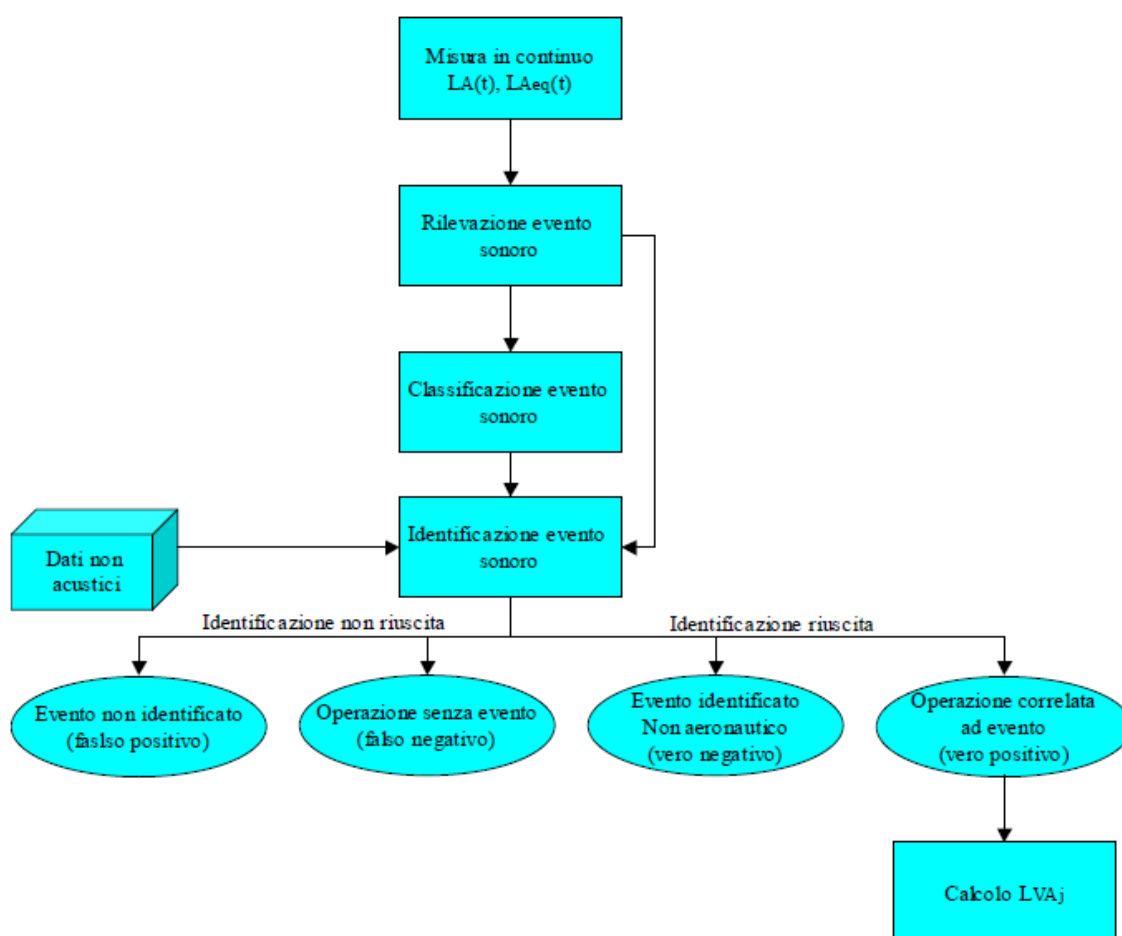
Nella tabella seguente sono riportati, in sintesi, i parametri acustici da acquisire dalla strumentazione di misura, in funzione della tipologia di stazione di monitoraggio (A/M).

TIPO DI STAZIONE PARAMETRO		A- MONITORAGGIO AMBIENTALE	M- MONITORAGGIO DEL RUMORE AEROPORTUALE
<b>Dati identificativi dell'evento</b>	Data e ora di inizio dell'evento	⊕	☑
	Data e ora del massimo $L_{AF}$ dell'evento	⊕	☑
	Durata in secondi	⊕	☑
<b>Parametri acustici del fonometro</b>	SEL	≈	☑
	$L_{AFMax}$	☑	☑
	Time History $L_{AF}$ oppure, in alternativa Time History short $L_{Aeq}$	☑	⊕

Legenda: ☑ necessario ⊕ opportuno ≈ Indifferente n.a. non applicabile

Per determinare il descrittore LVA è necessario identificare gli eventi acustici dovuti al passaggio degli aeromobili e quindi correlare l'evento sonoro rilevato dalla strumentazione e i dati non acustici relativi ai voli, secondo lo schema illustrato nella figura di seguito riportata <sup>14</sup>.

<sup>14</sup>Tratto da "Linee guida per la progettazione e la gestione delle reti di monitoraggio acustico aeroportuale" ISPRA 2010.



Per l'identificazione degli eventi sonori può essere utilizzata qualunque metodologia fondata sull'evoluzione temporale del rumore e dello spettro in frequenza e in grado di identificare l'inizio e la fine dell'evento rumoroso. La metodologia utilizzata, di cui preventivamente deve essere dimostrata l'efficacia, deve essere specificata nel rapporto tecnico che riporta la determinazione dei descrittori acustici di riferimento.

I dati non acustici relativi ai voli sono quell'insieme di informazioni che consente l'identificazione dei voli e in particolare la correlazione di questi con gli eventi rumorosi, secondo le indicazioni del DM 20/5/1999. Essi sono:

- base dati voli, fornita dalla società di gestione;
- tracciati radar, forniti dal fornitore dei servizi di traffico aereo (ad esempio ENAV) al gestore dell'aeroporto, come stabilito dal DM 31/10/1997, all'art. 6, comma 5.

