

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIREZIONE TECNICA**  
**S.O. GEOLOGIA TECNICA, DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**RIASSETTO NODO DI BARI**

**TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE**

**Sottovia carrabile nella zona S. Anna e Canale idraulico tra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi**

**Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna**

**MONITORAGGIO AMBIENTALE**  
**Relazione generale**

SCALA:

---

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA / DISCIPLINA Progr. REV.

**I A 1 U** **0 4** **E** **6 9** **R G** **A C 0 0 0 0** **4 0 1** **B**

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Emissione esecutiva	F.ROCCHI	OTTOBRE 2016	A.ESPOSITO D.PUTZU	OTTOBRE 2016	F. GERNONE	OTTOBRE 2016	S.PADUOSI GENNAIO 2022
B	Emissione esecutiva	I.PERRINI	GENNAIO 2022	M.FILIPPONE	GENNAIO 2022	G.DIMAGGIO	GENNAIO 2022	ITALFERR S.p.A. Ing. Paolo Ottaviano n. 25827/827

File:IA1U04E69RGAC0000401B

n. Elab.

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>4</b>
1.1	PREMESSA.....	4
1.2	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	4
1.3	ARTICOLAZIONE DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	5
1.4	STRUTTURA DEL PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	6
<b>2</b>	<b>COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI INDAGINE E CRITERI GENERALI</b> .....	<b>7</b>
2.1	NORMATIVA GENERALE .....	7
2.2	INQUADRAMENTO GENERALE.....	7
2.2.1	<i>Caratteristiche di progetto</i> .....	7
2.3	ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE.....	12
2.4	COMPONENTI AMBIENTALI MONITORATE .....	12
2.5	LOCALIZZAZIONE E DENOMINAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....	13
<b>3</b>	<b>CRITERI DI RESTITUZIONE DEI DATI DI MONITORAGGIO</b> .....	<b>14</b>
3.1	SISTEMA INFORMATIVO .....	14
3.2	RESTITUZIONE DEI DATI IN FORMA CARTACEA .....	15
3.3	DIFFUSIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO .....	15
<b>4</b>	<b>RICETTORI, PUNTI DI MISURA E TEMPI</b> .....	<b>16</b>
4.1	I RICETTORI .....	16
4.2	PUNTI DI MISURA .....	25
4.3	TEMPI E FREQUENZE.....	25
<b>5</b>	<b>RELAZIONI SPECIFICHE DELLE SINGOLE COMPONENTI AMBIENTALI</b> .....	<b>26</b>
5.1	ATMOSFERA .....	26
5.1.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	26
5.1.2	<i>Normativa di riferimento</i> .....	26
5.1.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i> .....	29
5.1.4	<i>Identificazione dei punti di monitoraggio</i> .....	29
5.1.5	<i>I parametri oggetto del monitoraggio</i> .....	29
5.1.6	<i>Strumentazione e tecniche di rilievo</i> .....	32
5.1.7	<i>Rete di monitoraggio</i> .....	33
5.2	SUOLO E SOTTOSUOLO .....	34
5.2.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	34
5.2.2	<i>Modalità del monitoraggio</i> .....	35
5.2.3	<i>Normativa di riferimento</i> .....	36
5.2.4	<i>I parametri oggetto del monitoraggio</i> .....	36

5.2.5	Metodologia di misura e campionamento.....	38
5.2.6	Descrizione del profilo .....	40
5.2.7	Rete di monitoraggio .....	44
<b>5.3</b>	<b>ACQUE SOTTERRANEE.....</b>	<b>45</b>
5.3.1	Obiettivi del monitoraggio.....	45
5.3.2	Normativa di riferimento .....	46
5.3.3	Caratterizzazione idrogeologica dell'area .....	46
5.3.4	Criteri di scelta delle postazioni.....	47
5.3.5	I parametri oggetto del monitoraggio .....	48
5.3.6	Metodologia di misura e campionamento.....	49
5.3.7	Modalità del monitoraggio .....	50
5.3.8	Documentazione di base per la redazione del PMA.....	51
5.3.9	Definizione dei punti di monitoraggio.....	52
5.3.10	Metodologia di rilevamento e campionamento .....	55
5.3.11	Determinazione dei parametri chimico-fisici .....	55
5.3.12	Rete di monitoraggio .....	56
<b>5.4</b>	<b>RUMORE .....</b>	<b>56</b>
5.4.1	Obiettivi del monitoraggio acustico.....	56
5.4.2	Normativa di riferimento .....	57
5.4.3	Criteri e modalità del monitoraggio acustico .....	58
5.4.4	Strumentazioni e tecniche di rilievo .....	59
5.4.5	Rete di monitoraggio .....	60
<b>5.5</b>	<b>VIBRAZIONI .....</b>	<b>61</b>
5.5.1	Obiettivi del monitoraggio.....	61
5.5.2	Normativa di riferimento .....	61
5.5.3	Modalità di monitoraggio e parametri.....	63
5.5.4	Criteri di scelta delle postazioni di misura.....	64
5.5.5	Elaborazioni delle misure.....	64
5.5.6	Rete di monitoraggio .....	64

