



**CONSORZIO DI BONIFICA
TERRE D'APULIA**

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO DELL'ACQUEDOTTO RURALE DELLA MURGIA - SCHEMA SUD -



PROGETTO ESECUTIVO

Progettista:



Prof. Ing. Alberto Ferruccio PICCINNI
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.7288

Dott. Ing. Giovanni VITONE
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.3313

Dott. Ing. Gioacchino ANGARANO
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.5970

Dott. Ing. Luigi FANELLI
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.7428

Dott. Ing. Stefano FRANCAVILLA
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.4927

Responsabile del Procedimento:

Dott. Ing. Giuseppe CORTI

<u>Codice</u>	<u>Elaborato</u>		
A06.17	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione		
		SCALA	
0	MAGGIO - 2019	Emesso per Progetto Definitivo	022 - ARM - PMAR Doc
REV	DATA	NOTE	COD.ELABORATO



INDICE

1	PREMESSA	2
2	IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI	3
3	MODALITA' TEMPORALE DI ESPLETAMENTO DELLE ATTIVITA'	4
4	DETTAGLI SULLE SINGOLE COMPONENTI MONITORATE	5
4.1	Atmosfera.....	5
4.2	Rumore.....	9
4.3	Vibrazioni.....	12
4.4	Flora, habitat e fauna.....	17

Codice	Titolo	
A.06.17	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.1di18



1 PREMESSA

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale è redatto a corredo dello studio di impatto ambientale e, persegue gli obiettivi di:

- correlare gli stati ante operam, in corso d'opera e post operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione;
- garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione;
- 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 e delle eventuali prescrizioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

Codice	Titolo	
A.06.17	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.2di18

2 IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI

Le componenti ed i fattori ambientali sono così intesi ed articolati:

- Atmosfera: qualità dell'aria e caratterizzazione meteorologica;
- Suolo: inteso sotto il profilo geologico, geomorfologico e pedologico, nel quadro dell'ambiente in esame ed anche come risorsa non rinnovabile;
- Acque superficiali e sotterranee, considerate come componenti, ambienti e risorse;
- Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi: formazioni vegetali ed associazioni animali, emergenze più significative, specie protette ed equilibri naturali, complessi di componenti e fattori fisici, chimici e biologici tra loro interagenti ed interdipendenti;
- Salute rumore: considerato in rapporto all'ambiente umano
- Vibrazioni: considerato in rapporto all'ambiente umano

Il monitoraggio, strutturato ed organizzato sulla base delle indicazioni progettuali del progetto dell'opera, in linea generale si compone di attività:

- monitoraggio "puntuale", cioè limitato a specifiche aree con presenza di potenziali impatti all'interno delle quali possono essere svolte una o più differenti tipi di indagine.

Le attività non comprendono tutte le componenti ambientali individuate ma, sono indirizzate alle componenti esposte per l'esecuzione dell'intervento per le quali se ne prevede il monitoraggio. Nella tabella viene riassunta la tipologia di indagini prevedibili per singola componente:

COMPONENTE		MONITORAGGIO
A	Atmosfera	Previsto - Puntuale
B	Vegetazione e flora	Previsto - Puntuale
	Fauna	
	Ecosistemi	
E	Rumore	Previsto - Puntuale
	Vibrazioni	

Codice	Titolo	Pag.3di18
A.06.17	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	

3 MODALITA' TEMPORALE DI ESPLETAMENTO DELLE ATTIVITA'

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale si articola in tre fasi temporali di seguito illustrate.

Monitoraggio ante-operam

Il monitoraggio della fase ante-operam si conclude prima dell'inizio delle attività interferenti con la componente ambientale, ossia prima dell'insediamento dei cantieri e dell'inizio dei lavori e ha come obiettivo principale quello di fornire una fotografia dell'ambiente prima degli eventuali disturbi generati dalla realizzazione dell'opera.

Monitoraggio in corso d'opera

Il monitoraggio in corso d'opera riguarda il periodo di realizzazione dell'infrastruttura, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti. Questa fase è quella che presenta la maggiore variabilità, poiché è strettamente legata all'avanzamento dei lavori e perché è influenzata dalle eventuali modifiche nella localizzazione ed organizzazione dei cantieri apportate dalle imprese aggiudicatarie dei lavori.

Pertanto il monitoraggio in corso d'opera sarà condotto per fasi successive, articolate in modo da seguire l'andamento dei lavori. Preliminarmente sarà definito un piano volto all'individuazione, per le aree di impatto da monitorare, delle fasi critiche della realizzazione dell'opera per le quali si ritiene necessario effettuare la verifica durante i lavori. Le indagini saranno condotte per tutta la durata dei lavori con intervalli definiti e distinti in funzione della componente ambientale indagata. Le fasi individuate in via preliminare saranno aggiornate in corso d'opera sulla base dell'andamento dei lavori.

