



**COMUNE DI IRGOLI**  
Provincia di Nuoro

# PROGETTO ESECUTIVO

## INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA E ADEGUAMENTO DELLA PALESTRA COMUNALE SITA IN VIA VERDI

**ELABORATO**

***Progetto di  
monitoraggio  
ambientale***

**SCALA**

**TAVOLA**

**26**

**ALLEGATO**

**DATA**

**Marzo 2019**

**L' assessore ai lavori pubblici:**

Sig. Andrea Angioi

**Il progettista**

Dott. Ing. Tonino Piras



**Il responsabile del procedimento:**

Arch. Teresa Cossu

## INDICE

PREMESSA.....	2
1.DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO.....	3
2.ASPETTI GENERALI DEL PIANO DI MONITORAGGIO.....	3
2.1 PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
2.2 OBIETTIVI E FINALITÀ DEL PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	5
2.3 IDENTIFICAZIONE DELLE AREE INTERESSATE E DEI PUNTI DI MONITORAGGIO.....	6
2.4 IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI.....	6
3 DETTAGLIO DELLE PRINCIPALI COMPONENTI AMBIENTALI.....	6
3.1 ATMOSFERA.....	6
3.1.1 Generalità.....	6
3.1.2 Riferimenti Normativi.....	7
3.1.3 Finalità del monitoraggio.....	8
3.1.4 Definizione degli indicatori e dei parametri di monitoraggio.....	8
3.2 RUMORE.....	10
3.2.1 Generalità.....	10
3.2.2 Riferimenti Normativi.....	11
3.2.3 Finalità del monitoraggio.....	12
3.2.4 Definizione degli indicatori e dei parametri di monitoraggio.....	13
3.3 VIBRAZIONI.....	13
3.3.1 Generalità.....	13
3.3.2 Riferimenti Normativi.....	14
3.3.3 Finalità del monitoraggio.....	15
3.3.4 Definizione degli indicatori e dei parametri di monitoraggio.....	16

## PREMESSA

Il presente documento definisce gli obiettivi e i criteri metodologici generali del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) relativo alla realizzazione della MESSA IN SICUREZZA ED ADEGUAMENTO PALESTRA COMUNALE.

La necessità di dotare il Progetto Esecutivo di uno specifico PMA rientra fra gli elaborati previsti nel progetto esecutivo, ai sensi del D.P.R. 207/2010.

Scopo fondamentale del Piano è quello di operare un'azione di controllo sul territorio al fine di valutare gli effetti delle lavorazioni previste fino alla loro entrata in esercizio, nonché l'efficacia delle opere di mitigazione.

In dettaglio, il Piano di Monitoraggio Ambientale si prefigge i seguenti obiettivi:

- analizzare le condizioni ante operam al fine di comprendere le dinamiche ambientali esistenti;
- garantire il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali e sociali;
- verificare le interferenze ambientali che si possono manifestare per effetto della realizzazione dell'opera;
- segnalare il manifestarsi di eventuali emergenze in modo da evitare lo sviluppo di eventi compromettenti per la qualità ambientale della zona;
- verificare l'efficacia dei provvedimenti adottati per la mitigazione degli eventuali impatti indotti dai lavori di cantierizzazione previsti;
- controllare la fase di entrata in esercizio dell'opera.

Ne consegue che il presente documento non contiene elementi di valutazione previsionale degli impatti correlati alla realizzazione e all'esercizio delle opere in progetto, né contenuti tecnici per la previsione e il dimensionamento dei necessari interventi di mitigazione, ma esclusivamente gli aspetti generali inerenti le fasi di rilevamento, monitoraggio e controllo in campo di detti impatti.

I monitoraggi ambientali da espletare nelle 3 fasi, ante-operam (AO), corso d'opera (CO) e post-operam (PO), saranno articolati tenendo conto degli impatti diretti che le attività di cantiere potrebbero avere sulle componenti ambientali ed, eventualmente, sia di quelli indiretti correlati al traffico indotto per effetto, soprattutto, delle modifiche trasportistiche che le cantierizzazioni potrebbero apportare alla viabilità ordinaria.

Il presente documento è stato predisposto sulla base degli elementi conoscitivi contenuti all'interno del Progetto Esecutivo, con particolare riferimento agli elaborati relativi alla cantierizzazione delle opere.

Prerogativa fondamentale del Piano di Monitoraggio è inoltre quella di configurarsi come strumento flessibile in grado di adattarsi, durante la fase di corso d'opera, ad una eventuale riprogrammazione delle attività di monitoraggio (frequenze di campionamento, parametri da misurare, siti da monitorare, ecc.) a seconda delle specifiche esigenze e necessità che si potranno determinare nel corso dell'avanzamento dei lavori, anche in relazione della reale disponibilità delle aree scelte, alla loro accessibilità e al raggiungimento degli accordi con i proprietari dei terreni interessati dalle varie misure.

Per una corretta e più immediata lettura del presente documento, se ne sintetizza di seguito la struttura, evidenziando i contenuti delle varie sezioni ed allegati.

- Capitolo 1: Descrizione dell'intervento; in tale sezione del PMA viene riportata una descrizione dell'area di intervento e del progetto di realizzazione del cavalcaferrovia, con particolare riferimento alle lavorazioni previste (utile per la valutazione degli impatti ambientali correlati e per la definizione delle componenti ambientali da sottoporre a monitoraggio e controllo).
- Capitolo 2: Aspetti generali del Piano di Monitoraggio; in tale capitolo sono riportati i riferimenti normativi per il PMA, gli obiettivi e le finalità perseguiti dallo stesso, le aree interessate ed i ricettori presenti, le componenti da monitorare ed i tempi di espletamento del Piano.
- Capitolo 3: Dettaglio delle principali componenti ambientali; all'interno di tale capitolo vengono dettagliate le attività di monitoraggio per le varie componenti ambientali.

Per ciascuna componente oggetto di monitoraggio, vengono generalmente riportate le seguenti informazioni:

- Generalità sulla componente ambientale;
- Riferimenti normativi;
- Finalità del monitoraggio.

Il presente documento è completato dai seguenti allegati:

## 1. DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

Lo scopo dell'intervento è quello di ottenere l'agibilità della palestra comunale e dei locali accessori, in modo tale che siano fruibili sia per gli alunni della scuola media adiacente che per le diverse associazioni sportive presenti nel territorio, sia in ambito comunale che nei comuni limitrofi.

