

**PROVINCIA DI PISA**

**VIABILITA' NORD DI PISA**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**Lotto 3-5**

**Aggiornamento del 30 giugno 2020**

**Piano di monitoraggio ambientale per le componenti atmosfera e acustica**

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE - PIANO DI MONITORAGGIO ATMOSFERA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DELLE AREE INTERESSATE E DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>MONITORAGGIO POLVERI (PM10, PM2.5).....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>MONITORAGGIO INQUINANTI GASSOSI (NO2, NOX, CO) .....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>STRUMENTAZIONE .....</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>ARTICOLAZIONE TEMPORALE.....</b>	<b>7</b>
6.1	FASI DEL MONITORAGGIO .....	8
6.2	FREQUENZA DELLE MISURE .....	8
<b>7</b>	<b>RISULTATI DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>8</b>
<b>8</b>	<b>VALUTAZIONE DEI COSTI DEL PIANO DI MONITORAGGIO ATMOSFERA.....</b>	<b>9</b>
<b>9</b>	<b>PIANO DI MONITORAGGIO ACUSTICO .....</b>	<b>9</b>
9.1	FINALITÀ E OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO.....	10
9.1.1	<i>Flessibilità del PMA.....</i>	10
9.1.2	<i>Rapporto con la progettazione esecutiva dei cantieri.....</i>	11
9.1.3	<i>Monitoraggio con finalità gestionali.....</i>	11
9.2	CENNI SULLA NORMATIVA RELATIVA AL MONITORAGGIO DI ATTIVITÀ TEMPORANEE E DI CANTIERE .....	11
9.3	PIANO DI MONITORAGGIO PER LE FASI ANTE E POST OPERAM .....	11
9.4	PROGETTAZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO ACUSTICO PER LA FASE DI CANTIERE .....	13
9.4.1	<i>Tipologia di monitoraggio.....</i>	14
9.4.1.1	Metodica M1 – misure spot di durata oraria o inferiore .....	15
9.4.1.2	Metodica M2 – misure di 24 ore con postazione semi-fissa.....	15
9.4.1.3	Metodica M3 – misure settimanali con postazione fissa .....	16
9.4.1.4	Metodica M4 - verifica del limite differenziale in ambiente abitativo .....	16
9.4.2	<i>Individuazione dei punti di monitoraggio .....</i>	16
9.4.3	<i>Definizione e gestione delle anomalie .....</i>	19
9.5	VALUTAZIONE DEI COSTI DEL PIANO DI MONITORAGGIO ACUSTICO .....	20

## 1 INTRODUZIONE - PIANO DI MONITORAGGIO ATMOSFERA

La realizzazione di un'opera stradale come quella in progetto implica la necessità di garantire l'armonizzazione della stessa con l'ambiente ed il territorio interessato, utilizzando tutte le soluzioni tecnico-progettuali, anche di notevole impegno, che rendano possibile il conseguimento di tale obiettivo.

A tale scopo è stato predisposto per la componente Atmosfera un Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), che, attraverso la restituzione di dati continuamente aggiornati, fornisca indicazioni sui trend evolutivi e consenta la misura dello stato complessivo della componente e del verificarsi di eventuali impatti non previsti nella fase di progettazione dell'opera. Tale piano dovrà essere concertato con le Amministrazioni competenti,

L'obiettivo fondamentale del PMA per la componente Atmosfera è quello di correlare gli stati ante-operam, corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale e di rilevare prontamente e correggere eventuali situazioni non previste di criticità ambientale.

Il PMA Atmosfera si sviluppa secondo le fasi temporali seguenti:

- *Monitoraggio ante-operam*, che si conclude prima dell'inizio di attività interferenti con la componente ambientale;
- *Monitoraggio in corso d'opera*, che comprende tutto il periodo di realizzazione, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento e al ripristino dei siti;
- *Monitoraggio post-operam*, comprendente le fasi di pre-esercizio ed esercizio.

Le attività di monitoraggio andranno strettamente coordinate con ARPA Toscana, che dispone di dati ambientali, sia recenti sia di serie storica, e gestisce la rete di monitoraggio della qualità dell'aria. Il coordinamento è finalizzato principalmente a evitare l'eccesso di dati raccolti da più soggetti con spreco di risorse e ottimizzare gli obiettivi e le priorità di monitoraggio ambientale.

Allo stato attuale il quadro relativo alla qualità dell'aria nell'area interessata dall'intervento può essere descritto a partire dai dati della rete di rilevamento provinciale, organizzati da ARPA Toscana nel rapporto annuale sulla qualità dell'aria relativamente al Comune di Pisa.

Con riferimento all'annualità 2017, si riporta nel seguito la mappa con l'ubicazione delle stazioni di Passi e Borghetto e la relativa tabella degli inquinanti monitorati.

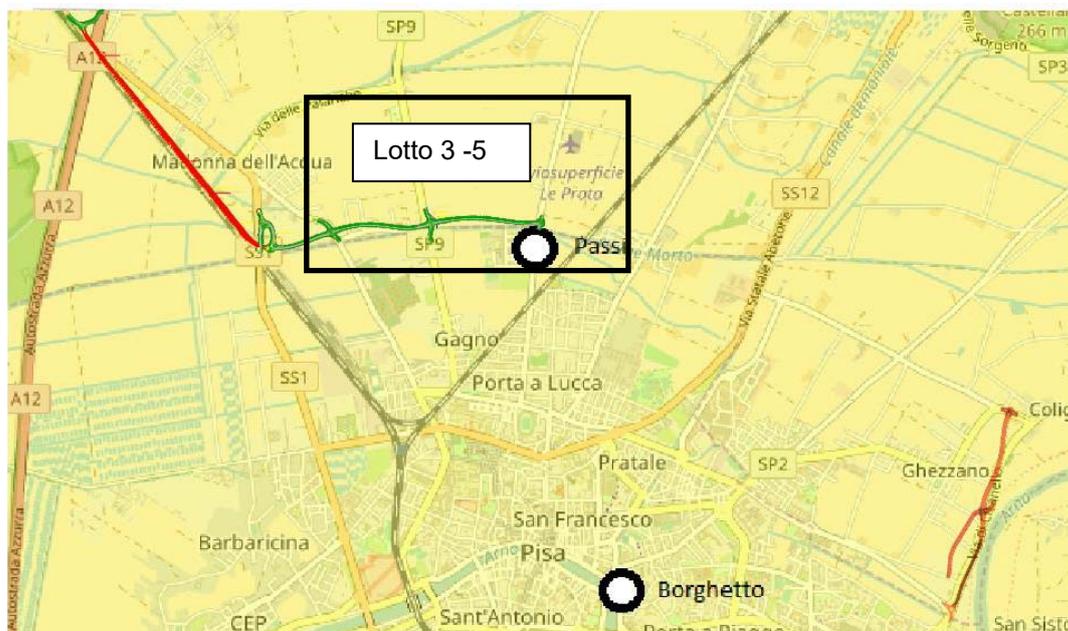


Figura 1: Mappa con ubicazione delle stazioni di Passi e Borghetto (2017 - Fonte: ARPAT)

La stazione di Passi è situata nei pressi del futuro asse stradale (nodo 5), ed è classificata per il rilevamento dell'inquinamento di fondo urbano. Tale tipologia è quella che meglio rappresenta i livelli di esposizione della generalità della popolazione.

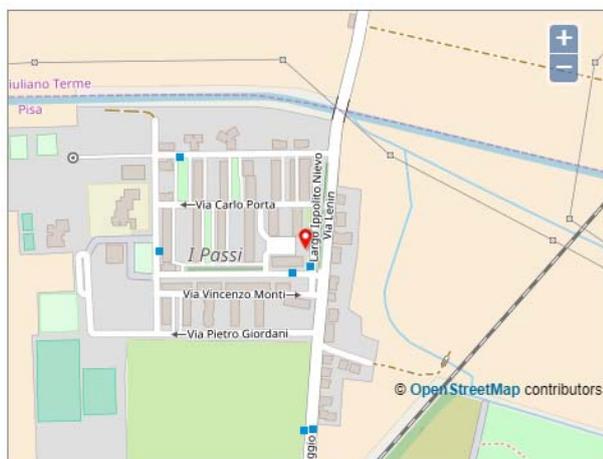


Figura 2: Stazione di Passi – Urbana di fondo (Fonte: ARPAT)

La stazione di Borghetto è collocata in area a forte componente emissiva da traffico nel centro urbano di Pisa.