L'operazione di correlazione tra evento sonoro e dato non acustico deve essere specifica per ogni stazione di monitoraggio. La metodologia di correlazione e la sua



efficacia sono specificate nel rapporto tecnico che riporta la determinazione dei descrittori acustici di riferimento. Le informazioni acquisite/elaborate nelle stazioni di monitoraggio di un'infrastruttura aeroportuale sono riportate nella tabella seguente, distinte per tipologia di stazione di monitoraggio (A/M).

TIPO DI STAZIONE	A – MONITORAGGIO AMBIENTALE	M – MONITORAGGIO DEL RUMORE AEROPORTUALE
<i>Informazioni generali</i>		
<b>Ubicazione</b>	☑	☑
<b>Funzionamento</b>	⊕	☑
<i>Periodicità giornaliera</i>		
<b>L<sub>VAj</sub></b>	⊕	☑
<b>Fondo/Ambientale<sup>1</sup></b>	☑	⊕
<b>L<sub>VAd</sub></b>	≈	⊕
<b>L<sub>VAn</sub></b>	≈	⊕
<b>% correl.</b>	≈	☑
<b>Eventi meteorologici particolari</b>	≈	⊕
<i>Periodicità settimanale</i>		
<b>L<sub>VAj</sub></b>	⊕	☑
<b>Fondo/Ambientale</b>	☑	⊕
<b>Andamenti grafici</b>	≈	⊕
<b>% correl.</b>	≈	⊕
<b>Eventi meteorologici particolari</b>	≈	⊕
<i>Periodicità mensile</i>		
<b>L<sub>VAj medio</sub><sup>2</sup></b>	⊕	☑
<b>Fondo/Ambientale medio</b>	☑	☑
<b>Andamenti grafici</b>	⊕	⊕
<b>Situazione meteorologica</b>	≈	⊕
<i>Periodicità annuale</i>		
<b>L<sub>VA</sub></b>	⊕	☑
<b>Fondo/Ambientale medio</b>	☑	☑
<b>Andamenti grafici</b>	⊕	☑
<b>Situazione meteorologica</b>	≈	⊕

<sup>1</sup> Per rumore ambientale si intende il rumore rilevato dallo strumento senza differenziazione delle sorgenti, per rumore non aeronautico si intende la differenza tra rumore ambientale e rumore attribuito alla sorgente aeronautica

<sup>2</sup> Il valore medio dei parametri acustici può essere calcolato indifferentemente sia utilizzando la media aritmetica che quella logaritmica, purché la scelta sia effettuata per tutte le stazioni e sia indicata nel commento ai dati.

Legenda: ☑ necessario ⊕ opportuno ≈ Indifferente n.a. non applicabile

Il monitoraggio del rumore aeroportuale in quanto finalizzato alla valutazione del descrittore L<sub>VA</sub> ha durata annuale. Si ritiene opportuno eseguire il *monitoraggio PO* dell'infrastruttura aeroportuale fino all'entrata in esercizio del sistema di monitoraggio previsto dal DM 20/05/1999.

## Attività industriali

In generale, il rumore prodotto nei siti in cui si svolgono attività industriali/produktive si compone di diversi contributi, originati da sorgenti sonore di diversa tipologia: attività industriali propriamente dette, infrastrutture di trasporto a servizio del sito industriale e/o influenzate dal traffico indotto dal sito, operazioni correlate alle attività industriali (es. scarico/carico merci, specifiche lavorazioni, ecc.).

Per il monitoraggio del rumore prodotto dalle infrastrutture di trasporto a servizio e/o influenzate dal traffico indotto dal sito di attività industriale si fa riferimento a quanto già indicato nei paragrafi specifici.

Nell'ambito del monitoraggio del rumore prodotto nei siti portuali e negli interporti, tra le sorgenti di interesse correlate alle attività portuali si deve considerare anche il rumore prodotto dalle imbarcazioni.

Nel monitoraggio del rumore dei terminal marittimi e delle piattaforme per la coltivazione idrocarburi in mare si deve considerare il rumore prodotto dal traffico marittimo da e verso il terminal/impianto stesso.

Per gli impianti eolici a mare, data la distanza di installazione del sito dalla costa, gli impatti del rumore ambientale sulla popolazione sono generalmente poco significativi, se non trascurabili. Fatte salve le specificità dei contesti, non si ritiene quindi necessaria l'installazione di un sistema di monitoraggio finalizzato a valutare gli impatti sulla popolazione.

I descrittori acustici per il monitoraggio degli impatti connessi ad attività industriali sulla popolazione sono:

- $L_{Aeq,T}$ , valutato nei due periodi di riferimento  $T_R$ , diurno e notturno, secondo la definizione di cui all'Allegato A del DM 16/3/1998;
- $L_{Aeq,T}$ , valutato sul tempo di misura  $T_M$ , secondo la definizione di cui all'Allegato A del DM 16/3/1998.

La normativa nazionale individua le tecniche di misura e di elaborazione dei parametri acustici ai fini della determinazione dei descrittori specifici all'Allegato B del DM 16/3/1998. Tali tecniche di misura, in mancanza del decreto che individua i criteri di misurazione del rumore emesso dalle imbarcazioni, previsto all'art. 3, comma 1, lett. l) della L.Q. 447/95, sono da riferimento anche nel monitoraggio del rumore ambientale prodotto dalle imbarcazioni e/o dal traffico marittimo.