Monitoraggio post-operam

Il monitoraggio post-operam comprende le fasi di pre-esercizio ed esercizio dell'opera, e deve iniziare tassativamente non prima del completo smantellamento e ripristino delle aree di cantiere. La durata del monitoraggio è variabile in funzione della componente ambientale specifica oggetto di monitoraggio.

Stante la tipologia di intervento, che riguarda adeguamento funzionale di un canale esistente che non modifica l'assetto dei luoghi, non si è previsto che il monitoraggio interessi la fase post operam.

Codice	Titolo	
A.06.17	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.4di18

4 DETTAGLI SULLE SINGOLE COMPONENTI MONITORATE

4.1 Atmosfera

La campagna di monitoraggio relativa alla componente atmosfera ha lo scopo di valutare i livelli di concentrazione degli inquinanti previsti nella normativa nazionale, al fine di individuare l'esistenza di eventuali stati di attenzione ed indirizzare gli interventi di mitigazione necessari a riportare i valori entro opportune soglie definite dallo strumento legislativo.

Per la caratterizzazione dello stato della qualità dell'aria, verranno utilizzati come valori di riferimento i valori limite definiti nel Decreto Legislativo n. 155/10.

Dal confronto tra i valori rilevati dei parametri di qualità dell'aria e i valori limite definiti nelle norme di riferimento sopra indicate sarà possibile valutare:

- l'incremento del livello di concentrazioni di polveri indotto in fase di realizzazione dell'opera;
- l'incremento dei restanti inquinanti in funzione sia delle lavorazioni effettuate nei cantieri che delle eventuali modificazioni al regime del traffico indotto dalla cantierizzazione e, in particolar modo, l'incremento delle concentrazioni degli inquinanti emessi dall'infrastruttura durante l'esercizio (post operam).

Le informazioni così desunte saranno quindi utilizzate per individuare le criticità ambientali e gli interventi di miglioramento al fine di:

- limitare la produzione di polveri durante le attività di cantiere;
- incrementare le informazioni disponibili rispetto allo stato della qualità dell'aria in presenza dell'aggravamento del traffico veicolare indotto dalla movimentazione da e per il cantiere ed alle eventuali variazioni al regime di traffico attuale;
- monitorare l'evoluzione delle concentrazioni degli inquinanti nella fase di esercizio dell'opera.

Nella scelta delle aree recettore oggetto dell'indagine si fa riferimento ai diversi livelli di criticità dei singoli parametri che influenzano la diffusione degli inquinanti e la deposizione delle polveri, con particolare riferimento a:

- numero di edifici recettori e la loro distanza dall'intervento;
- la tipologia dei recettori;
- la localizzazione dei recettori;
- la morfologia del territorio interessato.

Gli impatti sull'atmosfera connessi alla presenza dei cantieri sono collegati in generale alle lavorazioni relative alle attività di scavo, alla produzione di calcestruzzo ed alla movimentazione ed il transito dei mezzi pesanti e di servizio, che in determinate circostanze possono causare il sollevamento di polvere (originata dalle suddette attività) oltre a determinare l'emissione di gas di scarico nell'aria.

Per quanto riguarda la fase di cantiere le azioni di lavorazione maggiormente responsabili delle emissioni sono:

Codice	Titolo	
A.06.17	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.5di18



- operazioni di scotico delle aree di cantiere;
- movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere, con particolare riferimento alle attività dei mezzi d'opera nelle aree di stoccaggio;
- formazione dei piazzali e della viabilità di servizio ai cantieri.

Dalla realizzazione ed esercizio delle piste e della viabilità di cantiere derivano altre tipologie di impatti ambientali:

- dispersione e deposizione al suolo di polveri in fase di costruzione;
- dispersione e deposizione al suolo di frazioni del carico di materiali incoerenti trasportati dai mezzi pesanti;
- risollevarimento delle polveri depositate sulle sedi stradali o ai margini delle stesse.

Le maggiori problematiche sono generalmente determinate dal risollevarimento di polveri dalle pavimentazioni stradali dovuto al transito dei mezzi pesanti, dal risollevarimento di polveri dalle superfici sterrate dei piazzali ad opera del vento e da importanti emissioni di polveri localizzate nelle aree di deposito degli inerti.

