



# AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22 AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

CODICE C.U.P. E81B08000060009

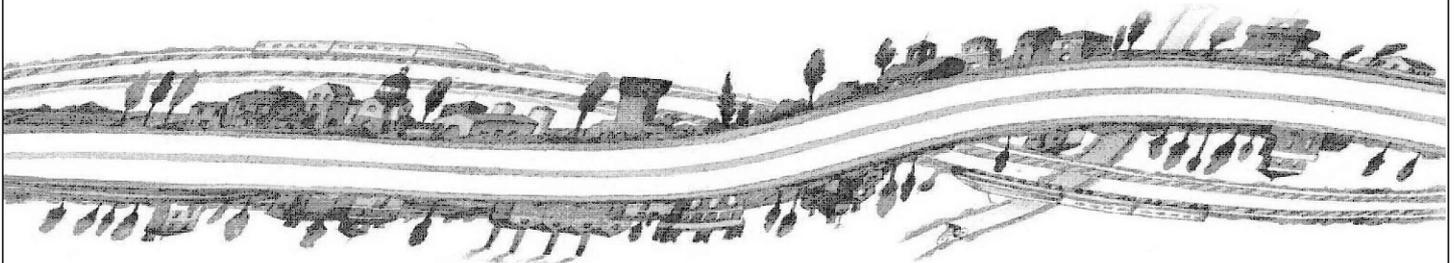
## PROGETTO DEFINITIVO

### AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA PARTE GENERALE

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

RELAZIONI SPECIALISTICHE

RELAZIONI SPECIALISTICHE  
COMPONENTE RUMORE



IL PROGETTISTA

Arch. Sergio Beccarelli  
Ord. Arch. Prov. PR n. 377



TECNICO COMPETENTE IN ACOUSTICA

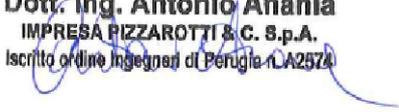


Pro. Ing. Angelo Farina  
Tecnico Competente in Acustica Ambientale  
DD Regione Emilia Romagna n. 41394 del 9/11/1998  
ENTECA n. 5715 del 10/12/2013

RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Antonio Anania  
Albo Ing. Perugia n° A2574

Dott. Ing. Antonio Anania  
IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.  
Iscritto ordine Ingegneri di Perugia n. A2574



IL CONCESSIONARIO

Autostrada Regionale  
Cispadana S.p.A.  
IL PRESIDENTE  
Graziano Pettuzzi



G										
F										
E										
D										
C										
B	01.08.2019	EMISSIONE PER OTTEMPERANZA DECRETO VIA DEL 25.07.2017			BRIANTI	BECCARELLI	ANANIA			
A	17.04.2012	EMISSIONE			CATTANI	BECCARELLI	SALSI			
REV.	DATA	DESCRIZIONE			REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE			
IDENTIFICAZIONE ELABORATO										DATA: AGOSTO 2019
NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.	SCALA: -
0232	PD	0	000	00000	0	MN	RH	02	B	

## **INDICE**

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>4</b>
2.1. NORMATIVA UNIONE EUROPEA.....	4
2.2. NORMATIVA NAZIONALE.....	4
2.3. NORMATIVA REGIONE EMILIA-ROMAGNA.....	7
2.4. NORMATIVA SPECIFICA SUI MONITORAGGI FONOMETRICI: IL D.M.AMB. 16/3/1998.....	8
<b>3. METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO.....</b>	<b>10</b>
3.1. CARATTERISTICHE DELL'EMISSIONE SONORA.....	10
3.2. INDICATORI SECONDARI.....	12
3.3. MODALITÀ DI MISURA.....	14
<b>4. PARAMETRI DA MONITORARE.....</b>	<b>15</b>
4.1. LA RESTITUZIONE DEI DATI.....	15
<b>5. DEFINIZIONE DELLE TIPOLOGIE DI CAMPIONAMENTO.....</b>	<b>17</b>
<b>6. LOCALIZZAZIONE DEI MONITORAGGI E UBICAZIONE DEI PUNTI DI MISURA.....</b>	<b>23</b>
6.1. MONITORAGGIO ANTE OPERAM.....	25
6.2. MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA.....	25
6.3. MONITORAGGIO POST OPERAM.....	27
6.4. PLANIMETRIE DI LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO DEL RUMORE.....	27
<b>7. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEI MONITORAGGI.....</b>	<b>28</b>
7.1. MONITORAGGIO ANTE OPERAM.....	28
7.2. MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA.....	28
7.3. MONITORAGGIO POST OPERAM.....	28

## 1. PREMESSA

La presente relazione costituisce un aggiornamento della sezione specialistica del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) dedicata a descrivere la componente **Rumore**.

L'aggiornamento si è reso necessario in ragione delle variazioni del tracciato e della cantierizzazione contenute nella nuova edizione del progetto definitivo, dell'aggiornamento del censimento del sistema edificato e dell'armonizzazione con le prescrizioni emerse in seguito all'emanazione del Decreto VIA n. 190 del 25/07/2017 per quanto riguarda specificatamente il p.to 21.

Un monitoraggio ante operam delle componenti rumore e vibrazioni è stato eseguito nel corso dell'estate 2011. Esso ha mostrato in generale valori bassi di queste due componenti, perfettamente conformi ai limiti di accettabilità. Solamente per la componente Rumore, a ridosso delle principali infrastrutture stradali molto trafficate esistenti si sono riscontrati valori elevati.

Tuttavia, proprio perché il tragitto della nuova opera si snoda in aree attualmente poco impattate da preesistenti sorgenti di rumore e vibrazioni, diventa necessario pianificare un opportuno monitoraggio ambientale che vigili sull'inevitabile incremento, soprattutto di rumorosità, che si verificherà in particolare durante la fase di cantiere, ma anche durante la fase di esercizio dell'Autostrada Cispadana.

Il monitoraggio delle qualità acustiche delle aree interessate alla realizzazione della struttura autostradale consente di caratterizzare l'attuale clima acustico, di tenere sotto controllo il rumore durante la fase di realizzazione dell'opera, oltre che a valutare gli impatti sonori indotti dalla fase di esercizio dell'opera.

Il monitoraggio è quindi distinto tra una fase Ante Operam, una in Corso d'Opera ed una in Post Operam.

Nella fase di Ante Operam, il monitoraggio delle aree interessate dalla realizzazione del progetto, consente di determinare il clima acustico in condizioni normali.

Durante la realizzazione dell'autostrada il monitoraggio permette di valutare il livello di rumore provocato dalle attività di cantiere in modo da consentire il controllo del rispetto dei contenimento dei limiti delle emissioni.

Le fonti acustiche potenzialmente presenti all'interno dell'area di cantiere si possono riassumere secondo i seguenti gruppi:

- Veicoli in movimento all'interno e all'esterno del cantiere;
- Attività di cantiere, lavori di scavo e movimentazione materiale di scavo;
- Impianti di lavorazione;

Il monitoraggio del rumore da traffico lo scopo di determinare il livello di rumore indotto dalle attività di costruzione nelle zone a ridosso della viabilità principale utilizzata dai mezzi d'opera di cantiere.

A lavori ultimati il monitoraggio Post Operam consente di verificare la qualità acustica con l'entrata in esercizio dell'opera, permettendo di valutare così l'intensità sonora prodotta della nuova viabilità e di verificare l'efficacia delle opere di mitigazione realizzate.

Il progetto di monitoraggio ambientale relativo alla componente rumore è redatto in modo da rappresentare un elemento operativo capace di garantire l'adeguata conoscenza e il controllo del clima acustico, in relazione alle potenziali variazioni indotte dalla realizzazione dell'opera in progetto.