I rilevamenti fonometrici sono effettuati nella situazione di esercizio più gravosa nelle condizioni abituali (o a regime) di conduzione del sito di attività industriale, non

soltanto in riferimento alla/e sorgente/i oggetto di indagine, ma anche in relazione alla variabilità delle altre sorgenti che contribuiscono a determinare il clima acustico dell'area di indagine.

I rilevamenti fonometrici sono effettuati in ambiente esterno, per la valutazione del livello assoluto di immissione e del livello di emissione, e in ambiente interno, per la valutazione del livello differenziale di immissione.

Per le *misure in ambiente esterno*, il microfono è posizionato in prossimità di spazi aperti fruibili da persone o comunità, ad un'altezza di 1,5 m dal suolo (in accordo alla reale o ipotizzata posizione del ricettore), nel punto in cui il livello sonoro prodotto dall'opera oggetto d'esame è massimo, oppure in prossimità di un edificio ricettore, sempre ad un'altezza di 1,5 m dal suolo e a non meno di 1 m di distanza dalla parete dell'edificio. Nel caso di misure in prossimità di edifici di più piani, è opportuno effettuare misurazioni anche presso i piani più alti dell'edificio, in corrispondenza del punto in cui il livello sonoro prodotto dall'opera in esame è massimo (stimato dallo studio di impatto acustico previsionale predisposto nel SIA).

Per le *misure in ambiente interno*, il microfono è posizionato a 1,5 m dal pavimento e ad almeno 1 m da superfici riflettenti; il rilievo fonometrico è eseguito sia a finestre chiuse che a finestre aperte, al fine di individuare la situazione più gravosa. Nella misura a finestre aperte il microfono è posizionato ad 1 m dalla finestra; in presenza di onde stazionarie il microfono è posto in corrispondenza del punto di massima pressione sonora più vicino alla posizione suddetta. Nella misura a finestre chiuse il microfono è posizionato nel punto in cui si rileva il livello maggiore di pressione sonora.

Per la *valutazione del livello assoluto di immissione*, i rilievi fonometrici sono eseguiti con misurazioni per integrazione continua o con tecnica di campionamento sull'intero periodo di riferimento.

In presenza di un considerevole numero di ricettori distribuiti su un'area vasta si può ricorrere ad una procedura di rilevamento che permette di ottimizzare il campionamento spazio-temporale del rumore<sup>15</sup>; la procedura consiste nell'individuare:

- *Postazioni di monitoraggio in prossimità della sorgente* (possibilmente in prossimità del confine di proprietà del sito di attività industriale), generalmente di tipo fisso, nelle quali effettuare misurazioni per integrazione continua, sul medio o lungo periodo (misurazioni sulle 24 h e/o settimanali), allo scopo di

---

<sup>15</sup> Approccio descritto per le attività industriali nell'ambito della procedura di Autorizzazione Integrata Ambientale, fra i "principi di monitoraggio del rumore" riportati nelle "Linee guida in materia di sistemi di monitoraggio" recanti criteri per l'individuazione e l'utilizzo delle migliori tecniche disponibili ex art. 3 comma 2 D.Lgs 372/99".

caratterizzare in maniera univoca le emissioni/immissioni della sorgente oggetto di indagine (in particolare la presenza di eventi sonori impulsivi, componenti tonali di rumore, componenti spettrali in bassa frequenza, rumore a tempo parziale).

- *Postazioni presso i ricettori*, generalmente del tipo mobile/rilocabile, in cui effettuare rilevamenti acustici di breve periodo (o "spot"), eseguiti con tecnica di campionamento, in sincronia temporale con le misurazioni effettuate presso le postazioni fisse in prossimità della sorgente.

Attraverso funzioni di trasferimento che individuano correlazioni spaziali e temporali certe fra i livelli sonori misurati nelle postazioni in prossimità della sorgente e i livelli sonori misurati nelle postazioni presso i ricettori, si determinano i livelli di immissione sui ricettori individuati da confrontare con i valori limite normativi.

Per la *valutazione del livello di emissione* sono eseguiti rilievi in ambiente esterno, con misurazioni per integrazione continua o con tecnica di campionamento sull'intero periodo di riferimento, del livello di rumore ambientale e del livello di rumore residuo; al fine della verifica con i valori limite normativi, il rumore immesso dalla sorgente specifica (livello di emissione) in corrispondenza del punto di misura si ottiene come differenza energetica tra il livello di rumore ambientale e il livello di rumore residuo. I punti di misura per valutare i livelli di immissione e di emissione possono coincidere oppure no, potendo, nel caso del livello di emissione, essere individuati non necessariamente presso un ricettore abitativo, ma anche, in generale, presso spazi utilizzati da persone e comunità.

Per la *valutazione del livello differenziale di immissione* si esegue almeno una misura all'interno dell'edificio ricettore del livello di rumore ambientale e del livello di rumore residuo. Il rilievo fonometrico è effettuato con tempi di misura ( $T_M$ ) sufficienti a caratterizzare in maniera adeguata i livelli di rumore ambientale e residuo. Per sorgenti che presentano una tipologia di emissione stabile nel tempo può essere sufficiente l'utilizzo di un  $T_M$  minimo di 5 min; negli altri casi, è cura del tecnico valutare il tempo di misura più idoneo in base alla variabilità temporale dell'emissione della sorgente.

Nel caso non sia possibile effettuare misure di rumore residuo, per l'impossibilità di disattivare la sorgente oggetto di indagine, si fa riferimento alla norma UNI 10855 per stimare l'entità dell'emissione sonora della sorgente in esame e quindi calcolare il livello di rumore residuo come differenza energetica tra il livello di rumore ambientale misurato e il livello di emissione stimato.