Affinchè si raggiunga tale obiettivo, il complesso deve essere idoneo:

- dal punto di vista strutturale;
- dal punto di vista funzionale;
- dal punto di vista impiantistico;
- dal punto di vista della prevenzione incendi.

## 2. ASPETTI GENERALI DEL PIANO DI MONITORAGGIO

Il presente documento è stato redatto e strutturato innanzitutto sulla base delle indicazioni presenti all'interno delle Linee Guida emanate dal Ministero dell'Ambiente e tiene conto inoltre delle informazioni presenti nel Progetto Esecutivo del progetto in esame, da cui è stata condotta un'analisi dettagliata per valutare le componenti ambientali potenzialmente impattate dai lavori di realizzazione dell'intervento di progetto.

La localizzazione dei punti di monitoraggio che sarà individuata potrà subire variazioni durante la fase ante operam, in base a richieste degli Enti di Controllo ed alla disponibilità dei proprietari delle aree in cui verranno eseguite le misure.

Al termine della fase ante operam, al fine di definire i valori di tutela ambientale che esprimano effettivamente la compatibilità con le attività previste per la realizzazione del progetto, saranno stabilite le soglie di azione da attribuire ai principali indicatori ambientali individuati per le diverse componenti monitorate.

### 2.1 PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI

Nella redazione del presente documento si è tenuto conto delle indicazioni contenute nelle *“Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA)”*

predisposte dalla Commissione Speciale di VIA del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

Per gli aspetti specialistici si è fatto riferimento alle normative sotto riportate:

o D.Lgs. 16-1-2008 n. 4 *“Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale”*.

o D.Lgs 3 Aprile 2006, n.152: *“Norme in materia ambientale”*;

o Legge 18 Maggio 1989 n. 183 *“Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”*;

o Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 4 Marzo 1996, *“Disposizioni in materia di risorse idriche”*;

o Testo aggiornato del Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152 *“Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento dei nitrati provenienti da fonti agricole”*, a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al Decreto Legislativo 18 agosto 2000 n. 258;

o Decreto Ministeriale 25 ottobre 1999, n. 471 *“Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del Decreto Legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni”*.

- o Deliberazione Comitato Interministeriale 4 febbraio 1977 "Criteri generali e metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici e per la formazione del catasto degli scarichi";
- o DPR 236 del 1988 e successive modifiche ed integrazioni sulla Qualità delle acque destinate al consumo umano contenente in allegato 1 "*Requisiti di qualità - elenco parametri*", ed in allegato 2 "metodi analitici di riferimento";
- o UNI EN 25667-1 Guida alla definizione di programmi di campionamento;
- o UNI EN 2566-7 Guida alle tecniche di campionamento;
- o ISO 5667-3:1994 Guidance on the preservation and handling of samples;
- o ISO 5667-14:1998 Guidance on quality assurance of environmental water sampling and handling;
- o ISO 4363:1993 Measurement of liquid flow in open channels - Method for measurement of suspended sediments;
- o ISO/DIS 5667-17 Guidance on sampling of suspended sediments;
- o ISO/TR 13530:1997 Guide to analytical quality control for water analysis;
- o ISO 9001 "Sistemi di gestione per la qualità – Requisiti"
- o UNI CEI EN ISO/IEC 17025 "Requisiti generali per la competenza di laboratori di prova e taratura".
- o Direttiva CEE n° 676 del 12 dicembre 1991 concernente Protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati di origine agricola.
- o Deliberazione Comitato Interministeriale 4 febbraio 1977 "Criteri generali e metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici e per la formazione del catasto degli scarichi"
- o DECRETO PRESIDENTE CONSIGLIO DEI MINISTRI 27 dicembre 1988 - Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 agosto 1988, n. 377.
- o CONVENZIONE EUROPEA SUL PAESAGGIO - Firenze, 20.10.2000
- o D.Lgs. 22 del 5/2/1997 - "Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio"
- o Decreto del Ministro dell'Ambiente 25 ottobre 1999, n. 471 – Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni.  
(Pubblicato sul Supplemento Ordinario 218/L alla Gazzetta Ufficiale n. 293 del 15 dicembre 1999)
- o Decreto del Presidente della Repubblica 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 legge 26 ottobre 1995, n. 447".
- o D.L. 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";
- o D.M. 29 novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, di piani di contenimento e abbattimento del rumore".
- o D.P.C.M. 14 novembre 1997, "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- o Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 marzo 1998, "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico".
- o Legge 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- o D.P.C.M. 27/12/88 relativo alle "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986 n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 10 agosto 1998, n. 377".
- o D.P.C.M. 1/3/91 sui "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".
- o D.M. 2 aprile 1968, n. 1444 - Limiti inderogabili di densità edilizia, di altezza, di distanza fra i fabbricati e i rapporti massimi tra spazi destinati agli insediamenti residenziali e produttivi e spazi pubblici o riservati alle attività collettive, al verde pubblico o a parcheggi da osservare ai fini della formazione di nuovi strumenti urbanistici o della revisione di quelli esistenti, ai sensi dell'art. 17 della Legge 6 agosto 1967, n. 765.
- o Norme ISO 1996/1, 1996/2 e 1996/3.
- o Norma UNI 9884 relativa alla "Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale".
- o Norma UNI 9433 relativa alla "Valutazione del rumore negli ambienti abitativi".
- o ISO 2631;
- o UNI 9614;
- o UNI 9916;

- o DPCM del 28/3/1983 “Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativa agli inquinanti dell’aria nell’ambiente esterno”;
- o D.P.R. 203 del 24-5-1988 “Attuazione delle direttive CEE 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell’aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell’art. 15 della L. 183 del 16-4-1987”;
- o D.M. del 20-5-1991 “Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell’aria”;
- o D.M. del 15-4-1994 (Ministero Ambiente di concerto con Sanità) “Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli articoli 3 e 4 del D.P.R. 203 del 24-5-1988 e dell’articolo 9 del D.M. del 20-5-1991”;
- o D.M. del 25-11-1994 (Ministero Ambiente di concerto con Sanità) “Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per le misure di alcuni inquinanti di cui al D.M. del 15-4-1994”;
- o D.M. del 16-5-1996;
- o D.Lgs. n° 351 del 4-8-1999 “Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell’aria ambiente”.