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 PREMESSA

Il progetto definitivo della linea ferroviaria a sud di Bari tra Bari centrale e Bari Torre a Mare è stato approvato con delibera CIPE n. 1 del 28 /01/2015 pubblicata su Gazzetta Ufficiale n. 184 del 10/08/2015.

In virtù dell'istruttoria inviata dalla Struttura Tecnica di Missione del Ministero dei Trasporti al CIPE, che analizzava il progetto definitivo presentato in CdS (19/05/2014) e riportava le prescrizioni degli Enti intervenuti nella CdS stessa, si sono effettuate scelte progettuali in modo da ottemperare a tali prescrizioni anche in questa fase progettuale.

Quest'ultime comprendevano *“la risoluzione delle interferenze con la linea ferroviaria in progetto”* a tale proposito è stata quindi prevista la realizzazione di un sottopassaggio, carrabile e ciclopedonale, alla esistente linea ferroviaria Bari C.le - Bari Torre a Mare di collegamento tra il realizzando quartiere S. Anna alla esistente viabilità di costa che sarà oggetto del presente documento.

Il documento è stato redatto ai sensi delle *“Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163”* (norme tecniche di attuazione dell'allegato XXI) REV. 2 del 23 luglio 2007” e delle Linee Guida predisposte dalla Commissione Speciale VIA.

Il progetto individua le principali componenti ambientali da indagare e le modalità, tempi e costi del monitoraggio; esso potrà comunque subire delle variazioni al fine di recepire eventuali indicazioni degli enti legate a variazioni del Progetto dell'opera e/o a seguito delle risultanze delle indagini preliminari per il monitoraggio e/o nella fase di realizzazione dell'opera per rispondere ad esigenze specifiche locali non evidenziate in questa fase progettuale.

Il PMA indica gli obiettivi, i requisiti ed i criteri metodologici decisi per il Monitoraggio Ante Operam (AO), il Monitoraggio in Corso d'Opera (CO) e il Monitoraggio Post Operam o in esercizio (PO), tenendo conto della realtà territoriale ed ambientale in cui il progetto dell'opera si inserisce e dei potenziali impatti che esso determina sia in termini positivi che negativi.

### 1.2 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il monitoraggio ambientale ha i seguenti obiettivi primari:

- verificare la conformità alle previsioni di impatto individuate negli studi ambientali relativi al progetto per quanto attiene le fasi di costruzione e di esercizio dell'Opera;
- correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive (SGA);
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione (sia in fase di cantiere che di esercizio);
- effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti, e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni.

Dalle precedenti premesse Il Progetto di Monitoraggio descritto nel presente documento ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni perturbative che intervengono nell'ambiente durante la costruzione dell'opera o immediatamente dopo la sua entrata in esercizio, risalendo alle cause e fornendo i parametri di input al Sistema di Gestione Ambientale (SGA) per l'attuazione dei sistemi correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni sostenibili.

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

Il presente PMA potrà quindi essere adeguato in funzione di varie eventualità che potrebbero verificarsi e che si possono così riassumere:

- evoluzione dei fenomeni monitorati;
- rilievo di fenomeni imprevisti;
- segnalazione di eventi inattesi (Non Conformità);
- verifica dell'efficienza di eventuali opere / interventi di minimizzazione / mitigazione di eventuali impatti.

### 1.3 ARTICOLAZIONE DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il Monitoraggio Ambientale (MA) si articola in tre fasi, nel dettaglio:

- **Monitoraggio Ante Operam (AO):** Verrà eseguito, laddove necessario, prima dell'avvio dei cantieri con lo scopo di fornire una descrizione dello stato dell'ambiente prima della lavorazione (stato attuale) e di fungere da base per la previsione delle variazioni che potranno intervenire durante la costruzione, proponendo le eventuali contromisure.

Le situazioni in tal modo definite andranno a costituire, per quanto possibile, il livello iniziale di riferimento cui rapportare gli esiti delle campagne di misura in corso d'opera.