I parametri e i valori limite di riferimento, rispetto ai quali raffrontare i dati orari e le medie giornaliere dei parametri misurati, sono quelli introdotti al comma 2 dell'articolo 1 del Decreto Legislativo 155/10 ovvero:

- a) i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10;
- b) i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto;
- c) le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto;
- d) il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM2,5

secondo i valori di riferimento riportati all'Allegato II del citato Decreto legislativo che si riportano in stralcio:

Codice	Titolo	
A.06.17	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.6di18

I. Soglie di valutazione superiore e inferiore

Si applicano le seguenti soglie di valutazione superiore e inferiore:

1. BISSIDO DI ZOLFO

	Protezione della salute umana	Protezione della vegetazione
Soglia di valutazione superiore	60% del valore limite sulle 24 ore (75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile)	60% del livello critico invernale (12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Soglia di valutazione inferiore	40% del valore limite sulle 24 ore (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile)	40% del livello critico invernale (8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

2. BISSIDO DI AZOTO E OSSIDI DI AZOTO

	Protezione della salute umana (NO ₂)	Protezione della salute umana (NO _x)	Protezione della vegetazione (NO _x)
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite orario (140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile)	80% del valore limite annuale (32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	80% del livello critico annuale (24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite orario (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile)	65% del valore limite annuale (26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	65% del livello critico annuale (19,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

3. MATERIALE PARTICOLATO (PM10 PM2,5)

	Media su 24 ore PM10	Media annuale PM10	Media annuale PM2,5*
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile)	70% del valore limite (28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	70% del valore limite (17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile)	50% del valore limite (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	50% del valore limite (12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



4. PIOMBO

	Media annuale
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (0,35 µg/m ³)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (0,25 µg/m ³)

5. BENZENE

	Media annuale
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (3,5 µg/m ³)
Soglia di valutazione inferiore	40% del valore limite (2 µg/m ³)

6. MONOSSIDO DI CARBONIO

	Media su 8 ore
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (7 mg/m ³)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (5 mg/m ³)

I punti di monitoraggio sono stati individuati considerando come principali bersagli dell'inquinamento atmosferico recettori isolati particolarmente vicini al tracciato delle opere e centri abitati disposti in prossimità delle stesse.

In generale si possono individuare 4 possibili tipologie di impatti:

- l'inquinamento dovuto alle lavorazioni in prossimità dei cantieri;
- l'inquinamento prodotto dal traffico dei mezzi di cantiere;
- l'inquinamento dovuto alle lavorazioni effettuate sul fronte avanzamento lavori;
- l'inquinamento prodotto dal traffico veicolare della strada in esercizio.

I punti di monitoraggio sono stati collocati seguendo i criteri sotto elencati:

- possibilità di posizionamento del mezzo in aree circostanti e rappresentative della zona inizialmente scelta;
- verifica della presenza di altri recettori nelle immediate vicinanze in modo da garantire una distribuzione dei siti di monitoraggio omogenea rispetto alla lunghezza dell'intervento;
- copertura di tutte le aree recettore individuate lungo il tracciato;
- posizionamento in prossimità di recettori ubicati lungo infrastrutture stradali esistenti.

Descrizione	Durata	Parametri	Fasi		
			A.O.	C.O.	P.O.
Rilevamento	Sette giorni	Indicati da Dlgs 155/10	Una volta	Due volte	

Codice	Titolo	Pag.8di18
A.06.17	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	

Si rinvia all'elaborato grafico A06.18 per il posizionamento dei punti oggetto di rilevazione precisando che i campionamenti, per i recettori individuati, saranno svolti in tre momenti differenti secondo la sequenza riportata in tabella.

I parametri oggetto di monitoraggio sono:

- Inquinanti gassosi,
- polveri,
- parametri meteorologici.

Se da un lato, infatti, è ragionevole ipotizzare che l'obiettivo del PMA non debba essere quello di caratterizzare lo stato qualitativo dell'aria alla stregua di una rete provinciale di monitoraggio, è tuttavia innegabile che gli effetti ambientali correlati alle emissioni previste nelle fasi di realizzazione dell'infrastruttura per essere opportunamente controllati nella loro entità ed evoluzione temporale necessitano di indicatori e di limiti di riferimento che trovano proprio nella normativa la loro più efficace, usuale ed oggettiva espressione.

I parametri individuati risultano: ossidi di azoto; biossido di zolfo; monossido di carbonio.

Per quanto riguarda il particolato: polveri totali sospese (PTS); polveri sottili (PM10).

Per i dati meteorologici: direzione e velocità del vento; temperatura; umidità; pressione atmosferica; radiazione netta e globale; pioggia.