## 2.2 OBIETTIVI E FINALITÀ DEL PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale persegue i seguenti obiettivi generali:

- correlare le fasi del monitoraggio Ante Operam (AO), Corso d’Opera (CO) e Post Operam (PO), al fine di valutare l’evolversi della situazione ambientale;
- garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale;
- fornire gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;
- effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull’esatto adempimento dei contenuti del progetto definitivo e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

L’aspetto più complesso delle attività per la realizzazione del sovrappasso consiste, in considerazione del territorio attraversato, nel mettere in atto gli strumenti per il contenimento degli impatti ambientali del cantiere in conformità al contesto urbano nel quale gli stessi si svilupperanno.

I cantieri, infatti, interagiscono in tutte le fasi con l’ambiente circostante, da cui la necessità di controlli e verifiche costanti dei parametri ambientali. In generale tutte le interferenze hanno un carattere di temporaneità e sono legate al tempo di esecuzione complessivo dei lavori ed alla specifica fase di avanzamento del cantiere.

Si riscontra pertanto la necessità di produrre un dettagliato progetto di monitoraggio con lo scopo di acquisire e analizzare le variazioni dei parametri ambientali interessati dalle attività di cantiere ed eventualmente interagire con la gestione per controllare, preservare, e migliorare il contesto ambientale.

Il presente documento ha lo scopo di dare un quadro comprensivo della situazione ambientale e territoriale esistente – fase Ante Operam - di quella che si verrà a verificare in Corso d’Opera ed a conclusione dei lavori per la prima fase di esercizio – Post Operam.

Tra i concetti principali che hanno governato la stesura del presente documento vi è quello della flessibilità in quanto la complessità delle opere e del territorio interessato nonché il naturale sviluppo dei fenomeni ambientali, non permettono di gestire un monitoraggio ambientale con strumenti rigidi e statici. Ne consegue che la possibilità di adeguare lo sviluppo delle attività di monitoraggio con quello delle attività di cantiere e dei fenomeni che si verranno a verificare, è uno degli aspetti caratteristici del PMA e, ancora di più, dell’organizzazione della struttura operativa che dovrà gestire ed eseguire le indicazioni in esso contenute.

Il PMA potrà e dovrà, infatti, essere adeguato in funzione di varie eventualità che potrebbero verificarsi e che si possono così riassumere:

- evoluzione dei fenomeni monitorati;
- rilievo di fenomeni imprevisti;
- segnalazione di eventi inattesi;
- verifica dell’efficienza di eventuali opere / interventi di minimizzazione / mitigazione di eventuali impatti.

Naturalmente, l'elenco sopra riportato non esaurisce le casistiche di motivazioni che possono indurre variazioni nel contenuto del Piano ma sono indicative della consapevolezza di dover predisporre un documento di lavoro flessibile ed operativo.

La valutazione poi dei potenziali effetti indotti dalla costruzione, verrà eseguita per confronto dei dati di monitoraggio con lo stato ambientale esistente - fase Ante Operam - e con riferimento al quadro evolutivo dei fenomeni naturali ricostruito e aggiornato nel corso delle indagini.

### **2.3 IDENTIFICAZIONE DELLE AREE INTERESSATE E DEI PUNTI DI MONITORAGGIO**

Durante le fasi preliminari di redazione del presente documento si è provveduto a verificare la tipologia e la destinazione degli edifici presenti nelle aree limitrofe alle aree di cantiere, mettendo in evidenza, con criterio conservativo, i ricettori potenzialmente "sensibili" (ossia ospitanti attività tali da dover essere tutelate e/o controllate con maggior attenzione e dettaglio, quali ospedali, asili, scuole, plessi universitari, ecc.) presenti in un intorno eccedente i presunti areali di impatto dal punto di vista acustico, vibrazionale ed anche atmosferico in un contesto urbano.

Il contesto si può definire extraurbano e scarsamente popolato.

### **2.4 IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI**

Le componenti ed i fattori ambientali presi in esame ai fini del presente lavoro sono così intesi ed articolati:

- ATMOSFERA
- RUMORE
- VIBRAZIONI
- AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE E SOTTERRANEO

L'identificazione e la scelta delle componenti ambientali oggetto di monitoraggio e controllo è stata opportunamente supportata dai contenuti della documentazione di carattere ambientale presenti nelle precedenti fasi progettuali.

In particolare, sono state considerate le suddette componenti ambientali in quanto ritenute quelle maggiormente impattate dalle attività di progetto.

## **3 DETTAGLIO DELLE PRINCIPALI COMPONENTI AMBIENTALI**

### **3.1 ATMOSFERA**

#### **3.1.1 Generalità**

Il monitoraggio ambientale della componente "atmosfera" ha l'obiettivo di valutare la qualità dell'aria nelle aree interessate dall'opera, verificando gli eventuali incrementi nel livello di concentrazione delle sostanze inquinanti aerodisperse derivanti dalla realizzazione dell'opera stessa.

Gli impatti sulla componente atmosfera legati alla realizzazione dell'opera sono riconducibili principalmente alle seguenti tipologie:

- a) diffusione e sollevamento di polveri legate alla movimentazione di inerti o alle lavorazioni previste all'interno del cantiere (scotico, scavo, demolizione, ecc.);
- b) diffusione di inquinanti aeriformi emessi dai motori a combustione interna delle macchine operatrici;
- c) diffusione di inquinanti aeriformi e particellari emessi dai mezzi pesanti in ingresso/uscita a/dai cantieri e dal traffico urbano eventualmente sottoposto a rallentamenti, deviazioni, percorsi alternativi, ecc.

Le tipologie di impatto di cui alle lettere a) e b) vengono solitamente definite col termine “impatti diretti”, in quanto direttamente originate dalle lavorazioni previste dalla cantierizzazione; le tipologie di impatto di cui alla lettera c) vengono, invece, definite col termine “impatti diretti” in quanto conseguenza indiretta della presenza stessa dei cantieri.

Gli impatti diretti risultano strettamente connessi alle lavorazioni, hanno entità variabile nel corso della “vita” dei cantieri (strettamente correlata al crono programma dei lavori) e sono caratterizzati da un areale di impatto piuttosto prossimo al perimetro dei cantieri (interessando per lo più e in maniera predominante la cosiddetta “prima schiera” dei recettori prospicienti l’area di lavorazione).

Gli impatti indiretti risultano determinati non tanto dalle lavorazioni che si attuano all’interno dei cantieri, quanto dalla loro stessa presenza: essi sono, infatti, correlati al traffico indotto dai cantieri (per approvvigionamento e/o allontanamento dei materiali) e, in ambiti cittadini quale quello in esame, quasi esclusivamente alle interferenze che i cantieri stessi determinano con le “normali” condizioni del deflusso veicolare urbano (interferenze che determinano picchi di “carico ambientale” su alcune specifiche viabilità che, allo stato attuale, spesso risultano sottoposte a minori livelli di pressione antropica).