Qualora non risulti agevole l'accesso alle abitazioni per le misure in ambiente interno, è possibile stimare il rumore immesso secondo la procedura indicata dalla norma UNI 11143-1. In ogni caso, risulta comunque necessario conoscere il livello acustico in corrispondenza della facciata più esposta del ricettore individuato, valutando gli indici di abbattimento del rumore nelle situazioni a finestre aperte e chiuse mediante le caratteristiche fonoisolanti dei singoli elementi che compongono le pareti secondo le indicazioni della norma UNI 12354-3. In mancanza di stime più precise, la differenza tra il livello di rumore all'interno dell'edificio rispetto a quello in esterno (facciata) può essere stimato mediamente<sup>16</sup>:

- da 5 a 15 dB (mediamente 10 dB) a finestre aperte;
- in 21 dB a finestre chiuse.

Nel caso di un impianti a ciclo continuo esistente, ovvero realizzato e/o autorizzato alla data di entrata in vigore del DM 11/12/1996, oggetto di modifica, la *valutazione del livello differenziale di immissione* è applicata limitatamente alle parti di impianto modificate<sup>17</sup>, mentre per un impianto a ciclo continuo realizzato e/o autorizzato successivamente all'entrata in vigore del DM 11/12/1996, la valutazione del livello differenziale deve essere necessariamente effettuata; l'impossibilità di disattivare la sorgente comporta la necessità di valutare il livello di emissione della sorgente secondo quanto indicato dalla norma UNI 10855 e, quindi, il livello residuo è calcolato come differenza energetica tra il livello di rumore ambientale misurato e il livello di emissione stimato.

I *parametri acustici* rilevati dal monitoraggio sono:  $L_{Aeq,r}$ ,  $L_{AF}$ ,  $L_{AFmax,r}$ ,  $L_{AFmin,r}$ ,  $L_{AImin,r}$ ,  $L_{ASmin}$ , con analisi spettrale in 1/3 d'ottava. Sono acquisiti anche i livelli percentili  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ , al fine di caratterizzare la sorgente sonora esaminata.

*L'elaborazione dei parametri acustici* misurati prevede:

1. eliminazione dei dati acquisiti in condizioni meteo non conformi;
2. depurazione dei livelli sonori attribuibili ad eventi anomali e/o accidentali;
3. stima dei livelli  $L_{Aeq,r}$  nei periodi di riferimento diurno e notturno, effettuata secondo quanto indicato nel DM 16/3/1998;
4. riconoscimento degli eventi sonori impulsivi, componenti tonali di rumore, componenti spettrali in bassa frequenza, rumore a tempo parziale;
5. correzione dei livelli  $L_{Aeq}$  con l'applicazione dei fattori correttivi  $K_I$ ,  $K_T$ ,  $K_B$ , come

<sup>16</sup>Cfr. Planning Policy Guidance 24: Planning and Noise, UK Department for Communities and Local Government; NANR116: "Open/closed window research – sound insulation through ventilated domestic windows, The Building Performance centre, Napier University, 2007; "Night noise guidelines for Europe", capp. 1 e 5, WHO Regional Office for Europe, 2009.

<sup>17</sup>Circolare Ministero dell'Ambiente 6 settembre 2004

indicato nell'Allegato A, punto 17 del D.M. 16/03/1998;

6. valutazione dei livelli di immissione, emissione e differenziale;
7. determinazione del valore di incertezza associata alla misura.

In sintesi, i parametri acquisiti/elaborati per un sito di attività industriale sono riportati nella seguente tabella.

PARAMETRI	DATI ACQUISITI ATTRAVERSO		
	POSTAZIONI FISSE	POSTAZIONI MOBILI	MODELLI PREVISIONALI
<i>Informazioni generali</i>			
<b>Ubicazione/Planimetria</b>	☑	☑	☑
<b>Funzionamento</b>	☑	☑	n.a.
<b>Periodo di misura/Periodo di riferimento</b>	☑	☑	☑
<i>Parametri acustici</i>			
<b><math>L_{Aeq}</math> immissione, diurno</b>	☑	☑	☑
<b><math>L_{Aeq}</math> immissione, notturno</b>	☑	☑	☑
<b><math>L_{Aeq}</math> emissione, diurno</b>	☑	☑	☑
<b><math>L_{Aeq}</math> emissione, notturno</b>	☑	☑	☑
<b><math>\Delta</math>* diurno</b>	☑	☑	☑
<b><math>\Delta</math>*notturno</b>	☑	☑	☑
<b>Fattori correttivi (KI, KT, KB)</b>	☑	⊕	≈
<b>Andamenti grafici</b>	☑	⊕	≈
<i>Parametri meteorologici</i>			
<b>Eventi meteorologici particolari</b>	☑	☑	n.a.
<b>Situazione meteorologica</b>	☑	☑	☑

\*livello differenziale

Legenda: ☑ necessario ⊕ opportuno ≈ Indifferente n.a. non applicabile

## Prospezioni geofisiche per la ricerca di idrocarburi in mare

Per le attività di prospezione finalizzate alla ricerca di idrocarburi in mare, data la distanza delle attività dalla costa (superiore alle 12 miglia in base alle norme nazionali vigenti), gli impatti acustici sulla popolazione sono generalmente poco significativi, se non trascurabili.