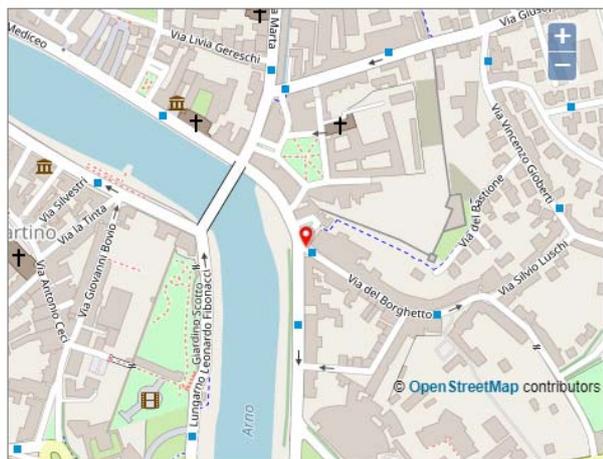


Figura 3: Stazione di Borghetto - Urbana traffico (Fonte: ARPAT)

Tabella 1 Stazioni di Passi e Borghetto. Rete regionale delle stazioni di misura degli inquinanti indicata nell'allegato C della Delibera n.964 del 12 ottobre 2015

Zonizzazione territorio Regione Toscana rel.inq. All V	Class.		Provincia	Comune	Nome stazione	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub> o H <sub>2</sub> S	CO	Benzene	IPA	As	Ni	Cd	Pb	O <sub>3</sub>	Class.	Zonizzazione territorio Regione Toscana O <sub>3</sub>
	Zona	Stazione																	
U	F	PI	Pisa	PI-Passi	X	X	X											X	S
U	T	PI	Pisa	PI-Borghetto	X	X	X		X										

Fonte: ARPAT

## 2 IDENTIFICAZIONE DELLE AREE INTERESSATE E DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Le aree di interesse sono state identificate con criteri differenti a seconda della fase di riferimento (Ante/Post Operam o Corso d'Opera).

In linea generale, le sorgenti d'inquinamento atmosferico dovute alla cantierizzazione ed all'esercizio dell'opera sono riconducibili, in via prioritaria, alle seguenti tipologie:

- cantieri fissi (ospitanti impianti o lavorazioni che comportino emissioni significative);
- fronte di avanzamento lavori;
- piste e viabilità di cantiere;
- esercizio dell'infrastruttura.

I punti di monitoraggio saranno pertanto posizionati in corrispondenza dei recettori civili ubicati in prossimità delle aree operative (cantieri operativi e fronte di avanzamento lavori) o lungo le strade interessate dai transiti dei mezzi di cantiere, nonché presso i recettori in adiacenza all'opera in costruzione.

I criteri per la selezione dei recettori da monitorare sono i seguenti:

- dimensione e sensibilità del recettore (inteso come numero delle persone presenti potenzialmente esposte al fattore e tipo di insediamento (ospedali, scuole, ecc.);
- distanza del recettore dalle fonti di pressione (di realizzazione e di esercizio dell'opera);

Gli inquinanti più significativi che si ritiene di dovere monitorare nelle differenti fasi temporali sono i seguenti:

Tipo	Inquinante	AO	CO	PO
Gas	Biossido di Azoto (NO <sub>2</sub> )	X		X
Gas	Ossidi di Azoto (NO <sub>x</sub> )	X		X
Gas	Monossido di carbonio (CO)	X		X
Polveri	PM <sub>2.5</sub>	X	X	X
Polveri	PM <sub>10</sub>	X	X	X

I punti di monitoraggio specifici andranno individuati sulla base dei criteri precedentemente illustrati e delle indicazioni degli Enti di controllo (ARPA Toscana).

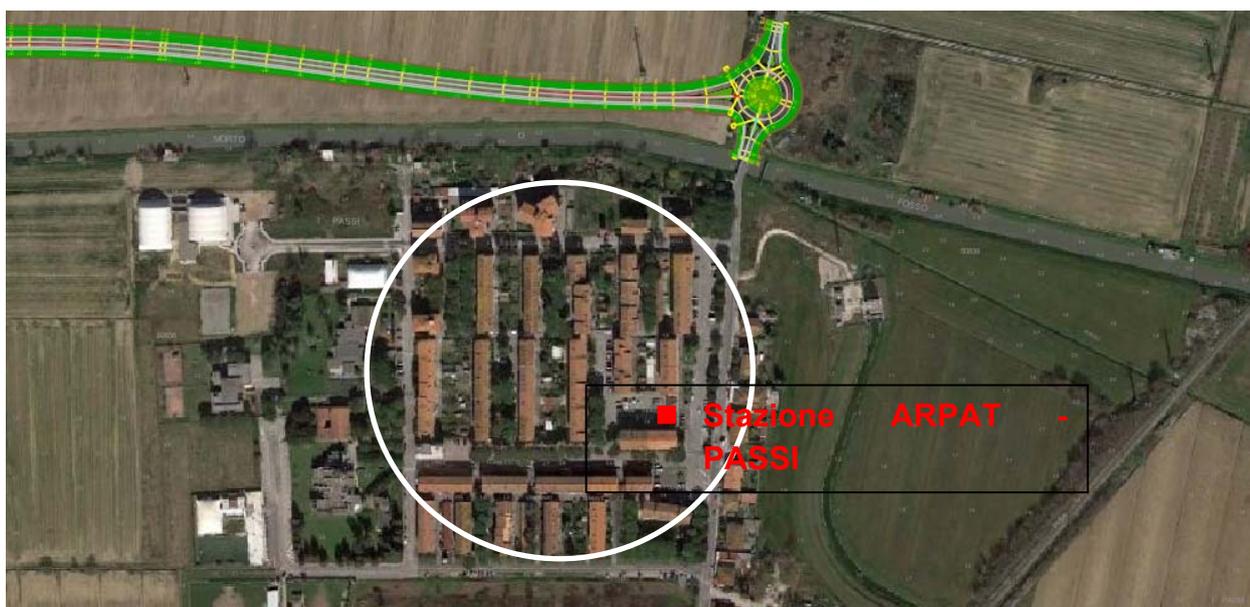
Le aree giudicate potenzialmente più esposte alle fasi dell'opera in progetto è illustrata di seguito.

Nodo	Area di monitoraggio della qualità dell'aria	Fase (AO-CO-PO)	Tipologia recettori
3 - 4	Area residenziale prossime all'infrastruttura stradale in progetto. Via P. Sarpi Madonna dell'Acqua	CO	Residenziale
5	Aree residenziali prossime all'infrastruttura stradale in progetto. Zona I Passi, Pisa	AO - CO - PO	Residenziale

Nodo	Area di monitoraggio della qualità dell'aria	Fase (AO-CO-PO)	Tipologia recettori
3-4	Area residenziale prossime all'infrastruttura stradale in progetto. Via P. Sarpi Madonna dell'Acqua	CO	Residenziale



Nodo	Area di monitoraggio della qualità dell'aria	Fase (AO-CO-PO)	Tipologia recettori
5	Aree residenziali prossime all'infrastruttura stradale in progetto. Zona I Passi, Pisa - Stazione ARPAT	AO - CO - PO	Residenziale



### 3 MONITORAGGIO POLVERI (PM10, PM2.5)

Per il monitoraggio delle polveri PM10 e PM2.5 in fase di Corso d'Opera è previsto l'utilizzo di campionatori sequenziali di tipo gravimetrico. Per i rilievi di PM10 e PM2.5 in fase CO si prevede una durata di 7 giorni, nel corso delle fasi di cantiere maggiormente impattanti.

In fase AO e PO, il periodo di esposizione per ciascuna campagna di misura è invece di 1 mese, con una percentuale di dati validi pari almeno al 90%.

### 4 MONITORAGGIO INQUINANTI GASSOSI (NO2, NOX, CO)

Il monitoraggio degli inquinanti viene effettuato mediante una stazione mobile di rilevamento della qualità dell'aria dotata di sensori per la misura degli inquinanti gassosi. Gli analizzatori automatici devono rispondere alle caratteristiche previste dalla legislazione vigente (Dlgs 155/10)

Il periodo di esposizione per ciascuna campagna di misura è di 1 mese, con una percentuale di dati validi pari almeno al 90%.

### 5 STRUMENTAZIONE

La norma quadro in materia di controllo dell'inquinamento atmosferico è rappresentata dal Decreto Legislativo n. 155/2010. L'allegato VI del decreto contiene i metodi di riferimento per la determinazione degli inquinanti.

#### PM10

Norma tecnica di riferimento: UNI EN 12341:2014 "Aria ambiente - Metodo gravimetrico di riferimento per la determinazione della concentrazione in massa di particolato sospeso PM10 o PM2,5".

Principio di misura: gravimetria, assorbimento radiazione  $\beta$

Modalità di funzionamento: il metodo di riferimento per la determinazione del materiale particolato PM10 si basa sulla raccolta della "frazione PM10" su apposito filtro e successiva determinazione della sua massa per via gravimetrica, in laboratorio, dopo che è avvenuto il condizionamento del filtro in condizioni controllate di temperatura ( $20^{\circ} \text{C} \pm 1$ ) e di umidità ( $50 \pm 5\%$ ). Oltre al metodo di riferimento, ci sono i metodi equivalenti per la misura del PM10 (ad esempio strumentazione automatica che sfrutta il principio dell'assorbimento della radiazione  $\beta$  da parte della polvere campionata). La determinazione del particolato fine in atmosfera (PM10) viene eseguito mediante diversi tipi di strumenti, di seguito descritti:

Campionatori di PM10

Questi strumenti sono costituiti da una pompa che aspira l'aria ambiente attraverso una testa di prelievo, la cui geometria è stata normata a livello internazionale ed è in grado di selezionare le polveri con diametro aerodinamico inferiore ai  $10 \mu\text{m}$  con una efficienza del 50%.

La componente del particolato selezionata dalla testa viene quindi fatta passare attraverso una membrana filtrante di opportuna porosità e costituita da diversi materiali (quarzo, fibra di vetro, teflon, esteri di cellulosa, ecc.) dipendentemente dal tipo di analisi richiesta sul filtro.

La membrana viene poi pesata in laboratorio e per differenza con la tara (filtro bianco) si ha la massa del particolato.