Partendo dal presupposto (indicato già in fase di progetto definitivo) che le opere determineranno, in fase di esercizio, significativi impatti positivi sulla componente atmosfera correlati ad un maggiore scorrimento del traffico veicolare, il monitoraggio della componente atmosfera prenderà in esame esclusivamente le fasi di Ante Operam (AO) e di Corso d’Opera (CO), caratterizzati da più elevati livelli di impatto “negativo”.

### 3.1.2 Riferimenti Normativi

#### NORMATIVA EUROPEA

- Direttiva 2008/50/CE del 21/05/2008 relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa;
- Direttiva 2002/3/CE del 12/02/ 2002 concernente i valori bersaglio per l’ozono;
- Direttiva 2000/69/CE del 16/11/2000 concernente i valori limite per il benzene ed il monossido di carbonio nell’aria ambiente;
- Direttiva 1999/30/CE del 22/04/1999 concernente i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo;
- Direttiva 96/62/CE del 27/09/1996 in materia di valutazione e di gestione della qualità dell’aria ambiente.

#### NORMATIVA NAZIONALE

- DL n. 152 del 03/08/2007: *Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l’arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell’aria ambiente*;
- D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006: “*Norme in materia ambientale*” così come modificato dal D.Lgs. 4 del 16/01/2008 “*Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale*”;
- D.Lgs. n. 183 del 21/05/2004: *Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all’ozono nell’aria*, in vigore dal 07 Agosto 2004;
- Decreto Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio n. 261 del 1/10/2002,: *Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell’aria ambiente, i criteri per l’elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351. (GU n. 272 del 20-11-2002)*;
- D.M. n. 60 del 2/04/2002: “*Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell’aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio*”;
- D.M. 25 agosto 2000: “*Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203*”;
- D.Lgs. n. 351 del 4/08/1999: “*Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell’aria ambiente*”;
- D.M. 16 maggio 1996: “*Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono*”;
- D.M. 15 aprile 1994: “*Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli artt. 3 e 4 del DPR 24 maggio 1988, n. 203 e dell’art. 9 del DM 20 maggio 1991*”;
- D.M. 25 novembre 1994: “*Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994*”;

- D.M. 12 novembre 1992: “*Criteri generali per la prevenzione dell’inquinamento atmosferico nelle grandi zone urbane e disposizioni per il miglioramento della qualità dell’aria*”;
- D.M. 20 maggio 1991: “*Criteri per l’elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell’aria*”;
- D.P.R. n. 203 del 24/05/1988: “*Attuazione delle direttive CEE nn. 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell’aria, relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell’art. 15 della L. 16 aprile 1987 n° 183*”;
- D.P.C.M. 28 marzo 1983: “*Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell’aria nell’ambiente esterno*”.

### 3.1.3 Finalità del monitoraggio

Il monitoraggio ambientale della componente atmosfera ha lo scopo di controllare la qualità dell’aria nelle zone interessate dalle attività di costruzione del *Nuovo cavalcaferrovia per la sistemazione dell’intersezione tra la S.S. 127 e la S.P. 27 nei territori del Comune di Tempio Pausania*.

In particolare gli scopi specifici del monitoraggio sono i seguenti:

- definire l’impatto sulla qualità dell’aria ed in particolare il suo eventuale peggioramento, in relazione ai parametri monitorati nell’ante operam e che si ipotizza potrebbero essere influenzati dalle attività di realizzazione ed esercizio dell’ opera;
- controllare i valori di tali parametri in relazione alle soglie di attenzione e di allarme definite dalla normativa vigente;
- adottare eventuali opere di mitigazione che si rendessero necessarie allo scopo di proteggere i ricettori particolarmente sensibili.

In considerazione del fatto che si ritiene nullo l’impatto dell’opera in esercizio, il monitoraggio verrà articolato solo per le fasi di ante operam (AO) e di corso d’opera (CO):

- Ante-operam, allo scopo di definire e caratterizzare lo stato attuale della componente atmosfera prima dell’inizio dei lavori;
- In corso d’opera, allo scopo di controllare gli impatti previsti durante le lavorazioni di cantiere e di avanzamento del fronte dei lavori.

I punti di monitoraggio destinati a completare il quadro di riferimento ante operam saranno selezionati considerando:

- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo ai tracciati;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo al cantiere;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo alla viabilità di corso d’opera a servizio del cantiere;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore potenzialmente impattato dalle interazioni fra cantiere e viabilità urbana.

I punti di monitoraggio per il corso d’opera saranno selezionati considerando:

- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo ai fronti di avanzamento delle lavorazioni;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo al cantiere;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo alla viabilità di corso d’opera a servizio del cantiere.

Il monitoraggio in corso d’opera sarà effettuato sui medesimi punti selezionati in fase ante operam, per caratterizzare la qualità dell’aria nelle aree che saranno interessate dalle attività di cantiere, stoccaggio e viabilità di servizio.

La localizzazione precisa dei punti di monitoraggio, come già detto in precedenza, potrà essere oggetto di integrazioni e modifiche in base alle specifiche esigenze che eventualmente dovessero emergere nelle singole fasi di attività (ante e corso d’operam) ed alla disponibilità delle aree individuate.

### 3.1.4 Definizione degli indicatori e dei parametri di monitoraggio

Il monitoraggio si effettua attraverso il controllo dei valori dei parametri caratteristici e di seguito descritti, allo scopo di verificare eventuali superamenti delle soglie ammissibili e di fornire i dati di base per la determinazione delle misure correttive.

I parametri significativi utili al monitoraggio della componente atmosfera derivano sostanzialmente, in linea teorica, dai due tipi di inquinamento previsti:

- Inquinamento diretto da attività di cantiere (polveri e mezzi d’opera);

- Inquinamento indiretto da traffico indotto dai cantieri ovvero da variazioni al traffico urbano causate dall'apertura dei cantieri.