Le prospezioni geofisiche per la ricerca di idrocarburi in mare utilizzano segnali acustici impulsivi molto intensi per la caratterizzazione del fondale e della struttura e composizione del substrato geologico. Per il monitoraggio degli impatti sugli ecosistemi e/o su singole specie, il PMA deve basarsi su:

- dettagliata caratterizzazione dell'area vasta di indagine, con l'obiettivo di localizzare correttamente i punti monitoraggio tenendo conto della sensibilità dell'area e delle specie "target" (zona di riproduzione, migrazione, transito di specie protette/sensibili, ecc.),
- definizione di criteri specifici per il monitoraggio finalizzati a valutare il rispetto degli standard di riferimento dei livelli acustici in ambiente sottomarino presi a riferimento attraverso un' adeguata strumentazione e metodologia di misura standardizzata ed appropriati parametri descrittivi (ad esempio il limite massimo di esposizione, SPL, Sound Pressure Level, espresso in dB re 1  $\mu$ Pa).

In particolare, per il *monitoraggio dell'attività di prospezione geofisica* finalizzato principalmente a proteggere i mammiferi marini e ad attivare tempestive misure di mitigazione, le metodiche attualmente più utilizzate sono rappresentate da:

- *Monitoraggio visivo*, attraverso Marine Mammal Observers (MMO), per mezzo di survey da imbarcazioni e/o aereo;
- *Monitoraggio acustico passivo*, generalmente affiancato a quello visivo, effettuato attraverso un sistema di idrofoni calato nella colonna d'acqua per registrare i suoni emessi da mammiferi marini e quindi rilevarne la presenza.

Entrambe le attività devono essere condotte da professionisti qualificati, esperti nel riconoscimento dei mammiferi marini e dei segnali acustici prodotti da queste specie, responsabili dell'attuazione di opportune misure di mitigazione per proteggere gli animali durante le attività in mare che generano rumore o disturbo. Il ruolo principale di un Marine Mammal Observer è quello di raccogliere dati sulla presenza di cetacei nella zona dei lavori, per tutta la durata degli stessi, con tecniche visive e/o acustiche, e di attuare misure di mitigazione in tempo reale dei potenziali impatti del rumore (o del disturbo in generale) sulle specie presenti.

L'attività di monitoraggio deve riportare necessariamente le seguenti informazioni specifiche:

- data e luogo del survey;
- caratteristiche dell'array di airgun;
- numero e volume di ciascun airgun, numero e tipo di imbarcazioni utilizzate;
- durata del soft start;
- avvistamenti di mammiferi marini;
- procedure messe in atto in caso di avvistamenti;
- problematiche riscontrate durante il survey e/o in caso di avvistamento cetacei.

Per l'individuazione di criteri e valori di esposizione da rumore volti alla tutela dei mammiferi marini, per la mitigazione dell'impatto acustico e per le tecniche di monitoraggio si rimanda ai documenti tecnici ed agli organismi scientifici nazionali ed internazionali riportati in Appendice.

### **6.5.7. Monitoraggio in corso d'opera**

La *progettazione/programmazione del monitoraggio CO* prevede due tipologie di verifiche:

1. *verifiche acustiche* (monitoraggio del rumore ambientale);
2. *verifiche non acustiche*.

La *progettazione/programmazione delle verifiche acustiche* non può prescindere dalla conoscenza delle attività di cantiere, pertanto è preceduta da un adeguato studio acustico che riporta almeno le seguenti informazioni:

- tipologia di macchinari e loro emissioni acustiche;
- scenari/fasi di lavorazione, con indicazione dei macchinari utilizzati per ogni scenario/fase;
- livelli sonori attesi ai ricettori, per ogni scenario/fase di lavorazione;
- interventi di mitigazione progettati.

Tale studio acustico, per gli elementi di dettaglio che richiede, è elaborato generalmente nella fase di *progettazione esecutiva dei cantieri*.

Il PMA della fase di *progettazione definitiva* può quindi risultare privo di quel necessario grado di dettaglio che permette di indicare in modo puntuale posizione dei punti di monitoraggio, tipologia e frequenze delle misurazioni. Il PMA nella fase di *progettazione definitiva* deve essere quindi realizzato in maniera da rendere flessibile il monitoraggio: frequenza e localizzazione dei campionamenti sono stabiliti sulla base dell'effettiva evoluzione delle attività di cantiere.

Per il monitoraggio del rumore ambientale si deve inoltre tenere conto che il rumore dovuto alle attività di cantiere si compone di diversi contributi:

- rumore prodotto dalle lavorazioni eseguite con macchine da cantiere;
- attività associate (carico/scarico/deposito di materiale);
- sorgenti fisse a supporto delle aree di cantiere e/o associate alle attività del cantiere (gruppi elettrogeni, ecc.);



- rumore da traffico di mezzi pesanti sulle piste di cantiere e/o sulle infrastrutture di trasporto adiacenti alle aree, in ingresso/uscita dalle aree di cantiere.

I *descrittori acustici* per valutare gli impatti di un'attività di cantiere sono:

- $L_{Aeq}$ , valutato nei due periodi di riferimento  $T_R$ , diurno e notturno, secondo la definizione di cui all'Allegato A del DM 16/3/1998;
- $L_{Aeq}$ , valutato sul tempo di misura  $T_M$ , secondo la definizione di cui all'Allegato A del DM 16/3/1998.

La normativa nazionale individua le tecniche di misura e di elaborazione dei parametri acustici ai fini della determinazione dei descrittori specifici all'Allegato B del DM 16/3/1998.

Il *monitoraggio del rumore ambientale* prevede rilevamenti fonometrici in ambiente esterno e in ambiente interno, eseguiti secondo quanto disposto dal DM 16/3/1998 (Allegato B).