I parametri CO, NO_x, NO, NO₂, SO₂, O₃ e PTS verranno rilevati in continuo con apposita strumentazione certificata, installata su laboratorio mobile e restituiti come valore medio orario o come media su 8 ore laddove richiesto dalla normativa.

Il parametro PM10 verrà acquisito mediante campionamento gravimetrico su filtro e restituito come valore medio giornaliero.

4.2 Rumore

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale della componente "Rumore" è redatto allo scopo di caratterizzare, dal punto di vista acustico, l'ambito territoriale interessato dall'opera progettata.

Il monitoraggio di tale componente ambientale deve essere articolato nelle tre fasi di:

- ante-operam;
- corso d'opera;
- post-operam.

e ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione dell'opera, risalendo alle loro cause.

Ciò per determinare se tali variazioni sono imputabili all'opera in costruzione o realizzata e per ricercare i correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con la situazione ambientale preesistente.

Il monitoraggio dello stato ambientale, eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera consentirà di:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione dell'infrastruttura;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

Codice	Titolo	
A.06.17	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.9di18



Nell'ambito di tali fasi operative si procederà, rispettivamente, alla rilevazione dei livelli sonori attuali (assunti come "punto zero" di riferimento), alla misurazione del clima acustico nella fase di realizzazione dell'opera e delle attività di cantiere e alla rilevazione dei livelli sonori nella fase post-operam.

In particolare, 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 dei cantieri;
- quantificare un adeguato scenario di indicatori ambientali tali da rappresentare, per le posizioni più significative, la "situazione di zero" a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dall'esercizio dell'opera.
- consentire un agevole valutazione degli accertamenti effettuati.

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

- documentare l'eventuale alterazione dei livelli sonori 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 del cantiere e/o al fine di realizzare degli adeguati interventi di mitigazione, di tipo temporaneo.

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

- confronto degli indicatori definiti nello "stato di zero" con quanto rilevato in corso di esercizio dell'opera;
- controllo ed efficacia degli interventi di mitigazione realizzati (collaudo, ecc.).

L'individuazione dei punti di misura deve essere effettuata in conformità a criteri legati alle caratteristiche territoriali dell'ambito di studio, alle tipologie costruttive previste per l'opera di cui si tratta, alle caratteristiche dei recettori individuati nelle attività di censimento.

Deve essere rilevato sia il rumore emesso direttamente dai cantieri operativi e dal fronte di avanzamento lavori, che il rumore indotto, sulla viabilità esistente, dal traffico dovuto allo svolgimento delle attività di cantiere. Deve essere effettuata una valutazione preventiva dei luoghi e dei momenti caratterizzati da un rischio di impatto particolarmente elevato (intollerabile cioè per entità e/o durata) nei riguardi dei recettori presenti, che consenta di individuare i punti maggiormente significativi in corrispondenza dei quali realizzare il monitoraggio.

La campagna di monitoraggio consentirà inoltre di verificare che sia garantito il rispetto dei vincoli previsti dalle normative vigenti nazionali e comunitarie; a tale proposito, infatti, le norme per il controllo dell'inquinamento prevedono sia i limiti del rumore prodotto dalle attrezzature sia i valori massimi del livello sonoro ai confini delle aree di cantiere.

Per quanto concerne, invece, il monitoraggio del rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere, le rilevazioni previste hanno allo scopo di controllare la rumorosità del traffico indotto dalle attività di costruzione. I punti di misura vanno previsti principalmente nei centri abitati attraversati dai mezzi di cantiere ed in corrispondenza dei recettori limitrofi all'area di cantiere.

Codice	Titolo	
A.06.17	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.10di18

La campagna di monitoraggio acustico ha lo scopo di definire i livelli sonori relativi alla situazione attuale, di verificare gli incrementi indotti dalla realizzazione dell'infrastruttura di progetto (corso d'opera) rispetto all'ante-operam (assunta come "punto zero" di riferimento) e gli eventuali incrementi indotti nella fase post-operam.

Nel corso delle campagne di monitoraggio nelle fasi temporali devono essere rilevate le seguenti categorie di parametri:

- parametri acustici;
- parametri meteorologici;

Tali dati vanno raccolti in schede riepilogative per ciascuna zona acustica di indagine con le modalità che verranno di seguito indicate.

Parametri acustici

Per quanto riguarda i Descrittori Acustici, si deve rilevare il livello equivalente (Leq) ponderato "A" espresso in decibel.