Le due tipologie di inquinamento previsto influenzano non solo la determinazione dei parametri, ma anche le specifiche di rilievo. In particolare potrebbe essere utile rilevare:

#### Aree di Cantiere

- Polveri Totali Sospese;
- Particolato fine PM10
- Ossidi di azoto (NO, NO2, NOx)
- Monossido di carbonio (CO)
- Biossido di zolfo (SO2)
- Metalli pesanti (Piombo, Nickel, Cadmio, Rame, Zinco, Alluminio e Manganese)
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

#### Aree sulla viabilità

- Particolato fine PM10
- Particolato fine PM2,5
- Ossidi di azoto (NO, NO2, NOx)
- Ozono (O3)
- Monossido di carbonio (CO)
- Biossido di zolfo (SO2)
- Benzene, Toluene, Xileni (BTX)
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)
- Metalli pesanti (Piombo, Nickel, Cadmio, Rame)

#### Su tutte le aree

Misure dei parametri meteorologici:

- Velocità del vento
- Direzione del vento
- Umidità relativa
- Temperatura
- Precipitazioni atmosferiche
- Radiazione solare
- Pressione

I valori che seguono riassumono i limiti previsti dalla normativa con riferimento all'anno 2012.

Biossido di zolfo - SO2:

- soglia di allarme: 500 µg/m3 misurato per 3 ore consecutive (rif. DM 60/2002)
- valore limite orario: 350 µg/m3 da non superare più di 24 volte/anno civile (rif. DM 60 2002)
- valore limite giornaliero: 125 µg/m3 da non superare più di 3 volte/anno civile (rif. DM 60-2002)

Biossido di azoto – NO2:

- soglia di allarme: 400 µg/m3 misurato per 3 ore consecutive (rif. DM 60-2002)
- valore limite orario: 200 µg/m3 da non superare più di 18 volte/anno civile (rif. DM 60-2002)
- valore limite annuale: 40 µg/m3 (rif. DM 60-2002)

Monossido di carbonio – CO:

- valore limite sulle 8 ore: 10 mg/m3 come massimo giornaliero della media mobile 8 ore (rif. DM 60-2002)
- valore limite orario: 40 mg/m3 (rif. DPCM 28-03-1983)
- livello di attenzione orario: 15 mg/m3 (rif. DM 25-11-94, abrogato dal DM 60-2002)

Polveri Totali Sospese – PTS:

Tale inquinante non presenta più alcun valore limite di riferimento orario né giornaliero. Per poter comunque raffrontare tale inquinante rispetto ad un valore indicativo di legge, si ritiene consigliabile, in fase di prima valutazione, mantenere il riferimento rispetto al livello di attenzione di cui al DM 25-11-94 (abrogato dal DM 60-2002):

- livello di attenzione: 150 µg/m<sup>3</sup> come media giornaliera (rif. DM 25-11-1994, limite abrogato dal DM 60-2002)

- livello di allarme: 300 µg/m<sup>3</sup>

Polveri fini – PM10:

- valore limite giornaliero: 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte/anno civile (rif. DM 60- 2002). Secondo una specifica comunicazione del Ministero dell'Ambiente, il valore limite va considerato senza il margine di tolleranza (che deve essere utilizzato solo ai fini della zonizzazione). Da una comunicazione non ufficiale dello stesso Ministero risulta inoltre che si ha superamento quando la concentrazione è maggiore (e non maggiore e uguale) al valore limite di 50 µg/m<sup>3</sup> - valore limite annuale: 50 µg/m<sup>3</sup>.

- Valore limite annuale: 40 µg/m<sup>3</sup>

Ozono – O<sub>3</sub>:

- valore di attenzione: 180 µg/m<sup>3</sup> (massimo delle medie orarie), rif. DL 21-05-2004

- valore di allarme: 240 µg/m<sup>3</sup> (massimo delle medie orarie), rif. DL 21-05-2004

- valore bersaglio per la protezione della salute umana: 120 µg/m<sup>3</sup> (massima media mobile giornaliera su 8 ore)

Benzene:

- valore limite medio annuale per la protezione della salute umana: 5 µg/m<sup>3</sup> (rif. DM 60-2002).

Piombo - Pb:

- limite ambientale: 500 ng/m<sup>3</sup>, rif DM 60/2002;

- limite sanitario: 500 ng/m<sup>3</sup> (linee guida OMS 2000).

Idrocarburi:

- valori stabiliti dalla normativa italiana: il D.P.C.M. 28/3/1983 individua un valore di 200 µg/m<sup>3</sup> come "concentrazione media di tre ore consecutive da specificarsi secondo le zone" che deve essere adottato "soltanto nelle zone e nei periodi dell'anno nei quali si siano verificati superamenti significativi dello standard di qualità dell'aria per l'ozono".

Cadmio - Cd:

- limite ambientale: 5 ng/m<sup>3</sup> (proposta direttiva europea 2003/0164);

- limite sanitario: 5 ng/m<sup>3</sup> (linee guida OMS 2000).

### 3.2 RUMORE

#### 3.2.1 Generalità

Il controllo del rumore nelle aree interessate dal progetto si configura:

nella fase di monitoraggio ante operam (AO), come strumento di conoscenza dello stato attuale dell'ambiente finalizzato alla verifica degli attuali livelli di qualità, al rispetto dei limiti normativi e al controllo delle situazioni di eventuale degrado in corrispondenza di aree e punti relativi ai tracciati stradali, alle aree e alle viabilità di cantiere;

nella fase di corso d'opera (CO), come strumento operativo di controllo della dinamica degli indicatori di riferimento e dell'efficacia delle opere di mitigazione previste per il cantiere, sia in termini di azioni preventive che di azioni correttive;

nella fase di post operam (PO) come strumento di effettiva verifica delle prestazioni tecniche di progetto previste per le due sedi stradali, di accertamento del rispetto dei limiti normativi e di verifica degli effetti positivi sul rumore da traffico veicolare prodotti dall'esercizio delle nuove infrastrutture.

I criteri generali per la scelta delle aree e delle sezioni di monitoraggio si basano sull'individuazione di:

- aree attraversate dall'infrastruttura già ora "sofferenti";
- aree di massima interazione opera-ambiente, con particolare attenzione agli effetti sinergici determinati da differenti sorgenti di rumore presenti sul territorio;
- principali aree abitate direttamente esposte al rumore del cantiere;
- ricettori particolarmente vulnerabili (scuole, ospedali, case di cura, ecc.) posti in corrispondenza delle aree di cantiere o lungo le viabilità più impattate dal traffico di cantiere o dagli effetti indiretti dovuti alle interazioni col traffico urbano;
- aree attualmente silenziose per le quali può essere prevista una accentuata dinamica negativa degli indicatori.