Il campionatore contiene anche un contatore volumetrico in grado di registrare il volume di aria aspirata, corretto in modo continuo mediante vari sensori di temperatura e pressione interni ed esterni, per ricondurlo alle condizioni ambientali.

Dalla conoscenza quindi del volume di aria campionata e della massa del particolato si calcola la concentrazione di PM10 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Analizzatori di PM10

Questi strumenti, analogamente ai campionatori, registrano un volume di aria passato attraverso una membrana filtrante. Sono però anche in grado di determinare la massa del particolato, sfruttando il principio dell'attenuazione dei raggi beta emessi da una piccola sorgente radioattiva.

Questi analizzatori possono avere un sistema di campionamento basato su filtri singoli (come i campionatori) oppure avere un nastro che scorre ad intervalli di tempo selezionabili e regolari, sui cui "tratti" viene depositato il particolato.

Unendo i dati di volume e quelli di massa, tali strumenti forniscono direttamente il valore di concentrazione di PM10.

### PM2,5

Norma tecnica di riferimento: Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione è descritto nella norma UNI EN 12341:2014 "Aria ambiente - Metodo gravimetrico di riferimento per la determinazione della concentrazione in massa di particolato sospeso PM10 o PM2,5".

Principio di misura: gravimetria, assorbimento radiazione  $\beta$ .

Modalità di funzionamento: il metodo di riferimento per la determinazione del materiale particolato PM2.5 si basa sulla raccolta della "frazione PM2.5" su apposito filtro e successiva determinazione della sua massa per via gravimetrica, in laboratorio, dopo che è avvenuto il condizionamento del filtro in condizioni controllate di temperatura ( $20^{\circ} \text{C} \pm 1$ ) e di umidità ( $50 \pm 5\%$ ). Oltre al metodo di riferimento, ci sono i metodi equivalenti per la misura del PM2.5 (ad esempio strumentazione automatica che sfrutta il principio dell'assorbimento della radiazione  $\beta$  da parte della polvere campionata). La determinazione del particolato fine in atmosfera (PM2.5) viene eseguito mediante diversi tipi di strumenti: campionatori gravimetrici o analizzatori automatici.

### CO

Norma tecnica di riferimento: UNI EN 14626:2012 "Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva".

Principio di misura: Assorbimento I.R.

Modalità di funzionamento: Gli analizzatori di CO operano secondo il principio dell'assorbimento IR in accordo alla legge di Lambert-Beer; sfruttando un massimo di assorbimento del CO a  $4.67 \mu\text{m}$ .

Alla medesima lunghezza d'onda assorbono anche composti assai comuni come l'acqua e l'anidride carbonica. Per eliminare tali interferenze, viene impiegato un dispositivo chiamato "Ruota di correlazione", costituito da una ruota divisa in due mezzelune: una contiene azoto e l'altra una miscela di CO in azoto a concentrazione nota.

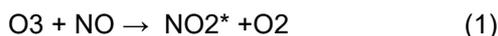
Nella camera di misura, facendo girare tale ruota con una certa frequenza, i raggi IR passano alternativamente nelle due mezzelune arrivando poi al detector. Dalla differenza dei segnali e la successiva elaborazione si ottiene quindi la sola misura del CO, eliminando le interferenze e consentendo inoltre una elevata sensibilità.

### NO - NO2 - NOx

Norma tecnica di riferimento: UNI EN 14211:2012 "Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza

Principio di misura: chemiluminescenza

Modalità di funzionamento: in questo analizzatore si sfrutta la reazione di chemiluminescenza tra l'NO e l'ozono:



Nella camera di misura entrano contemporaneamente l'aria ambiente ed un flusso di ozono generato a parte dall'analizzatore. Ozono e monossido di azoto reagiscono istantaneamente per produrre  $\text{NO}_2^*$  eccitato (1), che successivamente torna nel suo stato fondamentale (2) emettendo una radiazione elettromagnetica nella regione dell'UV (chemiluminescenza).

La radiazione emessa per chemiluminescenza è correlata con la concentrazione di NO e viene quindi registrata da un detector.

Per poter misurare anche  $\text{NO}_2$ , l'aria campione, prima di giungere in camera di misura, viene alternativamente fatta passare attraverso un convertitore catalitico in grado di ridurre l' $\text{NO}_2$  presente in NO. In questo modo si ottiene in camera di misura la concentrazione totale degli ossidi di azoto,  $\text{NO}_x$ . Dalla differenza tra gli ossidi totali e il solo NO si ottiene infine la misura di  $\text{NO}_2$ .

## **6 ARTICOLAZIONE TEMPORALE**

Per quanto riguarda l'articolazione temporale dei rilievi è necessario riferirsi, non solo alle lavorazioni e al tipo di opera da monitorare, ma anche alla variabilità stagionale della componente in esame ed alla tipologia di inquinante per la cui misura sono necessari periodi di esposizione diversi.

## 6.1 Fasi del monitoraggio

In generale si prevedono di eseguire rilievi organizzati nelle tre fasi di ante operam, corso d'opera e post operam, che avranno la seguente durata:

- fase AO: 1 anno;
- fase CO: durata effettiva delle lavorazioni previste;
- fase PO: 1 anno.

## 6.2 Frequenza delle misure

In relazione alle fasi di monitoraggio individuate, si riportano di seguito le frequenze di rilievo:

- fase AO: 2 campagne di misura (estate/inverno) in modo da poter valutare la variabilità stagionale delle concentrazioni degli inquinanti aerodispersi legate alla variazione stagionale delle condizioni meteorologiche ed in particolare di stabilità atmosferica;
- fase CO: l'attività sarà condotta per tutto il periodo di costruzione dell'infrastruttura con periodicità variabile in funzione del cronoprogramma delle attività. In particolare, la programmazione dei monitoraggi avverrà sulla base dei seguenti criteri generali:
  - localizzazione dei cantieri;
  - recettori sensibili;
  - cronoprogramma delle fasi/lavorazioni del cantiere;
  - viabilità di cantiere interessata.
- fase PO: 2 campagne di misura (estate/inverno) in modo da poter valutare la variabilità stagionale delle concentrazioni degli inquinanti aerodispersi legate alla variazione stagionale delle condizioni meteorologiche ed in particolare di stabilità atmosferica.

Come indicato in precedenza, il "periodo di esposizione" dei parametri monitorati in fase di AO e PO è di un mese per ciascuna campagna. La durata complessiva del monitoraggio pari a 2 mesi (1 estivo/1 invernale) garantisce la copertura minima del 14% sull'anno civile prevista per le misure indicative di cui al Dlgs 155/10.

Per la fase CO il "periodo di esposizione" indicativo è di 7 giorni per ciascuna campagna. Non essendo possibile, in questa fase, conoscere l'esatta distribuzione delle lavorazioni (sia dal punto di vista temporale che dal punto di vista spaziale), si può ipotizzare, a titolo puramente indicativo, 1 anno di CO in corrispondenza di ciascun punto di monitoraggio con campagne a cadenza trimestrale (l'anno di riferimento sul singolo punto sarà scelto in funzione della vicinanza dei lavori al punto stesso).

Per una corretta organizzazione del monitoraggio in CO, è dunque fondamentale conoscere i cronoprogrammi delle attività di cantiere, sulla base dei quali programmare le misure.

## 7 RISULTATI DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

Nel corso del monitoraggio dovranno essere rese disponibili le seguenti evidenze:

- Schede di misura;
- Relazioni di fase AO;
- Relazioni di fase CO;
- Relazioni di fase PO.

### Schede di misura

E' prevista la compilazione della scheda di misura con gli esiti dei campionamenti in situ e delle analisi di laboratorio.

### Relazione di fase AO

Al fine di illustrare i risultati delle attività preliminari di acquisizione dati, dei sopralluoghi effettuati, delle campagne di misura compiute e delle elaborazioni sui dati, sarà redatta una relazione di fase di AO.

### Relazioni di fase CO

Al fine di restituire una sintesi dei dati acquisiti nella fase di CO, saranno redatte relazioni e/o bollettini con frequenza trimestrale.

### Relazione di fase PO

Nella fase di PO, dedicata al monitoraggio della fase di esercizio dell'infrastruttura, dovranno essere forniti una sintesi dei dati acquisiti in tutti i punti di monitoraggio.

### Eventuali segnalazioni di anomalia

Nel caso di situazioni anomale dovrà esserne data tempestiva segnalazione al Committente e all'Ente di controllo tramite un report che dovrà comprendere tutte le indicazioni riportate precedentemente.

## 8 VALUTAZIONE DEI COSTI DEL PIANO DI MONITORAGGIO ATMOSFERA

Il piano di monitoraggio per la componente atmosfera sopra illustrato prevede una serie di rilievi sperimentali, il cui costo specifico (IVA di legge esclusa) può essere preliminarmente stimato come segue.