Oltre il Leq è opportuno acquisire i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99 che rappresentano i livelli sonori superati per l'1, il 10, il 50, il 95 e il 99% del tempo di rilevamento. Essi rappresentano la rumorosità di picco (L1), di cresta (L10), media (L50) e di fondo (L90 e, maggiormente, L99).

Parametri meteorologici

Nel corso della campagna di monitoraggio possono essere rilevati i seguenti parametri meteorologici:

- temperatura;
- velocità e direzione del vento;
- presenza/assenza di precipitazioni atmosferiche;
- umidità.

Le misurazioni di tali parametri saranno effettuate allo scopo di determinare le principali condizioni climatiche e di verificare il rispetto delle prescrizioni che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:

- velocità del vento > 5 m/s;
- temperatura dell'aria < 5 °C;
- presenza di pioggia e di neve.

Descrizione	Durata	Parametri	Fasi
-------------	--------	-----------	------

Codice	Titolo	
A.06.17	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.11di18

			A.O.	C.O.	P.O.
Rilevamento di rumore indotto da traffico veicolare ordinario	24 h	Leq 24 ore Leq Diurno Leq Notturno	Una volta		
Rilevamento di rumore indotto dalle lavorazioni effettuate sul fronte di avanzamento lavori	24 h	Leq 24 ore Leq Diurno Leq Notturno	Una volta	Due volte	
Rilevamento del rumore indotto dalle lavorazioni effettuate all'interno delle aree di cantiere	24 h	Leq 24 ore Leq Diurno Leq Notturno	Una volta	Due volte	
Rilevamento di rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere	24 h	Leq 24 ore Leq Diurno Leq Notturno		Due volte	

Si rinvia all'elaborato grafico A06.18 per il posizionamento dei punti oggetto di rilevazione precisando che i campionamenti, per i recettori individuati, saranno svolti in tre momenti differenti secondo la sequenza riportata in tabella.

Le metodiche di campionamento e di analisi saranno elaborate in accordo con la normativa vigente. In particolare saranno strettamente osservate le normative e le indicazioni nazionali sia per ciò che concerne le pratiche di registrazione e di analisi che per quanto riguarda la verifica dei valori rilevati. La calibratura degli strumenti dovrà essere effettuata dai tecnici di campo all'inizio e alla fine di ogni misurazione e per ogni punto di misura. Le verifiche effettuate sulla strumentazione dovranno essere annotate sulle schede di rilevamento per ogni singola misura assieme all'identificazione dello strumento e dei suoi accessori principali (microfoni e calibratore), redatte in sito dal tecnico rilevatore. Il tecnico di campo, addetto alle misurazioni, dovrà accertare la corretta taratura degli strumenti utilizzati e che la tolleranza delle misurazioni sia compresa nei limiti previsti dalle loro specifiche costruttive.

Tutta la strumentazione utilizzata deve soddisfare i requisiti imposti dai commi 1, 2, 3 e 4 dell'art. 2 del Decreto del Ministero dell'Ambiente 16.3.98 "*Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico*". Per quanto riguarda la strumentazione da utilizzare nel corso dei rilevamenti è possibile far riferimento alle apparecchiature di seguito elencate.

4.3 Vibrazioni

Per una data opera inserita in un determinato contesto territoriale, la causa di immissione di fenomeni vibranti all'interno di edifici presenti nelle zone limitrofe dell'opera, è rappresentata dai macchinari utilizzati nelle lavorazioni durante le fasi di costruzione, mentre, in fase di esercizio dell'opera, è attribuibile a macchinari eventualmente impiegati durante attività lavorative proprie di specifici processi produttivi.

Il monitoraggio ambientale della componente "Vibrazioni" viene effettuato allo scopo di verificare che i ricettori interessati dalla realizzazione dell'infrastruttura siano soggetti ad una sismicità in linea con le previsioni progettuali e con gli standard di riferimento. Le attività di

Codice	Titolo	
A.06.17	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.12di18



monitoraggio permetteranno di rilevare e segnalare eventuali criticità in modo da poter intervenire in maniera idonea al fine di ridurre al minimo possibile l'impatto sui recettori interessati. Di conseguenza sono stati:

- individuati gli standard normativi da seguire;
- individuare gli edifici da sottoporre a monitoraggio;
- individuare le tipologie di misura da effettuare;
- definire la tempistica in cui eseguire le misure;
- individuare i parametri da acquisire.

Il monitoraggio ambientale della componente Vibrazioni consiste in una campagna di misure atte a rilevare la presenza di moti vibratorii all'interno di edifici e a verificarne gli effetti sulla popolazione e sugli edifici stessi.