Per il monitoraggio del rumore prodotto dai mezzi pesanti sulle piste da cantiere e/o sulle infrastrutture di trasporto adiacenti alle aree, in ingresso/uscita dalle aree di cantiere, si fa riferimento a quanto già indicato nei paragrafi specifici.

In sintesi, la *progettazione delle verifiche acustiche* prevede la specificazione di:

1. tipologia di misurazioni.
2. metodo di misura per estrapolare il solo rumore derivante dall'attività di cantiere in presenza di altre sorgenti rilevanti (es. strade, ferrovie, ecc.).
3. postazioni di monitoraggio: tipologia di postazione (fissa/mobile), localizzazione del punto di monitoraggio, tipologia di strumentazione, ecc.;
4. parametri monitorati.
5. frequenza delle misurazioni.

Gli obiettivi delle *verifiche acustiche* sono:

1. verificare le situazioni di massimo impatto;
2. valutare l'emissione sonora del solo cantiere.

Il monitoraggio deve garantire che le misure si svolgano durante le lavorazioni più rumorose e che siano effettuate in prossimità dei ricettori più esposti e/o critici (non necessariamente gli stessi ricettori per tutti gli scenari di lavorazione).

La *valutazione dell'emissione sonora del solo cantiere* risulta necessaria per attribuire il superamento/non rispetto del valore limite/valore soglia al solo cantiere e quindi per individuare la conseguente azione correttiva.

La valutazione dell'emissione sonora del solo cantiere comporta lo scorporo dal valore misurato del contributo delle altre sorgenti presenti nel sito di misura (sorgenti interferenti), necessario nei casi in cui :

- le altre sorgenti sono infrastrutture di trasporto e i ricettori più impattati si trovano all'interno delle fasce di pertinenza: per verificare il rispetto dei limiti di zona (DPCM 14/11/97 art 3 comma 2 e 3), il livello di rumore delle infrastrutture di trasporto non deve essere sommato a quello del cantiere;
- è rilasciata un'autorizzazione in deroga ai limiti di legge (come previsto dall'art 6, comma 1, lettera f) della L.Q. n. 447/95): generalmente i limiti massimi prescritti con la deroga si riferiscono solo ai livelli sonori prodotti dall'attività di cantiere.

Le procedure utili per separare il rumore delle attività del cantiere da quello delle altre sorgenti presenti nel sito di misura sono individuate nella norma UNI 10855.

I *parametri acustici* rilevati dall'attività di monitoraggio sono:  $L_{Aeq}$ ,  $L_{AF}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{AFmin}$ ,  $L_{Aimin}$ ,  $L_{ASmin}$ , con analisi spettrale in 1/3 d'ottava.

Sono acquisiti anche i livelli percentili  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ , al fine di caratterizzare la sorgente sonora esaminata.

*L'elaborazione dei parametri acustici* misurati prevede:

1. eliminazione dei dati acquisiti in condizioni meteo non conformi;
2. depurazione dei livelli sonori attribuibili ad eventi anomali e/o accidentali;
3. scorporo dei livelli attribuiti a sorgenti interferenti;
4. stima di  $L_{Aeq}$ , nei periodi di riferimento diurno e notturno, effettuata secondo quanto indicato nel DM 16/3/1998;
5. riconoscimento degli eventi sonori impulsivi, componenti tonali di rumore, componenti spettrali in bassa frequenza, rumore a tempo parziale;
6. correzione dei livelli di rumore misurati con l'applicazione dei fattori correttivi  $K_I$ ,  $K_T$  e  $K_B$ , come indicato nell'Allegato A, punto 17 del DM 16/03/1998;
7. determinazione del valore di incertezza associata alla misura.

La *progettazione delle verifiche non acustiche* è relativa agli interventi di carattere procedurale/gestionale ed è finalizzata al rispetto di normative (ad esempio Direttiva 2000/14/CE), procedure, vincoli autorizzativi, operativi definiti in ambito di progettazione (Progetto e SIA).

*La progettazione delle verifiche non acustiche* prevede la specificazione di:

1. Tipologia delle prescrizioni da verificare;

2. Metodo di verifica: sopralluoghi, videoregistrazioni, acquisizione di documenti relativi alle caratteristiche delle macchine, registrazioni di cantiere per determinare il numero di transiti sulla viabilità, indotti dal cantiere, ecc.;
3. Frequenza delle verifiche: da stabilire sulla base della criticità e della variabilità della mitigazione sotto controllo.

#### **6.5.8. Valori limite e valori standard di riferimento**

I *valori limite per la tutela della popolazione*, individuati dalla L. 447/1995 e dai relativi decreti attuativi, sono distinti per tipologia di sorgente e per destinazione urbanistica (classe acustica) del territorio.

Per la determinazione dei *valori limite applicabili ad un'infrastruttura stradale/ferroviaria* sono individuate le fasce di pertinenza dell'infrastruttura di trasporto e la posizione dei ricettori rispetto alle fasce di pertinenza.

Per un'*infrastruttura di trasporto stradale*, i valori limite applicabili sono:

- Per i ricettori all'interno delle fasce di pertinenza:
  - ✓ Limiti delle fasce di pertinenza (art. 4 e art.5 DPR 142/2004);
  - ✓ Limiti interni agli edifici, per gli interventi diretti sui ricettori (DPR 142/2004, art.6, comma 2);
  - ✓ Livelli di soglia ex art. 4, comma 3, DM 29/11/2000, nelle aree di sovrapposizione tra fasce di pertinenza<sup>18</sup>.
- Per i ricettori all'esterno delle fasce di pertinenza, limiti della zonizzazione acustica:
  - ✓ valori limite assoluto di immissione e di emissione (Tabella C e Tabella B DPCM 14/11/1997);
  - ✓ limiti di accettabilità (art.6 DPCM 01/03/1991).