Singolo rilievo mensile in postazione non presidiata con mezzo mobile attrezzato	€	12.500,00
Singolo rilievo settimanale di PM10 in postazione semiautomatica	€	3.000,00

Sulla base di tali costi e tenuto conto delle fasi di intervento per le quali risulta necessario prevedere i rilievi sperimentali, è possibile valutare preliminarmente i costi complessivi (sempre IVA di legge esclusa) per ciascuna fase progettuale (ante operam, fase di cantiere, post operam) come segue:

Fase ante operam AO n° 2 rilievi mensili (inverno/estate) con mezzo mobile	€	25.000,00
<b>TOTALE €</b>		<b>25.000,00</b>
Fase post operam PO n° 2 rilievi mensili (inverno/estate) con mezzo mobile	€	25.000,00
<b>TOTALE €</b>		<b>25.000,00</b>
Fase di cantiere CO n° 5 rilievi settimanali di PM10	€	15.000,00(*)
<b>TOTALE €</b>		<b>15.000,00</b>

(\*) costo distribuito sull'intera durata della realizzazione del progetto, come da cronoprogramma.

## 9 PIANO DI MONITORAGGIO ACUSTICO

Il presente capitolo illustra il piano di monitoraggio ambientale per il comparto rumore in condizioni ante operam, nel corso della fase di cantiere ed in fase post operam per il progetto di realizzazione del lotto compreso tra le rotatorie 3 e 5 della nuova circonvallazione Nord di Pisa.

Nel seguito verranno anzitutto illustrati gli obiettivi generali e le motivazioni che devono portare alla stesura di un Piano di Monitoraggio Ambientale per il comparto rumore, sia per la configurazione ante e post operam, sia nel corso della fase realizzativa di un'opera (§ paragrafo 9.1). Successivamente si accennerà ai vincoli normativi e legislativi inerenti le attività di monitoraggio del rumore ante e post operam ed in fase di cantiere (§ paragrafo 9.2). Si passerà quindi all'effettiva descrizione del piano di monitoraggio acustico che si propone sia per le fasi ante e post operam (§ paragrafo 9.3) che per quella di cantiere (§ paragrafo 9.4), comprendente l'individuazione delle varie tipologie e metodiche di monitoraggio che si intendono utilizzare (§ paragrafo 9.4.1) ed alla vera e propria individuazione dei punti di rilievo sperimentale e delle relative tipologie, metodiche e periodicità di indagine (§ paragrafo 9.4.2). Infine si presenteranno alcune considerazioni riguardanti le metodiche di gestione delle eventuali anomalie evidenziate in fase di monitoraggio (§ paragrafo 9.4.3) ed una valutazione preliminare dei costi complessivi di monitoraggio (§ paragrafo 9.5).

## 9.1 Finalità e obiettivi del monitoraggio

A parte la caratterizzazione acustica ante operam, finalizzata a fornire un quadro acustico iniziale dell'area di indagine, scopo generale del piano di monitoraggio acustico è di assicurare la corrispondenza alle prescrizioni espresse con la compatibilità ambientale e di individuare eventuali ulteriori misure correttive in caso di impatti negativi imprevisti. Tale fine è perseguito garantendo la rispondenza alle specifiche progettuali di contenimento della rumorosità di nuovi impianti, macchinari o lavorazioni, verificando il rispetto dei limiti imposti dalla normativa vigente e dalle prescrizioni eventualmente impartite nella autorizzazione in deroga ai limiti acustici, rilasciata dal Comune. Ulteriore garanzia è offerta dalla rigorosa e tempestiva verifica dell'efficacia delle eventuali azioni correttive adottate, anche al fine di confermare l'adempimento a disposizioni impartite dall'autorità amministrativa a seguito di "emergenze" ambientali eventualmente riscontrate. In configurazione post operam il monitoraggio implica infine la verifica sperimentale delle previsioni avanzate in fase di redazione della documentazione di impatto.

Il monitoraggio è quindi finalizzato all'adozione di azioni correttive piuttosto che ad una mera funzione informativa, ed è ben distinto dall'attività di controllo e di "repressione" dell'organo di vigilanza. Specialmente per la fase di realizzazione del progetto, esso deve essere inteso come strumento flessibile in grado di adattarsi ad una eventuale riprogrammazione o integrazione dei punti di monitoraggio, delle frequenze di misura e dei parametri da monitorare.

Pertanto il PMA dovrà essere:

1. realizzato in maniera tale da renderlo flessibile ed interattivo al massimo. Frequenza e localizzazione dei rilievi/campionamenti dovranno essere stabiliti sulla base dell'effettiva evoluzione dei lavori all'interno del cantiere o fronte avanzamento lavori, piuttosto che su periodicità e punti fissi
2. tale da recepire e gestire correttamente, dando adeguata e rapida risposta, le segnalazioni provenienti da istituzioni, associazioni, cittadini, dei problemi o impatti non previsti
3. orientato a fornire rapide ed efficaci indicazioni al gestore dell'attività ed alle istituzioni competenti, al fine di correggere gli eventuali problemi che si dovessero manifestare.

### 9.1.1 Flessibilità del PMA

Le esperienze del passato che si basavano su un calendario rigido delle misure di monitoraggio si sono rivelate poco efficaci nell'individuare tempestivamente le problematiche che un cantiere può creare. Ad esempio poteva succedere che nello stesso momento in cui il monitoraggio verificava, nella postazione predefinita, il rispetto dei limiti, le lavorazioni più importanti fossero in un'altra zona e si stessero, magari, anche creando delle lamentele. Allo stesso modo poteva accadere che alla data prefissata per l'esecuzione del monitoraggio il cantiere fosse occasionalmente in un momento di attività ridotta o comunque a basso impatto acustico, mentre problemi importanti si erano verificati nei giorni immediatamente precedenti o in quelli successivi al campionamento. Tenendo conto dell'oggettiva inefficacia di questo tipo di approccio, ormai da qualche anno, si è cercato di superare questa logica di monitoraggio "preconfezionato", proponendo un'articolazione indubbiamente più complessa ma rendendolo certamente più utile ed efficace.

Benché la flessibilità del monitoraggio fosse spesso obiettivo dichiarato nei progetti approvati, frequentemente è accaduto che appaltando ad un soggetto, pur anche altamente qualificato, lo svolgimento dell'attività di misurazione e reporting si sia costruito l'appalto secondo uno schema di monitoraggio predefinito (indicando con precisione punti, frequenza e durata delle misurazioni acustiche) che ha reso inutilmente ed inefficacemente rigida l'attività svolta.

Emerge quindi l'importanza che la flessibilità del monitoraggio sia assunta come una necessità imprescindibile anche nella concezione dell'eventuale appalto ad un consulente esterno per tali attività.

### **9.1.2 Rapporto con la progettazione esecutiva dei cantieri**

Elemento indispensabile, senza il quale non è possibile progettare un efficace PMA, è un'articolata valutazione previsionale di impatto acustico delle diverse fasi di lavorazione del cantiere, perché essa consente di individuare le fasi di lavorazione nelle quali ci possono essere variazioni significative della rumorosità del cantiere e, per ciascuna di queste, i ricettori potenzialmente più impattati: in questo modo si può correttamente orientare la scelta dei tempi e dei luoghi per l'esecuzione delle misure.

Tale valutazione, per gli elementi di dettaglio che richiede, può essere correttamente elaborata soltanto in fase di progettazione esecutiva dei cantieri che, se supportata da un'adeguata valutazione delle emissioni acustiche dei vari macchinari e dei conseguenti livelli di pressione sonora attesi ai ricettori più impattati, consente di valutare in anticipo la posizione di impianti fissi particolarmente rumorosi (impianti di betonaggio, motogeneratori, ecc.) rispetto ai ricettori e conseguentemente di adeguare il lay-out di cantiere riducendo gli impatti complessivi. Pertanto è necessario che il Giudizio di Compatibilità Ambientale contenga fra le sue prescrizioni anche l'obbligo di redigere un'adeguata valutazione di impatto acustico nella fase di progettazione esecutiva dei cantieri oltre, ovviamente, all'obbligo del committente di presentare un adeguato piano di monitoraggio acustico da gestire nella fase di corso d'opera.

### **9.1.3 Monitoraggio con finalità gestionali**

La finalità del monitoraggio non può essere comunque limitata a quella di fornire una descrizione degli impatti prodotti, ma deve dare garanzia per una corretta verifica del rispetto dei limiti e delle prescrizioni a cui il cantiere è soggetto. A questo scopo è necessario che eventuali superamenti siano rilevati tempestivamente e gestiti con correzioni rapide ed efficaci. Pertanto il piano dovrà contenere una descrizione delle procedure attraverso le quali si attivano i meccanismi di correzione delle irregolarità.

Inoltre il cadenzamento delle verifiche deve essere orientato a favorire la tempestiva individuazione delle situazioni acusticamente più critiche in atto o potenziali.

## **9.2 Cenni sulla normativa relativa al monitoraggio di attività temporanee e di cantiere**

La normativa nazionale (L. 447/95, art. 6, comma 1, lettera h)) prevede che i Comuni possano autorizzare l'esecuzione di attività anche rumorose in deroga ai limiti stabiliti in applicazione della stessa legge.

Lo scopo della deroga è quello di permettere, in maniera controllata, di effettuare delle attività temporanee di vario genere, per pubblica utilità (cantieri), specifico interesse pubblico (manifestazioni musicali, sportive, ...) o per necessità private (cantieri privati temporanei,...), che altrimenti non sarebbero permesse a causa del potenziale superamento dei limiti di emissione e/o di immissione di rumore nell'ambiente esterno e/o abitativo.