L'articolazione del monitoraggio viene programmato in modo da consentire un adeguato controllo dei parametri in relazione ai limiti normativi vigenti sul territorio e alla classificazione acustica dell'area interessata dal tracciato autostradale.

Il controllo viene pianificato nelle previste fasi di realizzazione dell'opera in progetto: Ante Operam, Corso d'Opera e Post Opera.

In base ai risultati delle misure è possibile pianificare e progettare opportuni interventi di mitigazione. Il monitoraggio esplica inoltre la funzione di prevenzione laddove le condizioni Ante Operam rivelino condizioni di criticità o di elevata sensibilità.

Con riferimento alle problematiche di inquinamento da rumore da traffico autoveicolare e da attività di cantiere, di seguito vengono illustrate:

- le scelte di carattere generale, normativo e metodologico adottate nella realizzazione del sistema di
- monitoraggio;
- la struttura del sistema di monitoraggio e i criteri di selezione dei punti di monitoraggio;
- la cadenza temporale dei rilevamenti;
- le procedure tecnico-operative utilizzate dagli operatori;
- la definizione delle modalità di trattamento e restituzione dei dati rilevati.

L'obiettivo è quello di ottenere dal monitoraggio indicazioni immediatamente fruibili per la predisposizione dei necessari interventi correttivi.

## **2. RIFERIMENTI NORMATIVI**

---

In questo capitolo viene presentato un elenco esaustivo di tutti i dispositivi normativi (direttive, leggi, decreti, etc.) vigenti al momento.

### **2.1. NORMATIVA UNIONE EUROPEA**

---

- Direttiva 2015/996/UE della Commissione del 19 maggio 2015, che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio
- Direttiva 96/20/CE della Commissione, che adegua al progresso tecnico la direttiva 70/157/CEE del Consiglio relativa al livello sonoro ammissibile e al dispositivo di scappamento dei veicoli a motore, G.U. UE serie L 92 del 13 aprile 1996.
- Direttiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, dell'8 maggio 2000 sul ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri concernenti l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto, G.U. UE serie L 162 del 3 luglio 2000.
- Direttiva 2002/30/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 26 marzo 2002 che istituisce norme e procedure per l'introduzione di restrizioni operative ai fini del contenimento del rumore negli aeroporti della Comunità, G.U. UE serie L 85 del 28 marzo 2002.
- Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale, G.U. UE serie L 189 del 18 luglio 2002.
- Raccomandazione (2003/613/CE) della Commissione del 6 agosto 2003 concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità, G.U. UE serie L 212 del 22 agosto 2003.

### **2.2. NORMATIVA NAZIONALE**

---

- DPCM 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", G.U. 8 marzo 1991, serie g. n. 57.
- Legge 26 ott. 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico", G.U. 30 ottobre 1995, serie g. n. 254.

- DM 11 dicembre 1996 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo", G.U. 4 marzo 1997, serie g. n. 52.
- DM 31 ottobre 1997 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale", G.U. 15 novembre 1997, serie g. n. 267.
- DPCM 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", G.U. 1 dicembre 1997, serie g. n. 280.
- DPCM 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici", G.U. 22 dicembre 1997, serie g. n. 297
- DPR 11 dicembre 1997, n. 496 "Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili", G.U. 26 gennaio 1998, serie g. n. 20.
- DM 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", G.U. 1 aprile 1998, serie g. n. 76.
- DPCM 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 6,7,8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico", G.U. 26 maggio 1998, serie g. n. 120.
- Legge 9 dicembre 1998 n. 426 "Nuovi interventi in campo ambientale", articolo 4, commi 3,4,5,6, G.U. 14 dicembre 1998, serie g. n. 291- La modifica introdotta con il comma 4, riguardante i pubblici esercizi, è stata successivamente abrogata dall'articolo 7 della Legge 31 luglio 2002, n. 179 "Disposizioni in materia ambientale"; G.U. 13 agosto 2002, serie g. n. 189.
- Legge 23 dicembre 1998 n. 448 "Misure di finanza pubblica per la stabilizzazione e lo sviluppo", articolo 60 (contiene modifiche all'articolo 10 della legge n.447 del 1995), G.U. 29 dicembre 1998, serie g. n. 302.
- DPR 18 novembre 1998 n. 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario", G.U. 4 gennaio 1999, serie g. n. 2.
- DPCM 16 aprile 1999 n. 215 "Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi", G.U. 2 luglio 1999, serie g. n. 153. Questo DPCM abroga il DPCM 18 settembre 1997 "Determinazione dei requisiti delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante", pubblicato in G.U. 6 ottobre 1997 serie g. n. 296.

- DM 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”, G.U. 24 settembre 1999, serie g. n. 225.
- DM 3 dicembre 1999 “Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti”, G.U. 10 dicembre 1999, serie g. n. 289.
- DPR 9 novembre 1999 n. 476 “Regolamento recante modificazioni al decreto del Presidente della Repubblica 11 dicembre 1997, n. 496, concernente il divieto di voli notturni.”, G.U. 17 dicembre 1999, serie g. n. 295.
- Legge 21 novembre 2000, n.342, “Misure in materia fiscale”, G.U. 25 novembre 2000, serie g. n. 276.
- DM 29 novembre 2000 “Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”, G.U. 6 dicembre 2000, serie g. n. 285.
- DM 5 gennaio 2001 “Modificazioni al decreto 3 marzo 2000 concernente la ripartizione del traffico aereo sul sistema aeroportuale di Milano”, G.U. 18 gennaio 2001, serie g. n. 14.
- DPR 3 aprile 2001, n. 304 “Regolamento recante disciplina delle emissioni sonore prodotte nello svolgimento delle attività motoristiche, a norma dell’articolo 11 della legge 26 novembre 1995, n. 447”, G.U. 26 luglio 2001, serie g. n. 172.
- DM 23 novembre 2001 “Modifiche dell’allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 – Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”, G.U. 12 dicembre 2001, serie g. n. 288.
- DPR 30 marzo 2004 n. 142 “Disposizioni per il contenimento dell’inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell’articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447”, G.U. 1 giugno 2004, serie g. n. 127.
- DLgs 17 gennaio 2005 n. 13 “Attuazione della direttiva 2002/30/CE relativa all’introduzione di restrizioni operative ai fini del contenimento del rumore negli aeroporti comunitari.”, G.U. 17 febbraio 2005, serie g. n. 39.
- 19 agosto 2005 n. 194 “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.”, G.U. 23 settembre 2005, serie g. n. 222.
- DLgs 17 febbraio 2017, n. 41 “Disposizioni per l’armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico con la direttiva 2000/14/CE e con il regolamento (CE) n. 765/2008, a norma dell’articolo 19, comma 2, lettere i), l) e m) della legge 30 ottobre 2014, n. 161.”