Per un'*infrastruttura di trasporto ferroviario*, i valori limite applicabili sono:

- Per i ricettori all'interno delle fasce di pertinenza:
  - ✓ Limiti delle fasce di pertinenza dell'infrastruttura (art.4, comma 3 e art. 5, comma 1 DPR 459/1998);
  - ✓ Limiti interni agli edifici, per gli interventi diretti sui ricettori (art. 4, comma 5 e art.5, comma 3 DPR 459/1998);

---

<sup>18</sup>Per la valutazione dei livelli soglia, fatti salvi i criteri di cui all'.4 del DM 29/11/2000, si richiamano le indicazioni contenute nella nota ISPRA prot. 17900 del 20/05/2010 "Nota tecnica in merito alle problematiche dei progetti di infrastrutture di trasporto soggetti a VIA relativamente alla presa in considerazione degli aspetti connessi alla concorsualità con altre infrastrutture di trasporto".

- ✓ Livelli di soglia ex art. 4, comma 3, DM 29/11/2000, nelle aree di sovrapposizione tra fasce di pertinenza di infrastrutture di trasporto<sup>19</sup>.
- Per i ricettori all'esterno delle fasce di pertinenza, limiti della zonizzazione acustica:
  - ✓ valori limite assoluto di immissione e di emissione (Tabella C e Tabella B DPCM 14/11/1997);
  - ✓ limiti di accettabilità (art.6 DPCM 01/03/1991).

Per la determinazione dei *valori limite applicabili ad un'infrastruttura aeroportuale* sono individuate le zone di rispetto (zona A, B, e C) dell'Intorno aeroportuale<sup>20</sup> e la posizione dei ricettori rispetto all'Intorno aeroportuale.

La caratterizzazione acustica dell'Intorno aeroportuale, con la definizione delle zone di rispetto, è di competenza della Commissione aeroportuale (ex art. 5 DM 31/10/1997). Nell'ambito del PMA sono possibili due diversi scenari:

1. Caratterizzazione acustica dell'Intorno aeroportuale (perimetrazione delle zone A, B e C) approvata dalla Commissione aeroportuale;
2. Caratterizzazione acustica dell'Intorno aeroportuale (perimetrazione delle zone A, B e C) non approvata dalla Commissione aeroportuale.

Nello scenario 2 le valutazioni possono essere effettuate considerando l'impronta acustica previsionale con l'individuazione delle tre zone di rispetto elaborata nello SIA.

Per un'*infrastruttura aeroportuale*, i valori limite applicabili sono:

- Per i ricettori all'interno dell'Intorno aeroportuale, limiti delle zone di rispetto in  $L_{VA}$  (art. 6 DM 31/10/1997);
- Per i ricettori all'esterno dell'intorno aeroportuale:
  - $L_{VA}$  inferiore al valore di 60 dB(A) (art. 6 DM 31/10/1997).
  - ✓ Limiti della zonizzazione acustica in  $L_{Aeq}$ : valori limite assoluto di immissione e di emissione (Tabella C e Tabella B DPCM 14/11/1997);
  - ✓ limiti di accettabilità (art.6 DPCM 01/03/1991).

Per la determinazione dei *valori limite applicabili ai siti di attività industriale e alle attività di cantiere* è individuata la classe di zonizzazione acustica e/o la definizione urbanistica del territorio in cui la sorgente e i ricettori si collocano.

I *valori limiti applicabili ai siti di attività industriale e/o alle attività di cantiere* sono:

---

<sup>19</sup> Per la valutazione dei livelli soglia, fatti salvi i criteri di cui all'.4 del DM 29/11/2000, si richiamano le indicazioni contenute nella nota ISPRA prot. 17900 del 20/05/2010 "Nota tecnica in merito alle problematiche dei progetti di infrastrutture di trasporto soggetti a VIA relativamente alla presa in considerazione degli aspetti connessi alla concorsualità con altre infrastrutture di trasporto".

<sup>20</sup> Caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale (art. 6, DM 31/10/1997)

- limiti della zonizzazione acustica:
  - valori limite assoluto di immissione e di emissione (Tabella C e Tabella B DPCM 14/11/1997);
  - limiti di accettabilità (art.6 DPCM 01/03/1991).
- valore limite differenziale di immissione (art.4 DPCM 14/11/1997 e DM 11/12/1996 per gli impianti a ciclo continuo);
- per le *attività di cantiere*, i valori soglia/limiti previsti dalle autorizzazioni in deroga rilasciate dai Comuni.

In mancanza dello specifico regolamento che disciplina l'inquinamento acustico avente origine dal traffico marittimo e dai natanti e imbarcazioni di qualsiasi natura, previsto all'art. 1, comma 1, della L. 447/95, si fa riferimento ai valori limite previsti dalla classificazione acustica del territorio (DPCM 14/11/1997 e DPCM 1/3/1991).

La normativa nazionale non individua *valori limite a tutela di ecosistemi e/o singole specie*<sup>21</sup>. Valori standard di riferimento possono essere individuati da studi specialistici per i quali il PMA dovrà specificare la fonte di riferimento.