Generalmente sono le Amministrazioni Regionali che affrontano il problema della gestione in deroga delle attività rumorose, indirizzando gli Enti locali (Comuni) in materia, ma lasciando spesso loro la valutazione caso per caso dell'esame della specifica situazione. In alcuni casi le Regioni forniscono anche specifiche indicazioni operative, benché generali e spesso relative a generiche attività temporanee piuttosto che direttamente a cantieri, per la redazione dei documenti di valutazioni di impatto acustico al fine di facilitare ed uniformare il lavoro di valutazione da parte degli Enti locali.

Le problematiche connesse ai grandi cantieri non vengono comunque prese in considerazione in quanto i legislatori regionali considerano per lo più attività temporanee di piccole dimensioni per tempo, intensità delle sorgenti o estensione spaziale, ma anche perché i grandi cantieri sono correlati con grandi opere per le quali sono previste valutazioni di impatto ambientale regolamentate a livello nazionale (VIA/AIA/VAS).

In applicazione delle norme regionali, i Comuni emanano regolamenti specifici che non costituiscono tuttavia riferimento generale a causa dell'ampia variabilità di indicazioni fornite all'utenza e del carattere limitato delle opere temporanee per le quali sono applicabili tali regolamenti.

## **9.3 Piano di monitoraggio per le fasi ante e post operam**

In condizioni precedenti alla realizzazione dell'opera in progetto, è necessario, come già accennato, fornire una caratterizzazione di riferimento del clima acustico locale dell'intera area interessata dal progetto in esame. L'individuazione dei punti di monitoraggio dovrà essere effettuata in funzione delle potenziali modifiche al clima acustico che saranno indotte dalla nuova opera per evidenziare eventuali peggioramenti/miglioramenti delle condizioni acustiche generali d'area. La tipologia di monitoraggio è invece definita sulla base delle specifiche tipologie di sorgenti: il D.M. 16/03/1998 individua infatti la necessità di effettuare misure di durata settimanale per rumore da traffico auto veicolare, di durata giornaliera per sorgenti connesse ad infrastrutture ferroviarie e di durata adeguata alla completa caratterizzazione dei fenomeni acustici di interesse per tutte le altre tipologie di sorgenti.

Nel caso in esame appare certamente necessario predisporre almeno un punto di monitoraggio, non necessariamente settimanale (rumore derivante principalmente da traffico auto veicolare), ma almeno giornaliero (24 ore), in fase ante operam (prima dell'inizio dei lavori), da riutilizzare poi anche per la fase post operam (in condizioni di effettiva operatività a regime della nuova opera, ovvero entro 6 mesi dall'inaugurazione), in questo caso certamente di durata settimanale, in corrispondenza di possibili recettori esposti a fenomeni di disturbo acustico prima e/o dopo la realizzazione del progetto. Le seguenti immagini (Figura 4 e Figura 5) illustrano, sovrapposte al progetto di cantiere, le aree di posizionamento ottimale dei punti di monitoraggio per le fasi ante e post operam in riferimento al progetto di realizzazione del lotto compreso tra le rotatorie 3 e 5 della nuova circonvallazione Nord di Pisa.

Il primo punto di monitoraggio (Figura 4), posizionato circa a metà del tratto tra le rotatorie 3 e 4, permetterà di valutare, allo stato attuale (ante operam), il clima acustico di fondo dell'area, mentre, in configurazione post operam, permetterà di verificare le previsioni effettuate in sede di studio di impatto acustico, in corrispondenza a recettori sottoposti a mitigazione acustica (realizzazione di barriere). Analogamente, anche il secondo punto di monitoraggio (Figura 5) permetterà di raffrontare lo stato acustico d'area prima e dopo la realizzazione dell'intervento in corrispondenza di recettori residenziali potenzialmente esposti.

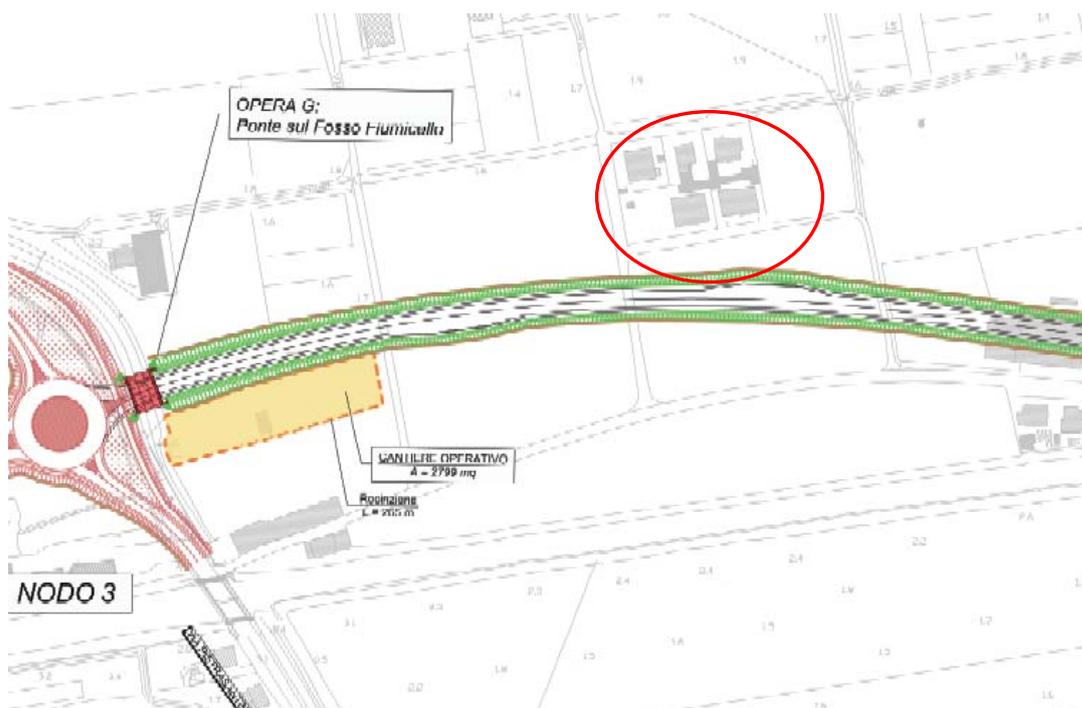


Figura 4 Area di possibile localizzazione del primo punto di monitoraggio acustico giornaliero/settimanale per le fasi ante e post operam

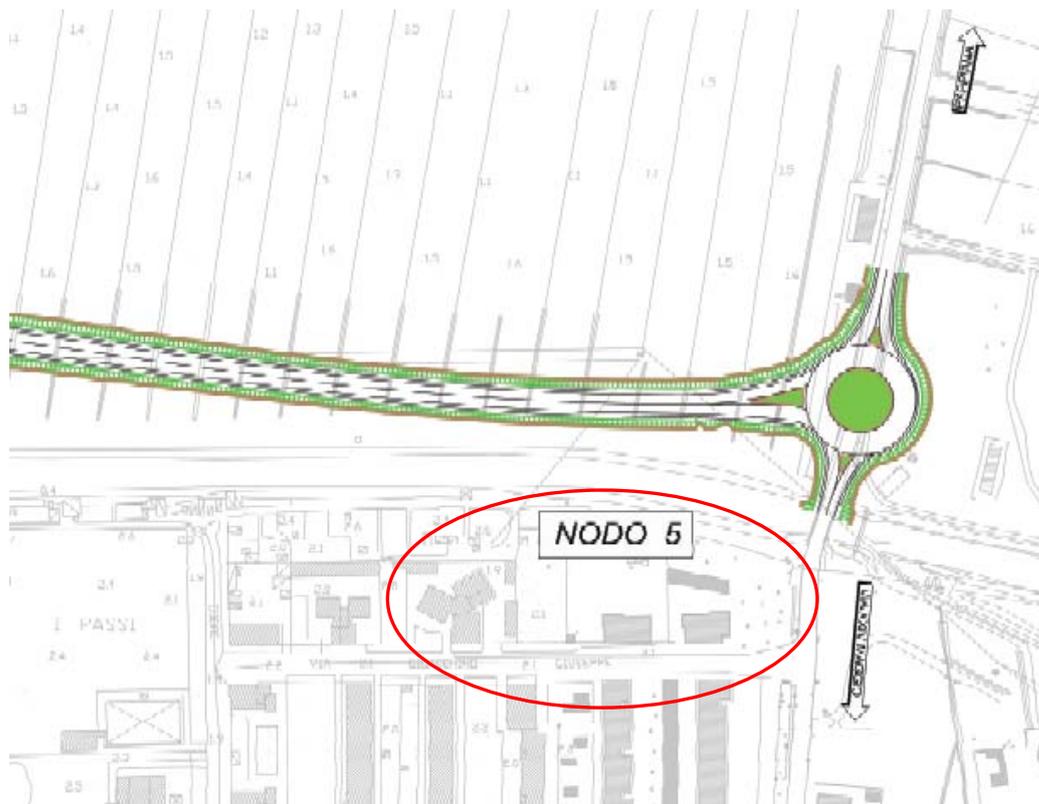


Figura 5 Area di possibile localizzazione del secondo punto di monitoraggio acustico giornaliero/settimanale per le fasi ante e post operam

La seguente Tabella 2 presenta un riepilogo dei monitoraggi per le fasi ante e post operam. Si tenga presente che, in condizioni ante operam, per entrambe le aree di interesse, è inutile effettuare un rilievo settimanale, in quanto non sono attualmente presenti sorgenti di rumore stradale. Si ritiene quindi sufficiente eseguire comunque un rilievo di durata giornaliera (24 ore) al fine di caratterizzare completamente i due periodi di riferimento diurno (dalle 6.00 alle 22.00) e notturno (dalle 22.00 alle 6.00 del giorno dopo).