La principale fase del monitoraggio della componente rumore può senza dubbio considerarsi quella di corso d'opera (CO), dato che proprio nelle fasi di realizzazione dell'opera si verificheranno differenti emissioni di rumore, di tipo continuo (impianti fissi, lavorazioni continue), discontinuo (montaggi, traffico mezzi di trasporto, lavorazioni discontinue) e puntuale. Le principali emissioni dirette e indirette di rumore derivanti dalle attività di corso d'opera (CO) sono attribuibili alle fasi sotto indicate:

- realizzazione del tracciato;
- esercizio dei cantieri;
- costruzione o adeguamento della viabilità di cantiere;
- movimentazione dei materiali di approvvigionamento ai cantieri;
- movimentazione dei materiali di risulta dalle aree di cantiere;
- attività dei mezzi d'opera nelle aree di deposito;
- esercizio delle aree di deposito.

Al fine di garantire uno svolgimento qualitativamente omogeneo delle misure, la ripetibilità delle stesse e la possibilità di creare un catalogo informatizzato aggiornabile ed integrabile nel tempo, è necessario che le misure vengano svolte con appropriate metodiche.

L'unificazione delle metodiche di monitoraggio e della strumentazione utilizzata per le misure è necessaria per consentire la confrontabilità dei rilievi svolti in tempi diversi, in differenti aree geografiche e ambienti emissivi.

Le metodiche di monitoraggio e la strumentazione impiegata considerano i riferimenti normativi nazionali e gli standard indicati in sede di unificazione nazionale (norme UNI) ed internazionale (Direttive CEE, norme ISO) e, in assenza di prescrizioni vincolanti, i riferimenti generalmente in uso nella pratica applicativa.

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.

### 3.2.2 Riferimenti Normativi

#### NORMATIVA NAZIONALE:

- 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".
- 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.M. Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".
- D.P.C.M. 31 marzo 1998 "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività di tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1 lettera b), e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8 della legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico".
- Legge 23 dicembre 1998, n. 448 "Misure di finanza pubblica per la stabilizzazione economica e lo sviluppo", art. 60
- D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'art. 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario".
- Legge 9 dicembre 1998, n. 426 "Nuovi interventi in campo ambientale", art. 4.
- D.M. Ambiente 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".
- D.P.R. 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".
- D.M. Ambiente 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".
- Comunicato relativo all'istituzione della commissione incaricata di valutare gli interventi di cui all'art. 4, comma 6, ed all'art. 5, comma 4 del decreto del Presidente della Repubblica 18 novembre 1998, n. 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'art. 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario".

- Comunicato relativo al decreto 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.
- Legge 31 luglio 2002, n. 179 “Disposizioni in materia ambientale”.
- 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 Legge 26 ottobre 1995, n. 447”.
- Testo Coordinato del Decreto-Legislativo 19 agosto 2005, n. 194 “Ripubblicazione del testo del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194 recante: «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale», corredato delle relative note. (Decreto legislativo pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 222 del 23 settembre 2005)”.

### 3.2.3 Finalità del monitoraggio

Il Piano di Monitoraggio Ambientale ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della realizzazione dell'opera e di valutare se tali variazioni sono imputabili alla costruzione della medesima o al suo futuro esercizio, così da ricercare le azioni correttive che possono ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni accettabili.

Per la componente specifica, il monitoraggio nella fase ante operam (AO) è finalizzato ai seguenti obiettivi:

- fornire un quadro completo, dal punto di vista delle emissioni acustiche, delle caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico prima dell'apertura del cantiere e della fase di esercizio dell'infrastruttura;
- procedere alla scelta degli indicatori ambientali che possano rappresentare nel modo più significativo possibile (per le opere principali e maggiormente impattanti per la componente in esame) la “situazione zero” a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti fonometrici in corso d'opera;
- consentire una rapida e semplice valutazione degli accertamenti effettuati, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali.

Le finalità del monitoraggio nella fase di corso d'opera sono le seguenti:

- documentare l'eventuale alterazione, dovuta allo svolgimento delle fasi di realizzazione dell'opera, dei parametri acustici rilevati nello stato ante operam;
- individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere delle modifiche alla pianificazione temporale delle attività del cantiere;
- valutare l'efficienza degli interventi di mitigazione previsti e verificare la necessità di ulteriori interventi a priori non prevedibili;
- verificare gli effettivi livelli acustici determinati (in maniera diretta e indiretta) Dal cantiere, anche in relazione ai valori richiesti e/o concessi in deroga.

Il monitoraggio della fase post operam è finalizzato ai seguenti aspetti:

- confrontare gli indicatori di riferimento acustici misurati in ante operam con quanto rilevato in corso di normale esercizio dell'opera (post operam), al fine di verificare l'effettivo impatto “positivo” determinato sul rumore da traffico urbano dalla realizzazione della nuova corsia;
- controllo ed efficacia degli interventi di mitigazione acustica realizzati.

A tale proposito, i rilevamenti che vengono effettuati consentono di quantificare anche l'efficacia delle opere di mitigazione realizzate e che sono state localizzate sulla base di quanto previsto nell'ambito dello studio acustico.

Il monitoraggio in corso d'opera viene previsto allo scopo di rilevare i livelli acustici dovuti alle lavorazioni effettuate nella fase di realizzazione della tratta in progetto e individuare eventuali situazioni critiche (superamento dei limiti normativi) che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere modifiche alla gestione delle attività di cantiere e/o di adeguare la conduzione dei lavori.

Il monitoraggio post operam viene previsto allo scopo di verificare gli impatti acustici intervenuti nella fase di esercizio dell'intervento in progetto.

L'impatto acustico della fase di cantiere ha caratteristiche di transitorietà, in alcun modo correlate all'inquinamento da rumore prodotto dalla futura infrastruttura. Nelle aree di cantiere sono inoltre presenti numerose sorgenti di rumore, che possono realizzare sinergie di emissione acustica, in corrispondenza del contemporaneo svolgimento di diverse tipologie lavorative.

### 3.2.4 Definizione degli indicatori e dei parametri di monitoraggio

La valutazione della rumorosità ambientale sarà effettuata rilevando il Livello Equivalente Continuo ponderato A espresso in decibel: Leq (A). Tale livello viene ormai universalmente considerato come quello maggiormente in grado di caratterizzare la valutazione del disturbo indotto dal rumore.

Il Livello Equivalente Continuo è infatti adottato nell'ambito della normativa italiana vigente, nelle raccomandazioni internazionali ISO n.1996 sui disturbi arrecati alle popolazioni, e nelle normative di vari paesi europei.