- **Monitoraggio in Corso d'Opera (CO)**, il cui obiettivo è quello di:
  - o documentare l'evolversi della situazione ambientale ante operam al fine di verificare che la dinamica dei fenomeni ambientali sia coerente rispetto alle previsioni dello studio d'impatto ambientale;
  - o segnalare il manifestarsi di eventuali emergenze ambientali affinché sia possibile intervenire nei modi e nelle forme più opportune per evitare che si producano eventi irreversibili e gravemente compromissivi della qualità dell'ambiente;
  - o garantire il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali.
- **Monitoraggio Post Operam o in esercizio (PO)**, il cui obiettivo è quello di:
  - o Verificare gli obiettivi prefissi dalle opere di mitigazione ambientale e delle metodiche applicate;



**RIASSETTO NODO DI BARI**  
**TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI**  
**CENTRALE E BARI TORRE A MARE**  
**Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna**

**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**  
**RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 69 RG AC0000 401	B	6/66

- Stabilire i nuovi livelli dei parametri ambientali;
- Verificare le ricadute ambientali positive, a seguito dell'aumento di servizio del trasporto pubblico.

La struttura con cui si sono modulate le proposte d'attuazione dei rilevamenti per le singole componenti ambientali è stata impostata tenendo in considerazione principalmente l'obiettivo di adottare un PMA il più possibile flessibile e ridefinibile in corso d'opera, in grado di soddisfare le esigenze di approfondimenti in itinere, non compiutamente definibili a priori. In particolare ciò implica che la frequenza e la localizzazione dei rilevamenti potranno essere modificate in funzione dell'aggiornamento e completamento dei dati, effettuati nella fase ante operam, dell'evoluzione effettiva dei cantieri e di prescrizioni o esigenze specifiche emerse in itinere.

#### **1.4 STRUTTURA DEL PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

Il presente Progetto di Monitoraggio Ambientale è costituito dalla seguente documentazione:

- Relazione contenente la descrizione delle attività di monitoraggio da svolgersi nelle varie fasi (ante-operam, corso d'opera e post-operam) e l'illustrazione delle specifiche per l'esecuzione del monitoraggio delle diverse componenti ambientali;
- Planimetria in scala 1:2.000 per l'individuazione di tutti i punti di monitoraggio con indicazione delle componenti monitorate e delle fasi.



RIASSETTO NODO DI BARI  
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI  
CENTRALE E BARI TORRE A MARE  
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE  
RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 69 RG AC0000 401	B	7/66

## 2 COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI INDAGINE E CRITERI GENERALI

### 2.1 NORMATIVA GENERALE

Il principale riferimento normativo che ha guidato l'elaborazione del presente PMA è costituito da: Commissione Speciale per la Valutazione di Impatto Ambientale, "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA), Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163 REV. 2 del 23 luglio 2007" delle opere di cui alla Legge Obiettivo ("Legge 21.12.2001, n. 443", Rev. 1 del 4 Settembre 2003).

I riferimenti normativi più recenti comuni a tutte le componenti ambientali sono:

- Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n.4. "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale". (GU n. 24 del 29-1-2008- Suppl. Ordinario n.24);
- D.Lgs 3 aprile 2006 n° 152 "Norme in materia ambientale".

### 2.2 INQUADRAMENTO GENERALE

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale, viene redatto in concomitanza alla redazione del Progetto Esecutivo relativo alla realizzazione del sottopassaggio, carrabile e ciclopedonale, alla esistente linea ferroviaria Bari C.le - Bari Torre a Mare di collegamento tra il realizzando quartiere S. Anna alla esistente viabilità di costa.

La variante progettuale in esame è parte di un più vasto complesso progettuale relativo all'evoluzione del Nodo ferroviario di Bari volto alla razionalizzazione, riorganizzazione e miglioramento in generale del trasporto ferroviario, al miglior inserimento delle reti ferroviarie nel territorio urbano della città di Bari e alla riqualificazione urbanistica delle aree periferiche.

Nello specifico, l'opera di sottoattraversamento prevista in corrispondenza dell'esistente rilevato ferroviario consisterà in una nuova arteria stradale che si sviluppa tra due nuove rotatorie che garantiranno l'interconnessione con le viabilità esistenti. Una rotatoria (localizzata più ad est) sarà realizzata in corrispondenza del sedime dell'esistente via Giovanni di Cagno Abbrescia che costeggia il lungomare, l'altra (localizzata più ad ovest) verrà realizzata sull'area incolta compresa tra l'esistente complesso sportivo e strada Rurale Cannone.

#### 2.2.1 Caratteristiche di progetto

L'area in esame per la realizzazione dell'intervento in oggetto ricade interamente nel comune di Bari in località S. Anna.

In particolare, l'opera di sotto-attraversamento, prevista in corrispondenza dell'esistente rilevato ferroviario, consisterà in una nuova arteria stradale che si svilupperà tra due nuove rotatorie le quali garantiranno l'interconnessione con le viabilità esistenti.