Complessivamente si può prevedere l'esecuzione di n° 2 campagne sperimentali di durata settimanale e di n° 2 campagne sperimentali di durata giornaliera.

Tabella 2 Riepilogo dei punti di monitoraggio e relative metodiche e periodicità di misura per le fasi ante e post operam

Nome recettore	Ubicazione recettore	Metodica misura	Periodicità misura
Area 1	Punto di misura localizzato in prossimità delle abitazioni di Via Toscanini e di Via Sarpi-Madonna dell'Acqua	Giornaliero	Prima dell'inizio delle lavorazioni <b>Ante Operam</b>
		Settimanale	Al termine delle lavorazioni <b>Post Operam</b>
Area 2	Punto di misura localizzato in prossimità delle abitazioni di Via Belli e di Via 24 Maggio	Giornaliero	Prima dell'inizio delle lavorazioni <b>Ante Operam</b>
		Settimanale	Al termine delle lavorazioni <b>Post Operam</b>

#### 9.4 Progettazione del piano di monitoraggio acustico per la fase di cantiere

Nel precedente capitolo 9.1 sono stati richiamati i motivi per cui il piano di monitoraggio si progetta anche sulla base di una valutazione di impatto acustico relativa alla progettazione esecutiva e dei cantieri. In

particolare, per ottenere un monitoraggio efficace nel gestire gli impatti è necessario disporre di una valutazione di impatto acustico articolata nelle diverse fasi di lavorazione del cantiere, come effettivamente disponibile nel caso in esame (si veda in proposito lo specifico capitolo relativo allo studio di impatto acustico per la fase di cantiere). È opportuno tener comunque conto che il piano di monitoraggio è una conseguenza della valutazione fatta sulla progettazione del cantiere prescrivendo una revisione del piano di monitoraggio al momento in cui tale progettazione dovesse essere modificata. La progettazione del PMA non può quindi prescindere dalla conoscenza in dettaglio delle caratteristiche acustiche dell'attività di cantiere. Pertanto la progettazione del PMA è stata preceduta da una adeguata valutazione di impatto acustico da cui si possano evincere:

- 1) tipologia di macchinari e loro emissioni acustiche
- 2) scenari di lavorazione con indicazione dei macchinari utilizzati per ogni scenario
- 3) livelli di pressione sonora attesi ai vari ricettori, esposti alle attività di cantiere, derivanti da ogni singolo scenario di lavorazione
- 4) interventi di mitigazione che si intendono adottare

La progettazione del PMA, tenuto conto di quanto sopra, deve dettagliare il tipo di verifiche previste, acustiche e non acustiche. Quelle non acustiche riguardano il riscontro della corretta implementazione delle prescrizioni strutturali ed organizzative, mentre per quelle acustiche si dovrà descrivere:

- Tipologia di misurazioni: fisse, spot, ecc.
- Parametri monitorati: Leq, Ln, analisi spettrale, ecc.
- Metodo di misura per estrapolare il solo rumore derivante dall'attività di cantiere in presenza di altre sorgenti rilevanti (es. strade, ferrovie, ecc.)
- Postazioni di misura
- Frequenza delle misurazioni
- Tempi di restituzione dati
- Gestione delle emergenze

Il PMA per la fase di cantiere sarà quindi focalizzato su due fenomeni essenziali connessi alle relative emissioni acustiche:

- inquinamenti sonori dovuti alle lavorazioni effettuate presso i cantieri base ed operativi e lungo il tracciato, sul fronte di avanzamento dei lavori
- inquinamenti sonori dovuti all'aumento del traffico veicolare indotto e correlato quindi al passaggio degli autoveicoli per il trasporto dei materiali da e verso i cantieri stessi

Per quanto riguarda l'aspetto connesso al traffico indotto dalle attività di cantiere, si ritiene non particolarmente significativo l'incremento del traffico di mezzi pesanti già oggi presente lungo l'attuale tracciato viabilistico limitrofo all'area in esame ed in attraversamento ai centri abitati della zona; infatti anche il materiale di risulta derivante dalla realizzazione del progetto sarà momentaneamente stoccato sul posto e quindi allontanato a piccoli carichi e nel corso di tutta la durata dei lavori.

Più importante invece si prevede il potenziale impatto su recettori presenti nelle immediate vicinanze dei cantieri per il quale si dettaglierà nel seguito l'attività di monitoraggio. Si tenga presente che in sede di studio di impatto per la fase realizzativa dell'opera sono già stati individuati i recettori potenzialmente esposti ed è stata già fornita una stima dei livelli che li possono interessare.

#### **9.4.1 Tipologia di monitoraggio**

Alla luce di quanto sopra esposto il monitoraggio della componente rumore in fase di cantiere si può dividere nelle seguenti attività:

- I. monitoraggio del rumore in prossimità delle aree di cantiere: ha lo scopo di determinare il livello di rumore per i ricettori sensibili alla componente derivante dalle lavorazioni con particolare riferimento alle attività che si svolgono presso i cantieri operativi; è opportuno predisporre in questo caso anche un monitoraggio ante operam al fine di verificare eventuali situazioni già potenzialmente impattanti allo stato attuale.
- II. monitoraggio del rumore sul fronte avanzamento lavori: ha lo scopo di determinare il livello di rumore per i ricettori sensibili alla componente derivante dalle attività di maggiore impatto (scavi, movimento terra, demolizioni, etc.) durante la costruzione dell'opera; per questa fase può essere utilizzata la caratterizzazione ante operam effettuata in sede di Studio di Impatto acustico.
- III. monitoraggio del rumore da traffico indotto: ha lo scopo di determinare il livello di rumore nelle zone a ridosso della viabilità principale utilizzata eventualmente in modo significativo dai mezzi addetti al trasporto dei materiali verso i cantieri e viceversa.

Le metodiche di monitoraggio utilizzate per le attività di cui sopra sono le seguenti:

- **Metodica M1:** misure spot di durata oraria o inferiore, effettuate in postazioni mobili assistite da operatore, per la caratterizzazione direttamente ai recettori delle emissioni generate dalle attività di cantiere in occasione dello svolgimento delle operazioni maggiormente impattanti dal punto di vista acustico.
- **Metodica M2:** Misure di durata giornaliera (24 ore), effettuate in postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi di attività standard di cantiere.
- **Metodica M3:** Misure di durata settimanale (7 giorni), effettuate in postazioni fisse non assistite da operatore, per il rilievo, a norma di legge (D.M. 16/03/1998, art. 3, comma 2 e Allegato C, Punto 2), del rumore generato dal traffico veicolare indotto dalle attività di cantiere sulla viabilità ordinaria. In questo caso è opportuno effettuare anche una caratterizzazione ante operam.
- **Metodica M4:** Misure di breve periodo in ambiente abitativo per la verifica del limite differenziale in fase di cantiere per i recettori residenziali maggiormente esposti.

Nei seguenti paragrafi si forniscono alcune informazioni riguardanti le metodiche sopra indicate. Si tenga presente che le verifiche 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. Per le misure di lungo periodo (giornaliere o settimanali) deve essere resa disponibile una caratterizzazione acustica che copra almeno una percentuale significativa dell'intero periodo di misura.

#### **9.4.1.1 Metodica M1 – misure spot di durata oraria o inferiore**

La metodica di monitoraggio M1 – spot ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità prodotti da specifiche attività di cantiere giudicate particolarmente impattanti.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura del rumore per una durata oraria o inferiore, ovvero per una durata specifica che il tecnico competente che esegue i rilievi giudica sufficiente alla completa e corretta caratterizzazione del fenomeno acustico in esame. Il rilievo è effettuato, in linea generale, con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora con campionamento dell'ordine di 100 o 125 msec o inferiore se è il caso.

I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{eq}(A)$  per l'intero intervallo di misura, con campionamento almeno su 100-125 msec
- i livelli massimo e minimo con costanti di tempo, fast, slow e impulse ( $LAF_{max}$ ,  $LAF_{min}$ ,  $LAS_{max}$ ,  $LAS_{min}$ ,  $LAI_{max}$ ,  $LAI_{min}$ )
- i livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L95, L99.

Si provvederà inoltre ad ogni rilievo al riconoscimento della presenza delle componenti tonali ed impulsive.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da rilevarsi gli eventuali flussi di traffico dei mezzi d'opera sulla viabilità stradale ed i parametri meteorologici.

#### **9.4.1.2 Metodica M2 – misure di 24 ore con postazione semi-fissa**

La metodica di monitoraggio M2 – 24 ore ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità prodotti dalle attività standard di cantiere.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 24 ore consecutive. Il rilievo è effettuato, in linea generale, con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora con campionamento al massimo ogni minuto.

I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{eq}(A)$  per l'intero intervallo di misura, campionato al massimo su 1 minuto
- i livelli massimo e minimo con costanti di tempo, fast, slow e impulse ( $LAF_{max}$ ,  $LAF_{min}$ ,  $LAS_{max}$ ,  $LAS_{min}$ ,  $LAI_{max}$ ,  $LAI_{min}$ )
- i livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L95, L99.