Dal punto di vista acustico il Leq costituisce un indice dell'effetto globale di disturbo dovuto ad una sequenza di rumore compresa entro un dato intervallo di tempo, consentendo in tal modo di valutare l'energia totale accettata dal soggetto.

Il Livello Equivalente Continuo è definito attraverso la seguente relazione:

dove:

Leq = Livello di pressione acustica equivalente ponderato A, in decibel, determinato per un intervallo di tempo T che inizia all'istante t1 e termina all'istante t2;

Pa = Pressione acustica efficace del segnale, ponderata secondo il filtro A;

Po = Pressione acustica di riferimento pari a 20 microPascal.

Allo scopo di definire con maggior dettaglio la situazione acustica delle aree di indagine e valutare la variabilità del rumore, si ritiene opportuno inserire il rilevamento dei livelli statistici L1, L5, L50, L95 e L99 che rappresentano, rispettivamente, degli indici dei valori di picco e dei valori della rumorosità di fondo.

- L1 Livello di rumore superato per l'1% del tempo;
- L10 Livello di rumore superato per il 10% del tempo;
- L50 Livello di rumore superato per il 50% del tempo;
- L95 Livello di rumore superato per il 95% del tempo;
- L99 Livello di rumore superato per il 99% del tempo.

Nel corso delle rilevazioni fonometriche sarà inoltre opportuno rilevare altri livelli sonori rappresentativi delle caratteristiche del clima acustico dei bacini di indagine, vale a dire:

- Lmin Livello minimo RMS misurato nell'intervallo di tempo;
- Lmax Livello massimo RMS misurato nell'intervallo di tempo.

## 3.3 VIBRAZIONI

### 3.3.1 Generalità

Il monitoraggio delle vibrazioni ha lo scopo di definire i livelli attuali di vibrazione determinati dalle sorgenti in essere, le condizioni di criticità e la compatibilità con gli standard di riferimento in corrispondenza di un campione rappresentativo di ricettori e di seguirne l'evoluzione durante la fase di costruzione in prossimità di ricettori particolarmente sensibili.

Queste verifiche riguardano in generale gli effetti di "annoyance" sulla popolazione e non possono direttamente ricondursi a finalità di accertamento dello stato di conservazione strutturale dei fabbricati e dei monumenti (pur risultando, comunque, in un certo qual modo indirettamente utili anche a tali fini).

Nel caso specifico, il monitoraggio è limitato alle sole strutture residenziali e produttive in quanto si ritiene che l'entità delle vibrazioni prodotte sia nel corso della fase di esercizio dai mezzi di trasporto, sia nel corso della fase di cantiere dalle macchine operatrici possano considerarsi di entità tale da non provocare danni ad eventuali infrastrutture (oledotti, acquedotti, ecc.) che interferiscono con l'opera oggetto del monitoraggio.

Il monitoraggio ante operam delle vibrazioni ha lo scopo primario di fornire una base di conoscenza dei livelli di vibrazione in un insieme di aree che saranno interessate dalle attività di costruzione dell'infrastruttura stradale.

Il progetto di monitoraggio individua i seguenti ambiti di intervento:

- caratterizzazione dei livelli di fondo ambientale nelle aree più significative, attualmente non interessate o scarsamente interessate da sorgenti di vibrazioni, al fine del confronto ante operam/corso d'opera

• caratterizzazione dei livelli ante operam in corrispondenza di punti particolarmente sensibili o prossimi a sorgenti di emissione già operanti (rilevanze architettoniche, storico-culturali, ricettori prossimi a viadotti dotati di giunti, prossimi alla linea FS, prossimi a scavi di gallerie, etc.), al fine del confronto ante operam/corso d'opera.

Il monitoraggio ante operam ha inoltre lo scopo di acquisire le informazioni di base sui ricettori potenzialmente esposti alle vibrazioni e di caratterizzare la vulnerabilità dei manufatti: gli edifici vengono tipizzati ai sensi della UNI 9916 "*Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici*" che richiede l'identificazione della categoria di struttura, della classe di fondazione e, infine, del tipo di terreno.

Il monitoraggio delle vibrazioni in corso d'opera ha tre finalità:

- documentare la variazione dei livelli di vibrazione rispetto all'ante operam
- verificare il rispetto dei limiti normativi
- svolgere una azione preventiva e di controllo nei casi di superamento degli standard.

La movimentazione dei materiali di approvvigionamento o di risulta lungo la viabilità di cantiere comporta una emissione di vibrazioni che può risultare significativa solo se localizzata in corrispondenza di edifici residenziali ad elevata densità abitativa e solo se effettuata con mezzi pesanti di dimensioni e caratteristiche non standard.

### 3.3.2 Riferimenti Normativi

Nell'ambito della redazione del presente progetto di monitoraggio della componente vibrazioni si è fatto riferimento alle normative di seguito indicate:

- Normativa ISO 4866 – Vibrazioni di edifici – Guida per la misura di vibrazioni e valutazione dei loro effetti sugli edifici;
- Normativa ISO 2631-2 – Valutazione dell'esposizione degli individui alle vibrazioni globali del corpo;
- Normativa DIN 4150 – Norma internazionale che permette di valutare gli effetti delle vibrazioni sugli edifici;
- Normativa nazionale di riferimento, in accordo alle Normative Internazionali ISO;
- Norma UNI 9614 del 1990 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sulla popolazione", che è in parziale accordo con i contenuti delle citate norme internazionali: ISO 2631/1 e ISO 2631/2;
- Norma UNI 9916 del 1991 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici", che è in sostanziale accordo con i contenuti delle citate norme internazionali: ISO 4866, DIN 4150/3, BS 6472.

#### La Norma UNI 9614

Ancora oggi non esiste, sia a livello nazionale sia a livello europeo, una normativa esaustiva con valore legislativo che stabilisca i valori limite di vibrazione a cui fare riferimento. Infatti lo studio delle vibrazioni è una disciplina complessa che richiede lo studio della caratterizzazione del fenomeno meccanico e della sua propagazione; a questa caratterizzazione si aggiungono inoltre problematiche strutturali non ancora completamente note.

Dal punto di vista sanitario la comunità scientifica non ha ancora completato gli studi sugli effetti prodotti da fenomeni vibratorii.

Le norme tecniche di riferimento sono le DIN 4150 (tedesca) e la UNI 9614 che definiscono:

- a) i tipi di vibrazioni;
- b) i tipi di locali o edifici;
- c) i periodi di riferimento;
- d) i limiti che costituiscono il disturbo;
- e) il metodo di misura delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne agli edifici stessi.