- DLgs 17 febbraio 2017, n. 42 "Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161"

### **2.3. NORMATIVA REGIONE EMILIA-ROMAGNA**

---

- Delibera della Giunta Regionale del 23/09/2013, n. 1339, D.Lgs 194/2005 "Attuazione della DIR 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale"- Approvazione delle Linee Guida per l'elaborazione dei Piani di azione relativi alle strade ed agli agglomerati della regione Emilia-Romagna"
- Delibera della Giunta Regionale del 17/09/2012, n. 1369, DLgs 194/2005 "Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale" - Approvazione delle "Linee guida per l'elaborazione delle mappature acustiche e delle mappe acustiche strategiche relative alle strade provinciali ed agli agglomerati della regione Emilia-Romagna"
- Legge Regionale 06/03/2007, n.4, "Adeguamenti normativi in materia ambientale. Modifiche a Leggi Regionali) (BUR n.30 del 06/03/2007)
- Deliberazione della Giunta Regionale 24/04/2006, n.591, "Individuazione degli agglomerati e delle infrastrutture stradali di interesse provinciale (ai sensi dell'art. 7 co.2 lett.A) Decreto legislativo 19 agosto 2005 n. 194 recante 'Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale' (BUR n.77 del 07/06/2006)
- Deliberazione della Giunta Regionale 14/04/2004, n. 673, "Criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione del clima acustico ai sensi e della LR 9/5/2001, n. 15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico" (B.U.R. n. 54 del 28/04/04)
- Deliberazione della Giunta Regionale 21/1/2002, n. 45, "Criteri per il rilascio delle autorizzazioni per particolari attività ai sensi dell'art. 11, comma 1 della L.R. 9 maggio 2001, n. 15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico" (B.U.R. n. 30 del 20/02/2002)
- Deliberazione della Giunta Regionale 08/07/2002, n. 1203, "Direttiva per il riconoscimento della figura di Tecnico competente in acustica ambientale" (B.U.R. n. 118 del 21/08/2002)
- Legge Regionale 25/11/2002, n.31, "Disciplina generale dell'edilizia" (art. 44, Modifiche alla L.R. 9 maggio 2001, n.15) (BUR n.163 del 26/11/2002)
- Legge Regionale 09/05/2001, n.15, "Disposizioni in materia di inquinamento acustico" (BUR n.14 del 11/05/2001)

- Deliberazione della Giunta Regionale 09/10/2001, n.2053, "Criteri e condizioni per la classificazione acustica del territorio ai sensi del comma 3 dell'art. 2 della L.R. 9 maggio 2001, n. 15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico" (B.U.R n. 155 del 31/10/2001)
- Regolamento Edilizio Tipo Regionale (L.R. 33/90), Delibera di Giunta Regionale n. 593 del 28/2/1995 modificata con: Delibera di Giunta Regionale n. 268 del 22 febbraio 2000 "Aggiornamento dei Requisiti Cogenti (Allegato A) e della Parte Quinta, ai sensi comma 2, art. 2, L.R. 33/90"; Delibera di Giunta Regionale n. 21 del 16 gennaio 2001 "Requisiti volontari per le opere edilizie" (Prot. QUE/00/27329)

#### **2.4. NORMATIVA SPECIFICA SUI MONITORAGGI FONOMETRICI: IL D.M.AMB. 16/3/1998**

Ai ritiene doveroso riportare in maggior dettaglio i contenuti di questo decreto, in quanto esso norma specificamente l'esecuzione di rilievi fonometrici del rumore ambientale, che costituiscono in sostanza l'attività di monitoraggio del rumore.

Questo decreto ha sostituito l'allegato "A" al DPCM 1 marzo 1991, ed ha introdotto numerose innovazioni e complicazioni alle tecniche di rilievo.

Le complicazioni riguardano in particolare la definizione e la modalità di rilevamento dei fattori di penalizzazione per presenza di componenti impulsive, tonali e di bassa frequenza, che fortunatamente però non si applicano al rumore generato dai mezzi di trasporto. Pertanto non si riferisce qui in merito a tali complesse problematiche.

Per quanto riguarda il rilevamento del rumore prodotto dal traffico stradale, il decreto prevede un rilevamento in continua per 1 settimana, con memorizzazione dei livelli equivalenti ponderati "A" ogni ora, e calcolo a posteriori del livello equivalente medio del periodo diurno e notturno. Non è prevista né l'analisi statistica del rumore, né il tracciamento di profili temporali con risoluzione inferiore all'ora. A parte dunque la necessità di protrarre il rilevamento per una intera settimana (cosa giustificabile in alcuni casi, ma non certo in tutti), questa nuova normativa prevede un rilevamento molto semplice, attuabile anche con strumentazione di costo molto basso.

Viceversa, per quanto riguarda il rilevamento del rumore ferroviario, è richiesto un rilievo in continua della durata di 24 ore, nel corso delle quali si debbono identificare gli eventi sonori causati dal passaggio dei singoli treni.

Di ciascun passaggio occorre determinare il SEL (livello di singolo evento), indi il livello equivalente prodotto dal solo rumore dei treni si ottiene sommando energeticamente i SEL di tutti i transiti, e diluendo il risultato sul tempo di riferimento diurno o notturno, espresso in secondi.

In pratica con questa procedura si “depura” il rumore ambientale complessivo del rumore residuo, e si ottiene un livello equivalente dei soli treni, direttamente confrontabile con i limiti di cui allo specifico decreto attuativo.

Si deve qui osservare che, in base a questo decreto, anche se uno effettua una misura presso un recettore soggetto sia a rumore da traffico stradale, sia a rumore da traffico ferroviario, in pratica la procedura di misura si concluderà con due valori di rumore disgiunti, in quanto il rumore ferroviario, per come viene misurato, non risente del rumore stradale, ed analogamente anche il rumore stradale, stante la esplicita esclusione degli “eventi di natura eccezionale” non connessi con il rumore stradale stesso, risulta “depurato” degli effetti del rumore ferroviario.

In pratica, in base a questo decreto, rumore ferroviario e rumore stradale sono due grandezze disgiunte e separate anche nel caso il punto di rilievo sia affetto da entrambi i tipi di rumore.

### 3. METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

#### 3.1. CARATTERISTICHE DELL'EMISSIONE SONORA

Le principali caratteristiche di un'emissione sonora sono le seguenti:

- Frequenza (f): numero di cicli completi nell'unità di tempo;
- Ampiezza (A): ampiezza dell'onda; è un parametro indicativo del livello sonoro;
- Velocità di propagazione: nell'aria in condizioni standard di temperatura, umidità e pressione è pari a 344 m/s (1.238 km/h).

Le grandezze fisiche idonee a definire una sorgente sonora sono:

- Potenza acustica: energia sonora irradiata dalla sorgente, si misura in watt;
- Intensità acustica: potenza acustica che attraversa una superficie unitaria perpendicolare alla direzione di propagazione;
- Pressione acustica: perturbazione subita dall'aria per effetto della sorgente sonora; è equivalente alla differenza tra la pressione  $p(t)$  in un dato istante e quella  $p(0)$  esistente prima dell'inizio del fenomeno sonoro, viene espressa in Pascal;
- Pressione sonora: il valore efficace delle variazioni (valore quadratico medio), chiamato pressione sonora (N/mq).

L'ampiezza del campo dinamico dell'udito umano si esprime come logaritmo del rapporto tra valore misurato ( $p$ ) ed un valore di riferimento pari alla più piccola pressione in grado di produrre una sensazione sonora ( $p_0$ ):

$$L_p = 10 \log_{10} (p^2 / p_0^2)$$

L'unità di misura utilizzata è il decibel (dB).

Di seguito sono ora richiamate una serie di grandezze fisiche rilevate in acustica:

- Livello di emissione: è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", dovuto alla sorgente specifica.
- Livelli dei valori efficaci di pressione sonora ponderata "A": LAS, LAF, LAI: esprimono i valori efficaci in media logaritmica mobile della pressione sonora ponderata "A"  $L_pA$  secondo le costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".

- Livelli dei valori massimi di pressione sonora LASmax, LAFmax, LAImax: esprimono i valori massimi della pressione sonora ponderata in curva "A" e costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".
- Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata LAeq,T: valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la stessa pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo.
- Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" LAeq,T relativo al tempo a lungo termine può essere riferito al valore medio su tutto il periodo, (LAeq,TL) o al singolo intervallo orario (LAeq,TR).