Per quanto concerne gli effetti sulla popolazione, le verifiche riguardano esclusivamente gli effetti di "annoyance", ovvero gli effetti di fastidio indotti dalle vibrazioni percettibili dagli esseri umani. Tali effetti dipendono in misura variabile dall'intensità, dal campo di frequenza delle vibrazioni, dalla numerosità degli eventi e dal contesto abitativo nel quale gli stessi eventi si manifestano (ambiente residenziale, fabbrica, etc.). Tale disturbo non ha un organo bersaglio, ma è esteso all'intero corpo e può essere ricondotto ad un generico fastidio all'insorgenza di ogni vibrazione percettibile.

Le norme di riferimento per questo tipo di disturbo sono la ISO 2631 e la UNI 9614 che indicano nell'accelerazione del moto vibratorio, il parametro fisico che può caratterizzare le vibrazioni ai fini della valutazione del disturbo indotto sulle persone.

Per quanto riguarda gli effetti sulle strutture, in presenza di livelli elevati e prolungati di vibrazioni, possono osservarsi danni strutturali ad edifici e/o strutture. È da notare, però, che tali livelli sono più alti di quelli normalmente tollerati dagli esseri umani, i cui livelli sono riportati nelle norme ISO 2631 e UNI 9614. In definitiva, soddisfatto l'obiettivo di garantire livelli di vibrazione accettabili per le persone, risulta automaticamente realizzata l'esigenza di evitare danni strutturali agli edifici, almeno per quanto concerne le abitazioni civili.

Ne consegue che all'interno dei normali edifici non saranno eseguite misure finalizzate al danno delle strutture ma solo quelle relative al disturbo delle persone. Il riscontro di livelli di vibrazione che recano disturbo alle persone sarà condizione sufficiente affinché si intervenga nei tempi e nei modi opportuni per ridurre i livelli d'impatto.

Si procederà inizialmente alla rilevazione degli attuali livelli di vibrazione, che sono assunti come "punto zero" di riferimento e poi alla misurazione dei livelli vibrazionali determinati durante le fasi di realizzazione dell'opera. Il monitoraggio della fase ante-operam è finalizzato a testimoniare lo stato attuale dei luoghi in relazione alla sismicità indotta dalla pluralità delle sorgenti presenti (traffico

veicolare, etc) prima dell'apertura dei cantieri.

Tale monitoraggio viene previsto allo scopo di:

- rilevare i livelli vibrazionali dovuti alle lavorazioni effettuate nella fase di realizzazione dell'opera progetta;
- 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.

Codice	Titolo	
A.06.17	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.13di18

Per le rilevazioni in corso d'opera si deve tenere conto del fatto che le sorgenti di vibrazione possono essere numerose e realizzare sinergie d'emissione e esaltazioni del fenomeno se s'interessano le frequenze di risonanza delle strutture degli edifici monitorati.

Esistono norme di riferimento internazionali per la definizione dei parametri da monitorare; esse sono la ISO 2631 e la UNI 9614, che indicano nell'accelerazione del moto vibratorio il parametro fisico che può caratterizzare le vibrazioni ai fini della valutazione del disturbo indotto sulle persone.

Un altro parametro assai importante da quantificare ai fini del disturbo alle persone è il contenuto in frequenza dell'oscillazione dei punti materiali. Per quanto riguarda l'organismo umano, è noto che esso percepisce in maniera più marcata fenomeni vibratorii caratterizzati da basse frequenze (1-16 Hz) mentre, per frequenze più elevate la percezione diminuisce. Il campo di frequenze d'interesse è quello compreso tra 1 e 80 Hz.

Questo è quanto si evince dalla norma ISO 2631, che riporta i risultati di studi effettuati sottoponendo l'organismo umano a vibrazioni pure (ossia monofrequenza) di frequenza diversa.

Nel caso di vibrazioni multifrequenza, ossia composte dalla sovrapposizione di armoniche di diversa frequenza, del tipo di quelle indotte da lavorazioni, per la definizione di indicatori di tipo psico-fisico, legati alla capacità percettiva dell'uomo, occorre definire un parametro globale, poiché la risposta dell'organismo umano alle vibrazioni dipende oltre che dalla loro intensità anche dalla loro frequenza. Tale parametro globale, definito dalla UNI 9614 (che recepisce la ISO 2631), è l'**accelerazione complessiva ponderata** in frequenza a_w , che risulta essere il valore efficace (r.m.s.) dell'accelerogramma misurato adottando degli opportuni filtri che rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo.

Per quanto riguarda i valori di soglia delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza a cui fare riferimento, vengono considerate le tabelle che seguono estratte dalle UNI 9614, riportate separatamente per asse Z e assi X e Y.