#### a) Tipi di vibrazioni

Le vibrazioni immesse in un edificio si considerano:

- di livello costante: quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s) varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB;
- di livello non costante: quando il livello suddetto varia in un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB;
- impulsive: quando sono originate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

La direzione lungo le quali si propagano le vibrazioni sono riferite alla postura assunta dal soggetto esposto. Gli assi vengono così definiti :

- asse z passante per il coccige e la testa,
- asse x passante per la schiena ed il petto,
- asse y passante per le due spalle.

La direzione della verticale coincide con l'asse z per un soggetto in piedi o seduto con l'asse x per un soggetto disteso.

b) Tipi di locali o edifici

I locali o gli edifici in cui sono immesse le vibrazioni sono classificati a seconda della loro destinazione d'uso in: aree critiche, abitazioni, uffici, fabbriche.

c) Periodi di riferimento

La giornata è suddivisa in due periodi di tempo:

- diurno, dalle ore 7.00 alle ore 22.00;
- notturno, dalle ore 22.00 alle ore 7.00.

d) Limiti che costituiscono il disturbo

Per la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante, i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, corrispondenti ai più elevati riscontrati sui tre assi, possono essere confrontati con i limiti riportati nelle tabelle seguenti; tali limiti sono espressi mediante l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza  $a(w)$  e del suo corrispondente livello  $L(w)$ .

Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza per l'asse z

Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza per l'asse x e y

Quando i valori dei livelli delle vibrazioni in esame superano i limiti, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto. Il giudizio sull'accettabilità (tollerabilità) del disturbo oggettivamente riscontrata dovrà ovviamente tenere conto di fattori quali la frequenza con cui si verifica il fenomeno vibratorio, la sua durata, ecc..

e) Le misure

Le vibrazioni di livello costante vanno caratterizzate misurando il valore efficace (r.m.s.) dell'accelerazione o il corrispondente livello; il valore dell'accelerazione è espresso in  $m/s^2$  ed il livello dell'accelerazione in dB. Il livello dell'accelerazione (L) è definito dalla relazione:

$$L = 20 \log(a/a(o))$$

dove:

a è il valore efficace dell'accelerazione,

a(o) è il valore efficace dell'accelerazione di riferimento.

Gli effetti delle vibrazioni ponderate in frequenza sono cumulativi pur cui va impiegato un metodo di misura basato sulla valutazione complessiva delle accelerazioni nell'intervallo 1-80 Hz. Dato che gli effetti prodotti dalle vibrazioni sono differenti a seconda della frequenza delle accelerazioni, vanno impiegati dei filtri che ponderano le accelerazioni a seconda dei loro effetti sul soggetto esposto. Tali filtri rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo.

Il filtro per le accelerazioni che si trasmettono secondo l'asse z prevede una attenuazione di 3 dB per ottava tra 1 e 4 Hz, una attenuazione nulla tra 4 e 8 Hz ed un'attenuazione di 6 dB per ottava tra 8 e 80 Hz.

### 3.3.3 Finalità del monitoraggio

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale della componente "Vibrazioni", come accennato ha lo scopo di fornire le tecniche e gli strumenti per lo studio e il monitoraggio del fenomeno nelle fasi di ante- operam, corso d'opera, post operam.

Nell'ambito di tali fasi operative si procederà, rispettivamente, alla rilevazione dei livelli vibrazionali attuali (assunti come "stato o condizione di bianco" di riferimento) e alla misurazione degli effetti prodotti, nella fase di realizzazione dell'opera, delle attività di cantiere e dall'entrata in esercizio delle linee.

Più in dettaglio, il monitoraggio della fase ante-operam è finalizzato ai seguenti obiettivi:

- testimoniare lo stato dei luoghi e le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti precedentemente all'apertura del cantiere ed all'esercizio dell'infrastruttura di progetto;

- quantificare lo scenario degli indicatori ambientali tali da rappresentare, per le posizioni più significative, la “condizione di bianco” a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti, atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera;

- consentire un agevole valutazione dei risultati degli accertamenti effettuati, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali ed orientare opportunamente gli eventuali interventi di mitigazione o le azioni correttive in corso d'opera.

Le finalità del monitoraggio della fase di corso d'opera sono le seguenti:

- documentare l'eventuale alterazione dei livelli vibrazionali rilevati nello stato ante-operam dovuta allo svolgimento delle fasi di realizzazione dell'infrastruttura di progetto;

- individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere delle modifiche alla gestione delle attività delle cantiere e/o al fine di realizzare degli adeguati interventi di mitigazione, di tipo temporaneo;

- verificare che sia garantito il rispetto dei vincoli previsti dalle normative vigenti nazionali e comunitarie in corso d'opera.

Le finalità del monitoraggio della fase di post operam saranno invece finalizzate all'accertamento del rispetto dei livelli di accelerazione previsti in fase di progetto e dei limiti normativi.

### 3.3.4 Definizione degli indicatori e dei parametri di monitoraggio

Per disturbo da vibrazione all'interno di edifici, nelle normative specifiche sull'argomento, si intende solo quello conseguente alle sollecitazioni generate nel corpo umano, nelle tre principali direzioni, dalle vibrazioni delle strutture sulle quali il corpo poggia. Non viene considerato pertanto disturbo da vibrazione la vibrazione acustica che generalmente viene prodotta dalle vibrazioni delle strutture dell'edificio all'interno degli ambienti dello stesso.

Dai dati reperibili in letteratura, e dall'esame delle varie normative e progetti di normativa, si evince che l'accelerazione efficace misurata in  $m/s^2$  è il parametro più estesamente impiegato; esso, che rappresenta il valore RMS dei valori assunti dalla accelerazione durante il tempo di una oscillazione, si ottiene numericamente dividendo l'ampiezza della accelerazione per la radice quadrata di due.

L'importanza di tale grandezza è anche dovuta al fatto che essa è proporzionale al contenuto energetico della vibrazione.

Il parametro risulta preferibile alla “velocità efficace” od allo “spostamento efficace” anche perché direttamente misurabile con un accelerometro, e perché la sensibilità del corpo umano è correlata alle accelerazioni.

L'accelerazione efficace viene espressa anche mediante il suo Livello di accelerazione  $L_a$  in dB derivato dalla  $L_a = 20 \log (a/a_0)$ .

Il Progettista incaricato