LAeq,TR è l'indicatore ambientale primario per la caratterizzazione acustica di un ricettore e viene definito dalla relazione analitica:

$$Leq(A),T = 10 \log [1/T \int_0^T p_A^2(t)/p_0^2 dt]$$

dove:

- $p_A(t)$ : valore istantaneo della pressione sonora ponderata secondo la curva A (norma IEC n. 651);
- $p_0$ : valore della pressione sonora di riferimento assunta uguale a 20 micro-pascal in condizioni standard;
- T: intervallo di tempo di integrazione.

Il livello equivalente di rumore esprime il livello energetico medio del rumore ponderato in curva A ed è utilizzato da DPCM 1.3.1991 per la definizione dei limiti di accettabilità. Il limite di accettabilità viene corretto in presenza di componenti tonali e/o di componenti impulsive.

### **Componenti tonali**

Nel caso in cui si riconosca soggettivamente la presenza di componenti tonali di rumore il Decreto 16 marzo 1998 richiede che venga svolta una analisi spettrale del rumore per bande di 1/3 di ottava.

Quando all'interno di una banda di 1/3 di ottava il livello di pressione sonora supera di almeno 5 dB i livelli di pressione sonora di ambedue le bande adiacenti, viene riconosciuta la presenza di componenti tonali penalizzanti nel rumore. In tal caso il valore del rumore misurato in Leq(A) deve essere maggiorato di 3 dBA.

### **Componenti impulsive**

Con componenti impulsive si intendono quelle emissioni sonore aventi le seguenti caratteristiche:

- durata dell'evento a - 10 dB dal valore di LAF,max inferiore a 1 s
- l'evento è ripetitivo
- la differenza tra LA1max e LASmax è superiore a 6 dB

Se esistono componenti tonali il valore del rumore misurato in Leq(A) deve essere maggiorato di 3 dBA.

### **Componenti bassa frequenza**

Se le analisi in frequenza svolte per la verifica delle componenti tonali rileva la presenza di componenti tonali tra 20 Hz e 200 Hz si applica, limitatamente al periodo notturno, una correzione ulteriore di 3 dBA.

- Livello sonoro di un singolo evento LAE, relativo a un intervallo di tempo di 1s, è grandezza indicata per descrivere il contenuto energetico di un singolo evento.
- Livello di rumore ambientale LA: è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo.
- Livello di rumore residuo LR: è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante.
- Livello differenziale di rumore LD: differenza tra livello di rumore ambientale (LA) e quello di rumore residuo (LR).

### **3.2. INDICATORI SECONDARI**

---

I valori di livello equivalente che il sistema di rilevamento fornisce devono quindi poter essere interpretati con l'ausilio di altri indicatori sensibili alle caratteristiche delle sorgenti di rumore. Questa esigenza è particolarmente sentita nei casi in cui il monitoraggio del rumore è affidato a stazioni fisse che, funzionando autonomamente senza l'ausilio costante di un tecnico, non sono accompagnate da un responso di "fonometria auricolare".

Gli indicatori che possono consentire la valutazione e l'interpretazione dei rilievi di rumore sono i livelli percentili, i livelli minimo e massimo, l'andamento temporale in dBA Fast, lo spettro di frequenza, ecc. L'analisi della distribuzione statistica in bande può inoltre in alcuni casi fornire una significativa opportunità per migliorare l'interpretazione dei dati rilevati. Gli indicatori che tuttavia hanno dimostrato la più alta specificità sono i livelli percentili L1, L10, L50, L90, L95, il livello massimo Lmax e il livello minimo Lmin.

- Livello percentile L1: connota gli eventi di rumore ad alto contenuto energetico (livelli di picco): valori di L1,h nel periodo notturno maggiori di 70\*80 dBA rappresentano un indicatore di disturbo sul sonno da incrociare con la verifica dei Lmax rilevati dalla time-history in dBA Fast.
- Livello percentile L10: In presenza di sorgenti quasi-gaussiane quali alti flussi di traffico, L10 assume valori di qualche decibel (2.5 dBA) più alti dei relativi valori di Leq,h (livello equivalente orario). Questa differenza diminuisce in presenza di eventi ad alto contenuto energetico verificabili dall'andamento temporale dei Lmax e Leq,h può anche diventare più alto di L10. Il livello percentile L10 è utilizzato nella definizione dell'indicatore "clima acustico", espresso dalla differenza tra L10 e L90 che rappresenta la variabilità degli eventi di rumore rilevati.

- Livello percentile L50: L50 è utilizzabile come indice di valutazione del flusso autoveicolare: se il flusso veicolare totale aumenta, l'indice L50 tende al valore di Leq rispetto al quale si mantiene di 2-3 dBA più basso. Se il flusso veicolare ha caratteristiche di discontinuità ed è di natura "locale", tale differenza può raggiungere e superare i 20 dBA. Nel caso in cui la postazione di misura non "vede" la sorgente di rumore, tanto più prevale il rumore da traffico lontano dalla postazione tanto più L50,h (livello percentile L50 su base oraria) si avvicina al valore di Leq,h. Una differenza Leq,h - L50 pari a  $0.8 \div 1$  dBA è indice dell'assenza di sorgenti in transito nella zona del microfono. La differenza Leq-L50 è quindi un indice di presenza o assenza di sorgenti transienti nella zona di vista del microfono. L'efficacia di un intervento di bonifica acustica basato sulla limitazione del traffico può essere controllato dall'indicatore Leq-L50.
- Livelli percentili L90, L95: sono rappresentativi del rumore di fondo dell'area in cui è localizzata la stazione di monitoraggio e consentono di valutare il livello delle sorgenti fisse che emettono con modalità stazionarie. La differenza L95 - Lmin aumenta all'aumentare della fluttuazione della sorgente stazionaria: L95 coincide in pratica con Lmin solo se l'energia dello spettro della sorgente stazionaria è dominata da una componente tonale che dimostra valori indipendenti da fluttuazioni statistiche.
- Livello massimo Lmax: Il livello massimo Lmax connota gli eventi di rumore a massimo contenuto energetico quali il passaggio di moto, di autoambulanze, etc. e consente di individuare, se è disponibile la time-history in dBA fast, gli eventi statisticamente atipici da eliminare nella valutazione del rumore ambientale di breve o lungo periodo. Ad analoghe considerazioni si può tuttavia pervenire considerando il livello percentile L1. Lmax è il migliore descrittore del disturbo e delle alterazioni delle fasi del sonno, e di tutte le condizioni di esposizione dove conta di più il numero degli eventi ad alto contenuto energetico rispetto alla "dose" (fasi di apprendimento, disturbo alle attività didattiche, attività che richiedono concentrazione, etc.).
- Livello minimo Lmin: La sequenza storica dei livelli minimi Lmin consente di verificare l'entità del rumore di fondo ambientale. In area urbana, dove il rumore di fondo è dovuto sostanzialmente al traffico veicolare, Lmin diventa un indicatore del volume di traffico complessivo in transito nell'area: i valori massimi di Lmin indicano i momenti in cui si verificano i flussi massimi. Nel caso di sorgenti fisse che emettono rumore continuo, Lmin,h è l'unico riscontro oggettivo del loro livello e della loro durata.
- Distribuzione statistica: L'analisi statistica della distribuzione dei livelli di rumore all'interno del periodo di misura integra le informazioni fornite dai livelli statistici e mette a disposizione ulteriori elementi di valutazione del clima di rumore. I parametri statistici di interesse generale sono:
  - a. media "m"
  - b. deviazione standard "s"

c. skewness "s"

d. curtosi "k"

### **3.3. MODALITÀ DI MISURA**

---

Il D.M. 16.03.1998 riporta le modalità con le quali effettuare le misure fonometriche.

Nello specifico il microfono deve essere posizionato a 4 metri dal suolo ed almeno ad un metro di distanza da superfici riflettenti. In caso di precipitazioni atmosferiche (pioggia o neve), di nebbia, di vento con velocità superiore ai 5 m/s le misure non possono essere eseguite.