Codice	Titolo	Pag.14di18
A.06.17	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	



**Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per l'asse Z
(Prospetto II - UNI 9614)**

Destinazione d'uso	Accelerazione	
	m/s ²	dB
Aree critiche	5,0 10 ⁻³	74
Abitazioni notte	7,0 10 ⁻³	77
Abitazioni giorno	10,0 10 ⁻³	80
Uffici	20,0 10 ⁻³	86
Fabbriche	40,0 10 ⁻³	92

**Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per gli assi X e Y
(Prospetto III - UNI 9614)**

Destinazione d'uso	Accelerazione	
	m/s ²	dB
Aree critiche	3,6 10 ⁻³	71
Abitazioni notte	5,0 10 ⁻³	74
Abitazioni giorno	7,0 10 ⁻³	77
Uffici	14,4 10 ⁻³	83
Fabbriche	28,8 10 ⁻³	89

In linea generale devono essere previste campagne di monitoraggio nelle tipologie di ricettori che risultano più sensibili alle vibrazioni indotte dalle lavorazioni:

- edifici residenziali;
- attività sensibili quali ospedali, industrie di precisione, etc;
- emergenze storico-culturali.

Nel caso di specie saranno monitorati punti prossimi ad edifici residenziali limitrofi all'area di cantiere

Descrizione	Durata	Parametri	Fasi		
			A.O.	C.O.	P.O.
Rilevamento vibrazione	24 h	Acc-Ponderata	Una volta	Due volte	

Si rinvia all'elaborato grafico A06.18 per il posizionamento dei punti oggetto di rilevazione precisando che i campionamenti, per i ricettori individuati, saranno svolti in tre momenti differenti secondo la sequenza riportata in tabella.

Il monitoraggio della componente vibrazioni nei ricettori prescelti viene svolto con una procedura standardizzata composta dalle seguenti fasi:

1. Sopralluogo degli edifici da monitorare

Il Sopralluogo nell'edificio da monitorare è necessario per i seguenti aspetti:

Codice	Titolo	Pag.15di18
A.06.17	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	



Verifica dell'accessibilità degli edifici per la realizzazione delle misure nelle varie fasi del monitoraggio;

Definizione di dettaglio delle sorgenti di emissione in essere;

Rilievo di dettaglio delle destinazioni d'uso delle stanze degli immobili

Selezione delle stanze in cui posizionare i dispositivi di misura tenendo presente che esse sono le stesse nelle varie fasi di monitoraggio;

Definizione del calendario per lo svolgimento delle indagini.

I dispositivi di misura vengono posizionati in base ai seguenti criteri:

Edifici residenziali multipiano: i dispositivi di misura sono localizzati in corrispondenza del primo e dell'ultimo solaio abitato, dal lato dell'edificio a minima distanza dalla sorgente di vibrazione dominante o, qualora non esista una dominanza in senso stretto, dal lato della sorgente. Il monitoraggio è preferibilmente svolto in stanze in cui non si verificano interferenze con le attività residenziali e in posizione centrale al locale (in corrispondenza della mezzeria del solaio). All'interno delle stanze scelte, al primo e all'ultimo piano dell'edificio, devono essere posizionati: 3 accelerometri sul solaio al centro della stanza atti a misurare tutte le componenti del moto vibratorio.

Tutti gli accelerometri convogliano simultaneamente i dati ad una centralina di acquisizione dati.

Edifici residenziali ad un piano: i dispositivi di misura vengono posizionati in corrispondenza del piano di calpestio dal lato dell'edificio a minima distanza dalla sorgente di vibrazione dominante o, qualora non esista una dominanza in senso stretto, dal lato della sorgente (ferroviaria e non). All'interno della stanza scelta devono essere posizionati: 3 accelerometri sul solaio al centro della stanza atti a misurare tutte le componenti del moto vibratorio.

2. Installazione dei dispositivi di rilevamento

Il posizionamento e il fissaggio dell'intera catena di misura devono essere effettuati in maniera stabile, senza cioè, che movimenti non controllati del sistema di misurazione o del personale addetto, determinino piccole vibrazioni locali tali da rendere non valida l'intera misurazione. In alternativa al precedente metodo i trasduttori possono essere resi solidali, mediante attacco magnetico o filettato, ad un massetto d'acciaio, avente peso adeguato, appoggiato al suolo in maniera stabile. I trasduttori devono essere connessi con il sistema d'acquisizione dati che sarà collocato in posizione idonea. Poiché è necessario acquisire contemporaneamente i dati provenienti da tutti i trasduttori si rende necessario l'utilizzo di un sistema di acquisizione avente almeno 8 canali.