---

<sup>21</sup> Nell'ambito dell'implementazione della Direttiva 2008/56/CE (Direttiva Quadro sulla Strategia per l'Ambiente Marino - MSFD), recepita con D.Lgs. 13/10/2010 n.190, accanto alla definizione degli indicatori è prevista la determinazione dei valori soglia ad essi associati. Poiché la MSFD considera l'ambiente marino a livello di ecosistema, ovvero gli indicatori sono finalizzati a valutare l'impatto cumulativo delle attività che generano rumore sulla fauna marina, i valori soglia ad essi associati non sono riferibili alle singole sorgenti/attività.

## APPENDICE

### **Norme nazionali**

- *D.P.C.M. 1 marzo 1991.* Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
- *Legge 26 ottobre 1995, n. 447.* Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- *DM11 dicembre 1996.* Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo.
- *D.M. 31 ottobre 1997.* Metodologia di misura del rumore aeroportuale.
- *D.P.C.M. 14 novembre 1997.* Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
- *D.P.C.M. 5 dicembre 1997.* Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.
- *D.P.C.M. 31 marzo 1998.* Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b), e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8, della *L. 26 ottobre 1995, n. 447* «Legge quadro sull'inquinamento acustico».
- *D.M. 16 marzo 1998.* Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- *D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459.* Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della *L. 26 ottobre 1995, n. 447*, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario.
- *D.M. 20 maggio 1999.* Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico.
- *D.Lgs. 4 settembre 2002, n. 262.* Attuazione della *direttiva 2000/14/CE* concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto.
- *D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142.* Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'*articolo 11 della L. 26 ottobre 1995, n. 447*.
- *Circolare 6 settembre 2004.* Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.
- *D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 194.* Attuazione della *direttiva 2002/49/CE* relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- *D.Lgs 13 ottobre 2010, n.190.*Attuazione della direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino.

### **Norme UNI<sup>22</sup>**

- *UNI ISO 1996-1:2010* Acustica - Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale - Parte 1: Grandezze fondamentali e metodi di valutazione
- *UNI ISO 1996-2:2010* Acustica - Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale - Parte 2: Determinazione dei livelli di rumore ambientale
- *UNI EN ISO 2922:2001* Acustica - Misurazione del rumore aereo generato da

<sup>22</sup> Nell'elenco sono state inserite le norme UNI citate nel documento e altre utili all'attività pratica di controllo ambientale e di monitoraggio.

- navi per navigazione interna e portuale
- *UNI ISO 9613-1:2006* Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 1: Calcolo dell'assorbimento atmosferico
- *UNI ISO 9613-2:2006* Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 2: Metodo generale di calcolo
- *UNI 9884:1997* Acustica. Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale
- *UNI 10855:1999* Acustica - Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti
- *UNI 11022:2003* Acustica - Misurazione dell'efficacia acustica dei sistemi antirumore (insertionloss), per infrastrutture di trasporto, installati in ambiente esterno
- *UNI 11143-1:2005* Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 1: Generalità
- *UNI 11143-2:2005* Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 2: Rumore stradale
- *UNI 11143-3:2005* Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 3: Rumore ferroviario
- *UNI 11143-5:2005* Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 5: Rumore da insediamenti produttivi (industriali e artigianali)
- *UNI/TR 11326:2009* Acustica - Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica - Parte 1: Concetti generali
- *UNI EN 12354-3:2002* Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea

### **Documenti tecnici, Linee Guida, siti web di interesse**

- Linee guida per il monitoraggio del rumore derivante da infrastrutture stradali - (<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/linee-guida-per-il-monitoraggio-del-rumore-derivante-da-infrastrutture-stradali> )
- Linee guida per il monitoraggio del rumore derivante dai cantieri di grandi opere (<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/linee-guida-per-il-monitoraggio-del-rumore-derivante-dai-cantieri-di-grandi-opere> )
- Linee guida per la progettazione e la gestione delle reti di monitoraggio acustico aeroportuale (<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/linee-guida-per-la-progettazione-e-la-gestione-delle-reti-di-monitoraggio-acustico-aeroportuale>)
- Linee guida per il controllo e il monitoraggio acustico ai fini delle verifiche di ottemperanza delle prescrizioni VIA (Parte I – Mitigazioni infrastrutture stradali; Parte II – Mitigazioni infrastrutture ferroviarie; Parte III – Mitigazioni grandi opere) (<http://www.agentifisici.isprambiente.it/documenti/manuali-e-linee-guida.html>)
- Linee guida per la valutazione e il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici (<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/linee-guida-per-la-valutazione-e-il-monitoraggio-dell'2019impatto-acustico-degli-impianti-eolici>)
- Linee guida per lo studio e la regolamentazione del rumore di origine antropica introdotto in mare e nelle acque interne (parte I, parte II, parte III) (<http://www.agentifisici.isprambiente.it/documenti/documentazione-tecnica/category/298-attivita-2-rumore-subacqueo.html>)
- Rapporto tecnico - Valutazione e mitigazione dell'impatto acustico dovuto alle prospezioni geofisiche nei mari italiani (<http://www.agentifisici.isprambiente.it/documentazione-rumore-subacqueo/category/285.html>)
- Impatto acustico unità navali, Badino, Borelli, Gaggero, Rizzuto, Schenone. 6a Giornata di Studio sull'Acustica Ambientale – Genova 25 ottobre 2013

(<http://www.sportellorumoreambientale.it/Public/pdf/GSAA2013-8.pdf>)

- Centro Interdisciplinare di Bioacustica di Pavia (<http://www-3.unipv.it/cibra/>)
- Agreement on the Conservation of Cetaceans in the Black Sea Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area – ACCOBAMS (<http://accobams.org/>)
- Joint Nature Conservation Committee – JNCC (<http://jncc.defra.gov.uk/>)