Le misure all'interno degli edifici verranno realizzate per poter verificare che il rumore all'interno dell'abitazione sia accettabile (criterio del differenziale).

I valori limite differenziali si determinano con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale e il rumore residuo. Il criterio del differenziale prevede la verifica che l'attività di cantiere non contribuisca, rispetto alla condizione indisturbata, all'innalzamento del livello sonoro all'interno degli ambienti abitativi per più di 5 dB(A) per il periodo diurno (06-22) e di 3 dB(A) per quello notturno (22- 06).

Nel caso di misure all'interno degli edifici il microfono deve essere posizionato ad 1 metro di distanza dalla finestra e ad 1,5 metri di altezza sopra al pavimento. Il criterio del differenziale viene applicato se il LAeq a finestre aperte e con sorgente disturbante attiva supera i 50 dB(A) di giorno ed i 40 dB(A) di notte o se il LAeq a finestre chiuse e con sorgente disturbante attiva supera i 35 dB(A) di giorno ed i 25 dB(A) di notte (D.P.C.M. 14/11/1997).

Le norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994, classe 1, danno le indicazioni per:

- La pianificazione del sistema di misura;
- La scelta della classe del fonometro da utilizzare nella misura del livello equivalente;
- Impostare in conformità la catena di registrazione per una risposta in frequenza adeguata al fenomeno in esame.

I filtri, i microfoni e i calibratori devono essere conformi alle relative norme: EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/1995, EN 61094-4/1995, e CEI 29-4.

Le apparecchiature dovranno inoltre essere conformi alla normativa italiana ovvero al D.M. 16 marzo 1998.

L'indagine deve essere condotta da un tecnico competente in acustica ai sensi del DM 31 marzo 1998, che individua i criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica.

## 4. PARAMETRI DA MONITORARE

Gli indicatori ambientali principali scelti per la componente rumore sono i livelli equivalenti ponderati A (LAeq) dei periodi di riferimento diurno e notturno, in quanto questi consentono sia una valutazione del clima acustico che il confronto con i limiti di legge per verificarne il non superamento.

I parametri scelti per il monitoraggio sono elencati di seguito:

- livelli equivalenti,
  - a. LAeqTR diurno in dB(A) (06-22);
  - b. LAeqTR notturno in dB(A) (22-06).
- LA01, LA05, LA10, LA50 L A95 ovvero i livelli percentili in dB(A) riferiti ai periodi di riferimento diurni e notturni;
- livelli di picco e singoli LAE in dB(A) (SEL);
- livelli max delle 24 ore;
- livelli min delle 24 ore;
- time history per tutto il tempo di misura, rilevata con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e
- memorizzazione dei Leq; la risoluzione richiesta per la time history è:
  - a. 1 minuto, per le misure settimanali e plurigiornaliere;
  - b. 1 secondo, per le misure da 24 ore e per tutte le misure di Corso d'Opera sul cantiere.
- curva distributiva e cumulativa dei livelli statistici, sia diurna che notturna, per ogni giorno di misura.

### 4.1. LA RESTITUZIONE DEI DATI

I risultati delle varie misure devono essere consegnati in un rapporto di prova specifico per ogni recettore; tale rapporto deve contenere necessariamente :

- il numero identificativo del recettore;
- la descrizione del recettore (indirizzo, nome del proprietario, posizione del recettore in coordinate
- espresse nel sistema UTM WGS84 ITRF94, numero di piani dell'edificio in oggetto);
- la data, il luogo, l'ora iniziale del rilevamento, descrizione delle condizioni meteorologiche, velocità e direzione del vento;

- la fotodocumentazione del posizionamento dello strumento rispetto al ricettore;
- la classe e destinazione di uso alla quale appartiene il punto di misura;
- tempo di riferimento, di osservazione e di misura;
- profilo temporale (time history) della misura nelle 24 ore con indicazione della strumentazione
- utilizzata (modello, numero di serie, numero e data della taratura), relativo grado di precisione e del
- certificato di verifica della taratura;
- la frequenza del campionamento dei dati;
- la larghezza di banda; costanti di tempo e ponderazione usate per le misure e per le statistiche in
- banda larga e per le misure in ottava;
- la gamma di misura, lo schermo antivento usato;
- indicare se il microfono è in campo libero o casuale;
- altezza dello strumento dal suolo;
- indicazione delle tipologia delle sorgenti sonore più rappresentative;
- i livelli di rumore rilevati in riferimento con ai limiti di legge e alle normative alle quali si fa riferimento;
- le principali considerazioni sul clima acustico;
- la firma leggibile del tecnico responsabile delle misure.

## 5. DEFINIZIONE DELLE TIPOLOGIE DI CAMPIONAMENTO

Il monitoraggio è programmato sulla base di metodiche unificate in grado di fornire le necessarie garanzie di riproducibilità e di attendibilità al variare dell'ambiente di riferimento e del contesto emissivo.

Le metodiche di monitoraggio sono inoltre definite in relazione alla variabilità del rumore da caratterizzare e alla attendibilità della stima richiesta nella singola postazione di misura. Il progetto di monitoraggio utilizza una serie di metodiche di misura standardizzate in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici di conoscenza dell'ambiente sonoro ed una elevata ripetibilità delle misure. Le metodiche di monitoraggio utilizzate sono:

- **A1: acquisizione dei dati pregressi e sopralluoghi preliminari.**

Tutte le informazioni relative ad attività di monitoraggio pregresse svolte da Enti Pubblici, società private o da parti terze dovranno essere valutate in termini di reale contributo informativo apportato.

La selezione iniziale deve riguardare la localizzazione della postazione di monitoraggio e la datazione delle informazioni: la localizzazione deve essere documentata (fotografie, planimetrie, ecc.) e georeferenzabile e, la misura deve essere stata svolta successivamente al DPCM 1.3.1991, con modalità e strumentazione conforme all'Allegato B "Strumentazione e modalità di misura del rumore".

Ove disponibili, dovranno essere raccolti dati relativi ai flussi di traffico lungo le principali infrastrutture di trasporto (strade statali, provinciali, viabilità urbana principale, autostrade) acusticamente interagenti con gli ambiti di monitoraggio del rumore in fase di cantiere e di esercizio. Può essere di estrema utilità disporre di dati meteorologici tratti da stazioni locali prossime al corridoio di interferenza acustica. L'attenzione deve essere in particolare posta sui seguenti indicatori meteorologici:

- Frequenze annuali e stagionali classi di velocità del vento.
- Frequenze annuali e stagionali direzione di provenienza dei venti;
- Frequenze annuali e stagionali delle classi di stabilità atmosferica, in accordo alle definizioni di Pasquill.
- Altezze medie annuali e stagionali dello strato limite.
- Frequenze delle inversioni termiche.
- Frequenze delle nebbie.

- **B1: misure di breve periodo per la caratterizzazione della viabilità e dell'attività di cantiere.**

Questo tipo di indagine permette di individuare il continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq,TR relativo ai tempi di riferimento TR ( $TR = 6 \div 22h$  per il giorno e  $TR = 22 \div 6h$  per la notte) con tecnica di campionamento secondo l'Allegato B, comma 2b, del D.M. 16/3/98.

Le misurazioni avvengono in ambiente esterno. Esso devono essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s. Il microfono deve essere comunque munito di cuffia antivento. La catena di misura deve essere compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano le misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

La tecnica di monitoraggio consiste nel campionamento per un tempo di misura TM all'interno dei due periodi di riferimento, limitatamente ad un solo giorno. Il numero di campioni adottato è congruente alla variabilità temporale del fenomeno e tale da caratterizzare la sorgente in esame.