3. Calibrazione

Prima dell'inizio di ogni ciclo di misura deve essere effettuata la calibrazione della catena di misura.

4. Analisi pre-rilevamento

Preventivamente alla registrazione del segnale si procede ad una verifica dei livelli di vibrazione rilevabili da tutti i trasduttori posizionati al fine di verificare la funzionalità dei collegamenti. In questa fase è possibile verificare la presenza di vibrazioni statisticamente non significative dovute ad esempio ad attività di manutenzione o all'impiego di macchine utensili all'interno dell'edificio: in questi casi è richiesta l'interruzione del funzionamento o si attende che sia esaurita la causa del disturbo. In questa fase è definito

Codice	Titolo	
A.06.17	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.16di18



anche quale dei trasduttori posizionati deve assumere la funzione di trigger, ossia quell'accelerometro che controlla la registrazione o meno del segnale nella memoria del sistema d'acquisizione dati. Analizzando i segnali provenienti dal trasduttore con funzione di trigger, in corrispondenza degli eventi che determinano vibrazioni (es. passaggio di un treno, di un mezzo pesante, etc.), sono definite le soglie di registrazione. Le soglie di registrazione sono quei valori che se superati sul trigger avviano la registrazione del segnale proveniente da tutti i trasduttori posizionati. In alternativa il trigger potrà essere manuale.

5. Rilevamento delle vibrazioni

Al termine delle operazioni di cui al punto precedente si dà il via al rilevamento vero e proprio che come detto ha la durata di 24 ore. Il sistema di acquisizione acquisisce in continuo per 24 ore i segnali provenienti da tutti i trasduttori posizionati ma memorizza solo gli eventi che determinano sul trigger vibrazioni superiori al valore di soglia pre-impostato. Il sistema di acquisizione deve essere impostato per eseguire un numero di campionamenti nell'unità di tempo idoneo al campo di frequenze interessato:

1-80 Hz per effetti sull'uomo

8. Compilazione del rapporto di rilevamento

Al termine delle misure si procede alla compilazione del rapporto di indagine ed alla verifica di calibrazione della catena di misura.

La strumentazione per la misura delle vibrazioni è costituita essenzialmente da un trasduttore elettrodinamico in grado di trasformare la vibrazione in un segnale elettrico, da una apparecchiatura per il condizionamento dei segnali, e da un sistema per la registrazione delle grandezze misurate. Nel rapporto di prova dovrà essere completamente descritta la catena di misura ed acquisizione utilizzata e dovranno essere precisate le caratteristiche di risposta in frequenza del sistema di misura completo.

4.4 Flora, habitat e fauna

Si prevede un monitoraggio con durata quinquennale suddiviso tra Flora e habitat e, separatamente Fauna.

Con riguardo alla flora e habitat o po aver eseguito un monitoraggio pre-cantiere, l'anno seguente la prima stagione vegetativa e successivamente ogni 2 anni, sarà effettuato il rilievo speditivo primaverile della vegetazione nel buffer di 10 metri attorno all'area interessata.

Tali rilievi avranno l'obiettivo di verificare lo stato delle piante arboree e arbustive messe a dimora e stilare una *checklist* delle entità presenti e dello stato degli habitat. L'eventuale variazione negli anni delle entità floristiche, delle associazioni vegetazionali rilevate, dell'espansione o diminuzione degli habitat, permetterà di studiare i processi in atto per cercare di comprenderne l'evoluzione.

Nell'elenco floristico ottenuto sarà messa in evidenza soprattutto l'eventuale presenza di entità vegetali incluse in liste di protezione (Liste Rosse nazionali e regionali; Allegati Convenzione di Berna; Allegati II e IV Direttiva 92/43/CEE "Habitat") e comunque rare, endemiche o di elevato valore biogeografico per il territorio regionale e/o nazionale.

Al termine delle attività d'indagine sarà redatta una Relazione contenente i risultati dell'indagine eseguita e relative osservazioni.

Gli elaborati verranno completati con:

Codice	Titolo	Pag.17di18
A.06.17	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	



- verbali di osservazione;
- documentazione fotografica;

Il monitoraggio sulla componente faunistica avverrà contestualmente con quella floristica, e avrà l'obiettivo di rilevare la presenza di Anfibi, Rettili, Mammiferi e Uccelli, con adeguati metodi di rilevamento messi in atto da esperti faunisti.

Codice	Titolo	
A.06.17	Progetto di monitoraggio ambientale - relazione	Pag.18di18