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione acustica ponderata A nei periodi di riferimento diurno (dalle 6 alle 22) e notturno (dalle 22 alle 6 del giorno dopo) è ricavato in fase di elaborazione dati per mascheramento del dominio temporale esterno al periodo considerato.

Si provvederà inoltre ad ogni rilievo al riconoscimento della presenza delle componenti tonali ed impulsive.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da rilevarsi gli eventuali flussi di traffico dei mezzi d'opera sulla viabilità stradale ed i parametri meteorologici.

#### **9.4.1.3 Metodica M3 – misure settimanali con postazione fissa**

Questa metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione a norma di legge (D.M. 16/03/1998, art. 3, comma 2 e Allegato C, Punto 2) dei livelli di rumorosità prodotti dal traffico veicolare.

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 con campionamento almeno ogni minuto. I parametri acustici rilevati sono i seguenti: livello continuo equivalente orario di pressione sonora ponderata A  $Leq(A)$ , per l'intero intervallo di misura, campionato almeno su 1 minuto

i livelli massimo e minimo orari con costanti di tempo, fast, slow e impulse (LAFmax, LAFmin, LASmax, LASmin, LAImax, LAImin)

i livelli statistici orari L1, L5, L10, L50, L90, L95, L99.

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

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da rilevarsi gli eventuali flussi di traffico sulla viabilità stradale esistente (nella fase ante operam) e su quella di progetto (nella fase post operam) ed i parametri meteorologici.

#### **9.4.1.4 Metodica M4 - verifica del limite differenziale in ambiente abitativo**

La metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione del livello differenziale di rumore (LD), ottenuto come differenza 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).

La verifica è da compiersi in ambiente abitativo all'interno nel periodo di riferimento diurno (dalle 6 alle 22) e notturno (dalle 22 alle 6 del giorno dopo); le misure sono di breve periodo.

Gli eventuali rilievi in periodo notturno devono essere eseguiti solo in presenza di lavorazioni presso le aree di cantiere, ovvero in presenza di attività della sorgente disturbante. I rilevamenti devono essere infine compiuti sia a finestre aperte che a finestre chiuse.

Si provvederà inoltre ad ogni rilievo al riconoscimento della presenza delle componenti tonali ed impulsive.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note.

#### **9.4.2 Individuazione dei punti di monitoraggio**

Nel corso della fase di realizzazione dell'opera, i rilevamenti saranno effettuati in corrispondenza dei recettori maggiormente rappresentativi della diffusione dell'inquinamento acustico nell'area di interferenza, ovvero nei punti/recettori già preliminarmente individuati come potenzialmente esposti in sede di studio di impatto per la fase di cantiere.

Per quanto riguarda la tipologia di ricettori, si dovrà tener conto in prima battuta di quelli più sensibili agli effetti dell'inquinamento acustico (scuole, strutture sanitarie) e poi di quelli residenziali ubicati entro una

fascia di almeno 100 m dal perimetro delle aree di cantiere. Nel caso specifico tuttavia non si è individuata, entro la fascia di potenziale interessamento acustico delle attività di cantiere, la presenza di ricettori particolarmente sensibili. L'attenzione verrà quindi focalizzata sui recettori residenziali ed eventualmente commerciali e/o misti residenziali/commerciali/artigianali.

La scelta dei punti da sottoporre a monitoraggio poggia su una serie di condizioni determinate da fattori di criticità ambientale e di rappresentatività della situazione acustica ipotizzata in sede di studio di impatto per la fase di cantiere. In particolare, la criticità ambientale è il risultato della convergenza di numerose condizioni connesse con i processi di emissione, di propagazione e di immissione del rumore. Tali condizioni sono:

Presenza e natura di sorgenti di rumore attive (emissione)

Layout specifico dell'area di cantiere (emissione - prima propagazione)

Proprietà fisiche del territorio, comprendenti andamento orografico e copertura vegetale laddove esistente (propagazione)

Ubicazione e tipo di recettori (immissione).

Non va tuttavia trascurata l'ulteriore condizione rappresentata dalla situazione acustica attuale imputabile alla presenza di sorgenti sonore attive (insediamenti industriali, preesistente traffico veicolare) la cui rumorosità interessa in misura più o meno rilevante alcune aree di indagine. Tale rumorosità potrà subire variazioni rispetto allo stato attuale, sia in fase di realizzazione che di esercizio della nuova opera.

L'analisi preliminare ha permesso di definire i punti da sottoporre ad indagine acustica anche sulla base dei seguenti criteri di carattere generale:

Individuazione di ricettori prossimi alle aree di cantiere

ubicazione delle sorgenti all'interno delle aree di cantiere (layout di cantiere)

rete di viabilità stradale utilizzata dal traffico indotto dalla cantierizzazione

Pertanto si prevede l'utilizzo dei punti di monitoraggio illustrati nel seguito.

Le seguenti Figura 6 e Figura 7 mostrano le aree di possibile localizzazione dei punti di monitoraggio acustico per il rilievo degli effetti indotti delle attività che si svolgeranno entro i cantieri operativi che si prevede di realizzare, e lungo il fronte di avanzamento lavori per la realizzazione del nuovo tracciato stradale in esame. I punti individuati entro queste aree, dovranno risultare rappresentativi dei recettori che, già in sede di studio di impatto per la fase di cantiere, sono stati individuati come potenzialmente esposti. Nei punti di misura si dovrà prevedere, in particolare, l'effettuazione di rilievi nel corso della fase di cantiere che porterà le attività del fronte avanzamento lavori ad essere svolte esattamente lungo il tratto prospiciente i recettori. Le misure saranno svolte in modalità M1 – spot, in occasione delle lavorazioni maggiormente impattanti, ovvero, come già illustrato nel corso dello studio di impatto per la fase di cantiere, delle seguenti attività specifiche, che saranno individuate temporalmente sulla base del crono programma ufficiale:

Posa dei rilevati stradali con stabilizzazione delle terre

Formazione di rilevato stradale con relativa stabilizzazione

Formazione di fondazione stradale

Formazione di manti bituminosi

Installazione di barriere di ritenuta

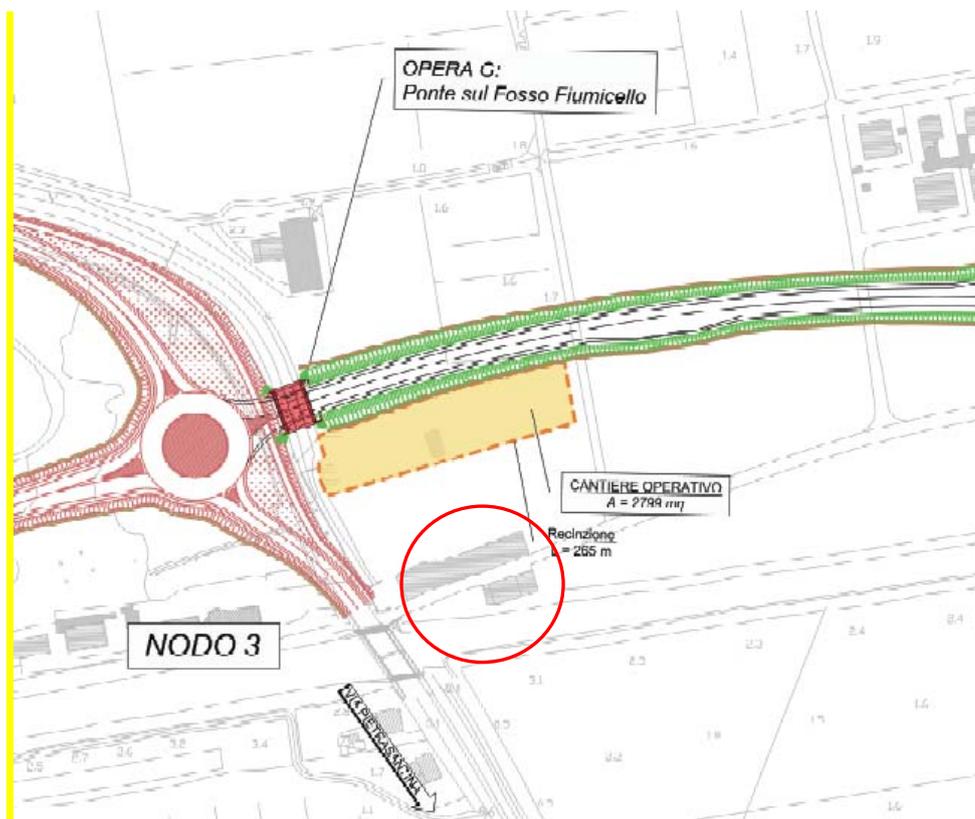


Figura 6 Area di localizzazione dell/i punto/i di monitoraggio per cantiere operativo e fronte avanzamento lavori in prossimità della rotondella 3