Il tempo di misura TM deve essere non inferiore a 15 minuti. Il rilievo deve essere effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq,TM
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAI<sub>max</sub>, LAF<sub>max</sub>, LAS<sub>max</sub>)
- i livelli statistici L10 e L90

Il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei due tempi di riferimento LAeq,TR è da calcolarsi in laboratorio come media logaritmica dei livelli continui equivalenti campionati in campo.

- **B2: misure di breve periodo per la caratterizzazione dello stato acustico ante operam su ricettori impattati sia dall'opera in progetto che dalla viabilità esterna in forte concorsualità**

Questo tipo di misure, in affiancamento alle misure settimanali finalizzate alla caratterizzazione delle sorgenti concorsuali, saranno effettuate sia in periodo diurno sia in periodo notturno su almeno 5 ricettori individuati nell'intorno del punto di misura settimanale indicato in planimetria, nell'ambito di potenziale influenza della concorsualità. Tali misure potranno evidenziare eventuali criticità specifiche per i ricettori più esposti e fornire informazioni dei livelli acustici su un ambito più esteso rispetto alla sola misura settimanale.

Questo tipo di indagine permette di individuare il continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq,TR relativo ai tempi di riferimento TR ( $TR = 6 \div 22h$  per il giorno e  $TR = 22 \div 6h$  per la notte) con tecnica di campionamento secondo l'Allegato B, comma 2b, del D.M. 16/3/98.

Le misurazioni avvengono in ambiente esterno. Esso devono essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s. Il microfono deve essere comunque munito di cuffia antivento. La catena di misura deve essere compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano le misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

La tecnica di monitoraggio consiste nel campionamento per un tempo di misura TM all'interno dei due periodi di riferimento, limitatamente ad un solo giorno. Il numero di campioni adottato è congruente alla variabilità temporale del fenomeno e tale da caratterizzare la sorgente in esame.

Il tempo di misura TM deve essere non inferiore a 30 minuti. Il rilievo deve essere effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq, TM
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAImax, LAFmax, LASmax)
- i livelli statistici L10 e L90

Il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei due tempi di riferimento LAeq, TR è da calcolarsi in laboratorio come media logaritmica dei livelli continui equivalenti campionati in campo.

- **C1: misure di 24 ore per la caratterizzazione ante opera e la caratterizzazione del traffico in Corso d'Opera.**

La misura e descrizione del rumore Ante Operam e da attività di cantiere con postazioni semi-fisse per 24 ore (R2a) o 48 ore (R2b), permette di valutare il disturbo per la popolazione ai sensi del D.P.C.M. 14/11/97. La valutazione è effettuata in ambiente esterno, in corrispondenza di ricettori sede di attività umana ai sensi del Decreto del Ministero dell'Ambiente 16/3/98.

Questo tipo di indagine permette di individuare il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq, TR nei tempi di riferimento TR (TR = 6÷22h per il giorno e TR = 22÷6h per la notte) secondo l'Allegato B, comma 2a, del D.M. 16/3/98.

Le misurazioni avvengono in ambiente esterno. Esso devono essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s. Il microfono deve essere comunque munito di cuffia antivento. La catena di misura deve essere compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano le misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 24-48 ore consecutive. Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni minuto. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq,1min;
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAI<sub>max</sub>, LAF<sub>max</sub>, LAS<sub>max</sub>);
- i livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L99;

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) è ricavato in laboratorio per mascheramento del dominio temporale esterno al periodo considerato.

Il rilievo di 24 ore deve essere preferito in presenza di sorgenti di rumore debolmente variabili nell'arco della settimana.

- **C2: misure di 48 ore per caratterizzazione dei rumori non continui in attività di cantiere;**

La tipologia del rilievo è la medesima della precedente, in questo caso il campionamento di 48 ore è destinato alle situazioni in cui è presente un carico emissivo discontinuo o variabile. Nel caso in cui le sorgenti di rumore oggetto dell'indagine siano attive anche nei giorni festivi o prefestivi, non si deve escludere la possibilità di svolgere le misure il sabato o la domenica.

- **D1: misure di 7 giorni per caratterizzazione a.o. valutazione settimanale dell'attività del cantiere e caratterizzazione ante operam della viabilità concorsuale;**

Le misure di 7 giorni permettono di valutare il disturbo sulla popolazione ai sensi del D.P.C.M. 14/11/97. La valutazione è effettuata in ambiente esterno, in corrispondenza di ricettori sede di attività umana ai sensi del Decreto del Ministero dell'Ambiente 16/3/98.

In ottemperanza alla prescrizione n. 21 del Decreto VIA n. 190 del 25/07/2017 la presente metodica di misura sarà in alcuni punti finalizzata a caratterizzare lo stato acustico ante operam su ricettori impattati sia dall'opera in progetto che dalla viabilità esterna in forte concorsualità.

Questo tipo di indagine permette di individuare il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq,TR nei tempi di riferimento TR (TR = 6÷22h per il giorno e TR = 22÷6h per la notte) su base giornaliera e settimanale secondo l'Allegato C, comma 2, del Decreto del Ministero dell'Ambiente 16/3/98.

Le misurazioni devono essere di norma eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s. Il microfono deve essere comunque munito di cuffia antivento. La catena di misura deve essere compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano le misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 7 giorni consecutivi. Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni ora. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq,1h
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAI<sub>max</sub>, LAF<sub>max</sub>, LAS<sub>max</sub>)
- i livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L95, L99.

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) relativamente a ciascun giorno della settimana ed alla settimana stessa è calcolato in fase di analisi.

- **E1: misure di breve periodo in ambiente abitativo per la verifica del limite differenziale in a.o. e in c.o;**

Questo tipo di indagine permette di individuare il livello differenziale di rumore LD, ottenuto come differenza aritmetica tra il livello di rumore ambientale LA (livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A prodotto da tutte le sorgenti di rumore) ed il livello di rumore residuo LR (livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A rilevato escludendo la sorgente sonora disturbante).

Considerando l'impossibilità pratica di riprodurre fedelmente in Corso d'Opera il livello di rumore residuo, viene svolta nella fase Ante Operam la misura del livello di rumore ambientale che verrà assunto, in fase di costruzione, come livello di rumore residuo. La verifica è da compiersi in ambiente abitativo all'interno del periodo di riferimento diurno (6÷22h), stante l'assenza di attività di cantiere nel periodo notturno (22-6).

I rilevamenti devono essere svolti sia a finestre aperte che chiuse. La verifica deve essere eseguita in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s.

I parametri acustici rilevati con monitoraggio in ambiente abitativo sono i seguenti:

- il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq,1sec
- il livello massimo con costane di tempo fast (LAF<sub>max</sub>)
- i livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L95
- lo spettro minimo dei livelli di pressione sonora in bande di 1/3 di ottava nel dominio 20Hz-20KHz.

- **E2: misure di breve periodo in ambiente abitativo per la verifica del limite differenziale in fase d'esercizio**

Questo tipo di indagine permette di individuare il livello di rumore in ambiente abitativo determinato dall'esercizio dell'infrastruttura autostradale.

La verifica è da compiersi al centro della stanza a finestre chiuse, con microfono posto ad una altezza di 1.5 m dal pavimento, limitatamente al periodo notturno per gli ospedali e gli edifici residenziali e al periodo diurno per le scuole.

La verifica deve inoltre essere eseguita in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s.

I parametri acustici rilevati con monitoraggio in ambiente abitativo sono i seguenti:

- il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq,1sec
- il livello massimo con costane di tempo fast (LAFmax)
- i livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L95
- lo spettro minimo dei livelli di pressione sonora in bande di 1/3 di ottava nel dominio 20Hz-20KHz.

## 6. LOCALIZZAZIONE DEI MONITORAGGI E UBICAZIONE DEI PUNTI DI MISURA

Per la redazione del Quadro di riferimento ambientale del S.I.A. sono stati censiti tutti i ricettori per la componente rumore individuabili in un corridoio di 250 m di ampiezza per lato rispetto al confine dell'area autostradale. Tale corridoio è stato esteso a 500m con riferimento alla presenza di recettori sensibili, quali scuole, asili ed ospedali.

Il censimenti di ricettori ha portato alla identificazione di ca. 2500 elementi, che sono stati tipicizzati secondo le caratteristiche geometriche, posizione, destinazione d'uso etc.

In un congruo numero di questi punti sono stati effettuati rilievi fonometrici di breve, media e lunga durata, in modo da determinare l'emissione sonora delle sorgenti attualmente presenti sul territorio ed in modo da poter effettuare un calcolo previsionale, tramite l'applicazione di un modello matematico, sul livello sonoro attuale in ciascuno dei punti.

In base a tale indagine ambientale ed alle tavole di riferimento sono stati selezionati i ricettori da monitorare in *ante operam*, corso d'opera e *post operam*.

Tra questi sono stati inseriti tutti ricettori indicati come "Ricettore sensibile" (scuola, asilo, ospedale, casa di riposo, etc.) nel quadro di riferimento ambientale del S.I.A. per la componente rumore, ed una selezione per tipologie omogenee tra tutti i ricettori individuati.

Il ricettore soggetto al monitoraggio viene suddiviso secondo le seguenti tipologie:

- **AS:** Abitazione singola o gruppo di case sparse;
- **AD:** Abitato denso;
- **RS:** Ricettore sensibile in area particolarmente protetta (aree ospedaliere, scolastiche, ecc.)

Un'ulteriore distinzione tipologica consiste nella verifica che la qualità acustica del ricettore sia influenzata o meno dalla presenza di infrastrutture preesistenti; per ogni tipologia avremo il sottoinsieme "interferito" da sorgenti sonore preesistenti ( **I** ) e quello "non interferito" ( **NI** ).

I diversi ricettori possono altresì essere distinti in funzione della natura del disturbo ricevuto durante la realizzazione dell'infrastruttura autostradale; questo tipo distinzione viene formulato in funzione che il ricettore sia interessato principalmente da:

- Area di cantiere; ( **AC** );
- Fronte di avanzamento lavori ( **FAL** );
- Viabilità di cantiere ( **VC** ).

RELAZIONI SPECIALISTICHE - COMPONENTE RUMORE

Secondo questa suddivisione è possibile determinare un codice qualitativo del ricettore analizzato, per esempio: **AD-NI-FAL** indica un abitato denso non interferito da alcuna infrastruttura preesistente che verrà interessato principalmente dai rumori prodotti dal fronte di avanzamento dei lavori.

A seconda di tali codifiche, si determina il tipo di monitoraggio richiesto per ciascun recettore in accordo alla seguente tabella.

TIPO RICETTORE			TIPO DI MONITORAGGIO					
			B1	C1	C2	D1	E1	E2
AS	I	AC	AO	AO+CO+PO	CO+PO	AO+CO+PO	AO+CO	PO
		FAL	AO+CO	AO+CO+PO	CO+PO	AO+CO+PO	AO+CO	PO
		VC	AO+CO	AO+CO+PO	CO+PO	AO+CO+PO	AO+CO	PO
	NI	AC	//	AO+CO+PO	CO+PO	AO+CO+PO	AO+CO	PO
		FAL	CO	AO+CO+PO	CO+PO	AO+CO+PO	AO+CO	PO
		VC	CO	AO+CO+PO	CO+PO	AO+CO+PO	AO+CO	PO
AD	I	AC	AO	AO+CO+PO	CO+PO	AO+CO+PO	AO+CO	PO
		FAL	AO+CO	AO+CO+PO	CO+PO	AO+CO+PO	AO+CO	PO
		VC	AO+CO	AO+CO+PO	CO+PO	AO+CO+PO	AO+CO	PO
	NI	AC	//	AO+CO+PO	CO+PO	AO+CO+PO	AO+CO	PO
		FAL	CO	AO+CO+PO	CO+PO	AO+CO+PO	AO+CO	PO
		VC	CO	AO+CO+PO	CO+PO	AO+CO+PO	AO+CO	PO
RS	I	AC	AO	AO+CO+PO	CO+PO	AO+CO+PO	AO+CO	PO
		FAL	AO+CO	AO+CO+PO	CO+PO	AO+CO+PO	AO+CO	PO
		VC	AO+CO	AO+CO+PO	CO+PO	AO+CO+PO	AO+CO	PO
	NI	AC	//	AO+CO+PO	CO+PO	AO+CO+PO	AO+CO	PO
		FAL	CO	AO+CO+PO	CO+PO	AO+CO+PO	AO+CO	PO
		VC	CO	AO+CO+PO	CO+PO	AO+CO+PO	AO+CO+	PO

TABELLA 4.1-1 – ARTICOLAZIONE DEI MONITORAGGI RUMORE IN ANTE OPERAM (AO), CORSO D'OPERA (CO) E POST OPERAM (PO)

## 6.1. MONITORAGGIO ANTE OPERAM

---

La finalità del monitoraggio da completare prima dell'inizio dei lavori è quella di determinare il clima acustico presente nell'area in esame.

Le misurazioni *ante operam*, oltre a fornire la base di dati da utilizzare per tutte le successive fasi di verifica, serve anche per avvalorare con misure strumentali le assunzioni che hanno portato alla progettata ubicazione delle mitigazioni lungo il perimetro delle aree di cantiere.

Le misure di rumore di *ante operam* avranno altresì volte a caratterizzare lo stato acustico prima dell'inizio delle lavorazioni su ricettori impattati sia dall'opera in progetto che dalla viabilità esterna in forte concorsualità, come previsto dalla prescrizione n. 21 del Decreto VIA n. 190 del 25/07/2017.

Le campagne di monitoraggio *ante operam* in prossimità delle aree di cantiere, del fronte avanzamento lavori e della viabilità di cantiere dovranno essere svolte preventivamente alla installazione dei cantieri e allo svolgimento di attività rumorose quali bonifica bellica, taglio della vegetazione, sbancamenti, ecc. al fine di intervenire in condizioni indisturbate.

I punti destinati al monitoraggio delle immissioni di rumore lungo la viabilità utilizzata dai mezzi da e per I cantieri sono individuati considerando:

- l'ubicazione delle aree di cantiere;
- le relative tipologie (cantieri operativi o logistici, principali o secondari);
- i flussi di traffico pesante e leggero indotti;
- la loro effettiva sovrapposizione agli attuali flussi di traffico in transito permettendo quindi un controllo dell'impatto acustico che si produce sull'ambiente circostante.

I punti di monitoraggio sono localizzati in prossimità dei ricettori più sensibili (scuole, aree residenziali, ecc.) presenti nella zona, e devono essere verificati ed eventualmente ricollocati nella fase di sopralluogo di dettaglio *ante operam*.

## 6.2. MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

---

La durata temporale delle attività di monitoraggio in Corso d'Opera coinciderà con la durata delle attività lavorative previste per la realizzazione del tracciato autostradale e si protrarrà anche durante le operazioni di ripristino ambientale.

E' fondamentale pianificare un sistema di monitoraggio flessibile, in grado di adeguarsi alle criticità del territorio, in funzione delle situazioni che possono verificarsi nel corso della realizzazione dell'infrastruttura in progetto.