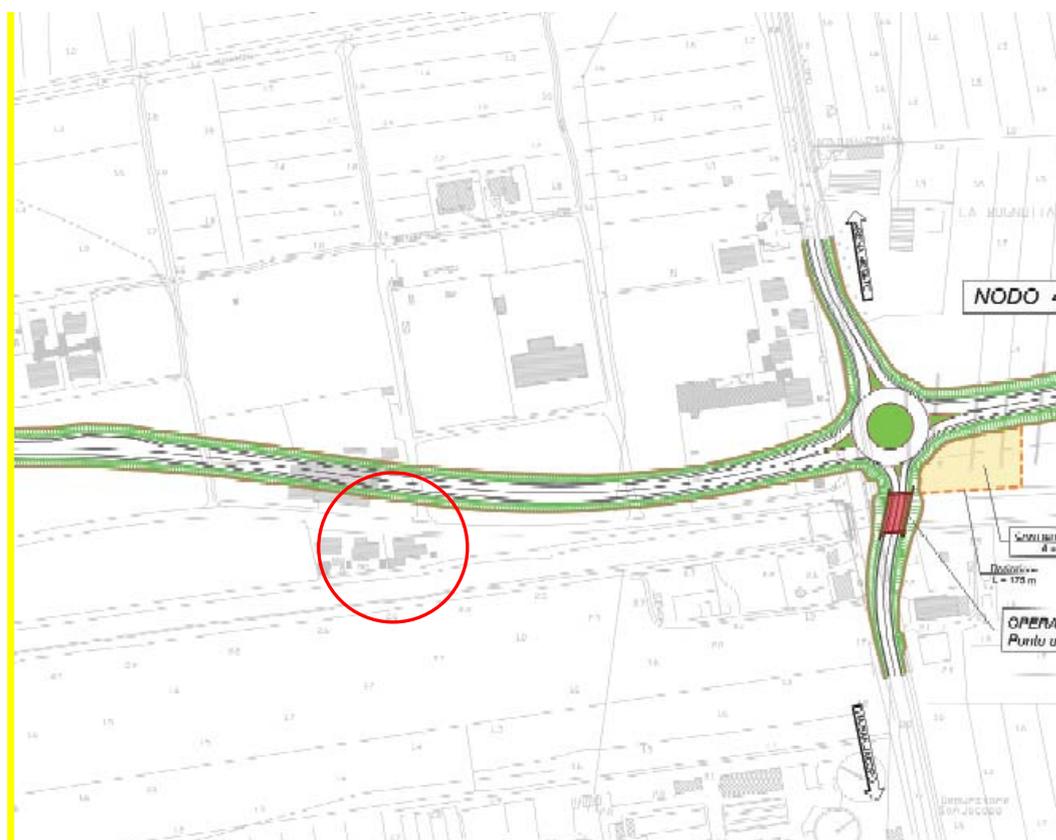


Figura 7 Area di localizzazione dell/i punto/i di monitoraggio per cantiere operativo e fronte avanzamento lavori nel tratto tra le rotondelle 3 e 4

Se le Autorità locali (Comune) e gli Enti di controllo (ARPA) lo riterranno opportuno, potranno essere predisposti anche al più un rilievo in modalità M2 – 24 ore, al fine di caratterizzare l'attività dei cantieri operativi che si prevede di realizzare nelle aree in esame. Allo stato attuale, non si ritiene tuttavia necessario predisporre un tale tipo di monitoraggio, in quanto non produrrebbe certamente ulteriori informazioni utili alla completa caratterizzazione acustica dell'area in fase di cantiere.

La seguente Tabella 3 riepiloga il piano di monitoraggio per la fase di realizzazione dell'opera in progetto, con l'indicazione sintetica di tutti i siti, tipi, metodiche e periodicità di monitoraggio che si prevede di implementare. Le rilevazioni saranno ripetute almeno in occasione di ciascuna delle fasi individuate come maggiormente impattanti per ciascuna delle due aree (n° 10 misure nel corso dell'intera fase realizzativa) ed eventualmente non solo in uno ma in più punti recettori, compatibilmente con l'andamento temporale dell'avanzamento dei lavori (rilievi entro la giornata).

Per quanto riguarda le misure da eseguire con metodica M4 – differenziale, non si ritiene necessario individuare a priori punti per i quali eseguire un simile tipo di indagini, ma ci si riserva facoltà di prevederle a seguito di eventuali indicazioni contingenti avanzate sia dalle Autorità locali (Comune) che da singoli recettori che si potranno ritenere disturbati dalle attività di cantiere. In tali casi si prevederà l'integrazione del piano di monitoraggio con opportune valutazioni del livello differenziale in vari punti del dominio, adottando l'approccio di flessibilità programmatica già illustrato, come metodologia generale di indagine, nel precedente capitolo 9.1.

I risultati di ciascuna misurazione spot o di livelli differenziali, come pure i dati derivanti dai monitoraggi di 24 ore o settimanali, saranno presentati in appositi report sintetici corredati di tutti gli opportuni output grafici e tabellari di documentazione delle misure.

Tabella 3 Riepilogo dei punti di monitoraggio e relative tipologie, metodiche e periodicità di misura

Ubicazione punto di misura	Tipologia misura	Metodica misura	Periodicità misura
All'interno dell'area indicata nella precedente Figura 6, ovvero tra Via Muratori e Via Pietrasantina	Fronte avanzamento lavori <sup>(1)</sup> e cantiere operativo	M1 <sup>(2)</sup>	Quando le lavorazioni maggiormente impattanti interessano il tratto in esame
All'interno dell'area indicata nella precedente Figura 7, ovvero lungo Via Martraverso	Fronte avanzamento lavori <sup>(1)</sup>	M1 <sup>(2)</sup>	Quando le lavorazioni maggiormente impattanti interessano il tratto in esame

(1) Eseguire la misura quando le lavorazioni interessano il tratto antistante l'edificio di interesse

(2) Eseguire la misura in occasione delle attività maggiormente impattanti come precedentemente definite

#### 9.4.3 Definizione e gestione delle anomalie

Durante il monitoraggio delle attività che si svolgeranno nel corso della fase di cantiere, sarà rivolta particolare attenzione all'individuazione e alla gestione di eventuali anomalie intese, in questo ambito, come superamento dei limiti di legge o comunque di non conformità a quanto riportato nella documentazione di impatto acustico a suo tempo predisposta.

Si è in presenza di un superamento dei limiti di legge qualora, ad esempio, durante un'attività di cantiere si dovesse registrare, presso uno o più dei recettori monitorati, un livello di rumore superiore ai limiti di immissione fissati dalla vigente zonizzazione acustica comunale o da quelli prescritti da un'eventuale autorizzazione in deroga, concessa dal Comune interessato, per un tempo limitato all'esecuzione di lavorazioni particolarmente rumorose e adeguatamente prevista e giustificata in sede di documentazione di impatto per la fase di realizzazione dell'opera.

Questi eventuali superamenti dei limiti di legge rilevati in fase di realizzazione dell'opera, dovranno essere immediatamente comunicati alla Committenza/Direzione Lavori al fine di permettere loro di intraprendere opportune azioni/interventi di mitigazione finalizzati a limitare il disturbo arrecato (utilizzando, ad esempio, ulteriori barriere acustiche mobili) o nei casi più gravi per arrivare alla sospensione temporanea delle attività di cantiere per rimodulare le modalità di lavorazione e l'impiego di alcune tipologie di macchinari. Tali azioni dovranno poi portare ad una rimodulazione ed adeguamento complessivo degli eventuali interventi di mitigazione delle aree di lavorazione e del piano di monitoraggio onde poterlo integrare ed adattare alle nuove esigenze emerse in corso d'opera.

Tutto ciò rientra nell'ambito della predisposizione di un piano di monitoraggio acustico adeguatamente flessibile, dal punto di vista operativo, da permettere un integrale rimodulazione dei punti e delle metodiche di misura in funzione delle esigenze contingenti derivanti da situazioni potenzialmente impattanti e non ben identificate preliminarmente in sede di studio di impatto e/o di progettazione preliminare del piano di monitoraggio steso.

## 9.5 VALUTAZIONE DEI COSTI DEL PIANO DI MONITORAGGIO ACUSTICO

Il piano di monitoraggio per la componente acustica sopra illustrato prevede una serie di rilievi sperimentali, il cui costo specifico (IVA di legge esclusa) può essere preliminarmente stimato come segue.

Singolo rilievo settimanale in postazione non presidiata	€	2.200,00
Singolo rilievo giornaliero in postazione parzialmente presidiata	€	1.200,00
Singolo rilievo "spot" in postazione presidiata(*)(**)	€	500,00

(\*) possono essere previsti al più n° 2 ripetizioni per ciascun punto di rilievo

(\*\*) l'importo per singolo rilievo prevede l'effettuazione di almeno due rilievi in due distinti punti di misura (totale € 1000,00); se il punto è singolo incrementare l'importo del 50% (totale € 750,00)

Sulla base di tali costi e tenuto conto delle fasi di intervento per le quali risulta necessario prevedere i rilievi sperimentali, è possibile valutare preliminarmente i costi complessivi (sempre IVA di legge esclusa) per ciascuna fase progettuale (ante operam, fase di cantiere, post operam) come segue:

Fase ante operam § Tabella 2	n° 2 rilievi giornalieri	€	2400,00
		<b>TOTALE €</b>	<b>2.400,00</b>
Fase post operam § Tabella 2	n° 2 rilievi settimanali	€	4.400,00
		<b>TOTALE €</b>	<b>4.400,00</b>
Fase di cantiere § Tabella 3	n° 10 rilievi "spot" presso recettori	€	5.000,00(*)
		<b>TOTALE €</b>	<b>5.000,00</b>

(\*) costo distribuito sull'intera durata della realizzazione del progetto.