L'esecuzione del monitoraggio dell'inquinamento acustico ha lo scopo di rilevare l'impatto sonoro prodotto sia dalle attività di cantiere che quello imputabile alle preesistenti infrastrutture al fine di valutare l'effettiva alterazione prodotta dalla realizzazione dell'opera e valutare le eventuali azioni correttive necessarie per il rispetto dei limiti acustici previsti dalla normativa.

Durante i lavori dovranno essere rispettati i limiti di legge imposti dalla normativa vigente, prevedendo, qualora necessario, su indicazione del Responsabile Ambientale, l'attuazione di interventi correttivi. In aggiunta andrà verificato che l'attività di cantiere non contribuisca, rispetto alla condizione indisturbata, all'innalzamento del livello sonoro per più di 5 dB(A) per il periodo diurno (06-22) e di 3 dB(A) per il periodo di riferimento notturno (22-06).

La distribuzione temporale delle misure di rumore da eseguirsi durante l'opera dovrà essere programmata preliminarmente all'inizio dei monitoraggi. Essa dovrà però essere aggiornata continuamente durante lo sviluppo dei lavori. La finalità infatti è quella di effettuare le misure di rumore in concomitanza con le lavorazioni più rumorose.

Presso i ricettori abitati è necessario eseguire anche una prova del rumore all'interno dell'edificio per poter verificare che il rumore all'interno dell'abitazione sia accettabile.

In questo caso il microfono deve essere posizionato ad 1 metro di distanza dalla finestra e ad 1,5 metri di altezza sopra al pavimento. Il criterio del differenziale viene applicato se il LAeq a finestre aperte e con sorgente disturbante attiva supera i 50 dB(A) di giorno ed i 40 dB(A) di notte; se il LAeq a finestre chiuse e con sorgente disturbante attiva supera i 35 dB(A) di giorno ed i 25 dB(A) di notte (D.P.C.M. 14/11/1997).

Il rumore viene considerato accettabile se la differenza tra il rumore ambientale (con sorgente disturbante attiva) ed il rumore residuo (con sorgente disturbante non attiva) non supera i 5 dB(A) di giorno ed i 3 dB(A) di notte.

In corso d'opera, i punti di monitoraggio del fronte d'avanzamento lavori FAL saranno definiti in base a criteri di rappresentatività del tipo di lavorazione (fronte di avanzamento su viadotto, su rilevato, ecc.) e alla sensibilità espressa dal sistema ricettore, sia in termini di limiti massimi di immissione sia di consistenza del sistema insediativo.

I punti di monitoraggio della viabilità di cantiere saranno preferibilmente localizzati su sezioni stradali in prossimità dei ricettori a massima sensibilità, internamente o al perimetro delle aree urbanizzate, ed avranno lo scopo di documentare l'impatto determinato dal transito dei mezzi pesanti. Alcune postazioni assumono inoltre il ruolo di punti di controllo del piano del traffico di cantiere.

### 6.3. MONITORAGGIO POST OPERAM

---

Il monitoraggio *post operam* verrà eseguito in una fase successiva e cioè:

- immediatamente dopo l'entrata in esercizio della nuova infrastruttura;
- negli anni a seguire, in conformità al programma di messa a regime della nuova infrastruttura autostradale.

I punti di monitoraggio in *post operam* saranno preferibilmente scelti tra quelli che hanno indirizzato la scelta localizzativa per le barriere acustiche, in modo da fungere da rilievi di collaudo per le stesse.

### 6.4. PLANIMETRIE DI LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO DEL RUMORE

---

L'esatta localizzazione e tipologia dei punti selezionati per il monitoraggio viene riportata nelle tavole allegate al presente P.M.A., aventi codifica:

PD\_0\_000\_00000\_0\_MN\_PX\_01 PLANIMETRIA DI PROGETTO CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE - TAV 1/14  
PD\_0\_000\_00000\_0\_MN\_PX\_02 PLANIMETRIA DI PROGETTO CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE - TAV 2/14  
PD\_0\_000\_00000\_0\_MN\_PX\_03 PLANIMETRIA DI PROGETTO CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE - TAV 3/14  
PD\_0\_000\_00000\_0\_MN\_PX\_04 PLANIMETRIA DI PROGETTO CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE - TAV 4/14  
PD\_0\_000\_00000\_0\_MN\_PX\_05 PLANIMETRIA DI PROGETTO CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE - TAV 5/14  
PD\_0\_000\_00000\_0\_MN\_PX\_06 PLANIMETRIA DI PROGETTO CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE - TAV 6/14  
PD\_0\_000\_00000\_0\_MN\_PX\_07 PLANIMETRIA DI PROGETTO CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE - TAV 7/14  
PD\_0\_000\_00000\_0\_MN\_PX\_08 PLANIMETRIA DI PROGETTO CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE - TAV 8/14  
PD\_0\_000\_00000\_0\_MN\_PX\_09 PLANIMETRIA DI PROGETTO CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE - TAV 9/14  
PD\_0\_000\_00000\_0\_MN\_PX\_10 PLANIMETRIA DI PROGETTO CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE - TAV 10/14  
PD\_0\_000\_00000\_0\_MN\_PX\_11 PLANIMETRIA DI PROGETTO CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE - TAV 11/14  
PD\_0\_000\_00000\_0\_MN\_PX\_12 PLANIMETRIA DI PROGETTO CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE - TAV 12/14  
PD\_0\_000\_00000\_0\_MN\_PX\_13 PLANIMETRIA DI PROGETTO CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE - TAV 13/14  
PD\_0\_000\_00000\_0\_MN\_PX\_14 PLANIMETRIA DI PROGETTO CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE - TAV 14/14

## 7. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEI MONITORAGGI

---

La distribuzione temporale dei monitoraggi acustici di seguito descritta corrisponde alla necessità di valutare l'effetto delle emissioni sonore al variare delle condizioni di emissione, comunque escludendo le situazioni eccezionali legati a fenomeni atmosferici anomali o ad attività di cantiere impreviste (quali la necessità di operare la bonifica di ordigni bellici mediante brillamento, ad esempio).

### 7.1. MONITORAGGIO ANTE OPERAM

---

Il monitoraggio va esteso ad un periodo di almeno 6 mesi, che comprenda le condizioni estive (considerate più critiche per il maggior traffico stradale, da un lato, e per l'esigenza di arieggiare i locali tenendo le finestre aperte, dall'altro). A parte il caso dei rilievi settimanali, vanno esclusi i weekend, i rilievi vanno eseguiti di regola nei giorni feriali.

Per i recettori posti all'interno dei "buffer" delle due autostrade interferite (A22, A13), i rilievi vanno ripetuti due volte, la prima in stagione "non estiva", la seconda durante il periodo estivo, caratterizzato da maggior flusso stradale legato all'afflusso di turisti.

### 7.2. MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

---

I rilievi vanno attivati presso le postazioni di campionamento fonometrico solo nel periodo di attività del cantiere, ovvero, nel caso del fronte avanzamento lavoro, per la frazione temporale in cui esso transita a meno di 250 m dal punto di rilevamento.

Per i punti di campionamento posti a meno di 250 m dalle sorgenti fisse (aree operative, zone di stoccaggio, cantieri fissi, etc.) il rilevamento va ripetuto almeno una volta ogni tre mesi.

### 7.3. MONITORAGGIO POST OPERAM

---

La campagna di monitoraggio *post operam* segue le stesse specifiche sopra esposte per la caratterizzazione *ante operam*, con la precisazione che, visto che la nuova autostrada sarà in funzione, l'esigenza di ripetere il doppio monitoraggio (in periodo non estivo ed in periodo estivo-vacanziero) si estende in questo caso a tutti i punti di campionamento, in quanto saranno tutti a meno di 250 m da una autostrada in attività.