La rotatoria posta ad est sarà realizzata in corrispondenza del sedime dell'esistente Via Giovanni di Cagno Abbrescia che costeggia il lungomare; mentre l'altra, posta ad ovest) è prevista nell'area compresa tra l'esistente complesso sportivo e Strada Rurale Cannone. In totale la nuova infrastruttura avrà uno sviluppo di circa 400 m.

### 2.2.1.1 Sottovia carrabile e ciclabile

Il progetto prevede la realizzazione di una nuova arteria stradale (categoria F1, ambito extraurbano) che si diramerà dall'esistente viabilità che si sviluppa lungo la costa. Qui è prevista la realizzazione di una nuova rotonda a tre rami (denominati: A nuova viabilità di sotto-attraffersamento, B e C) che consentirà il collegamento tra la nuova viabilità e quella litoranea esistente.

La nuova carreggiata stradale, muovendosi da est in direzione ovest, presenterà un primo tratto con andamento pressoché pianeggiante (circa 70 m) per proseguire poi in discesa con livelletta avente pendenza pari al 3,8 % e sviluppo di circa 80 m.

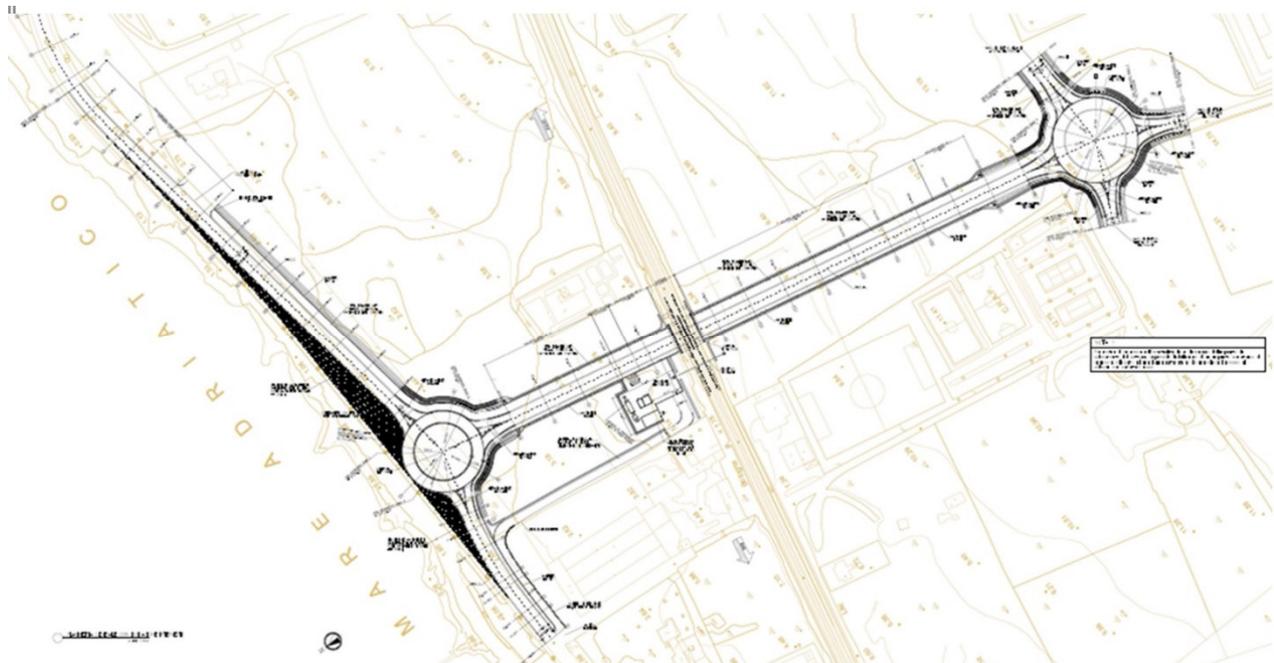


Figura 1- Planimetria di progetto

Proseguendo verso ovest, la nuova strada sottopassa il rilevato dell'esistente linea ferroviaria Bari C.le - Bari Torre a Mare e viene realizzato il cambiamento di pendenza longitudinale con l'inserimento di una livelletta in salita avente pendenza pari a circa il 10 %, tale tratto, caratterizzato dalla massima pendenza, ha uno sviluppo longitudinale pari a circa 155 m ed è raccordato con una livelletta successiva di pendenza minore (2.5%) che consente l'immissione del ramo A nella rotonda ovest. La nuova intersezione sarà completata con la realizzazione di tre ulteriori rami (D, E e F) divergenti dalla stessa che consentiranno i futuri collegamenti con le viabilità esistenti e la nuova viabilità in costruzione (oggetto di altro progetto ed appalto).

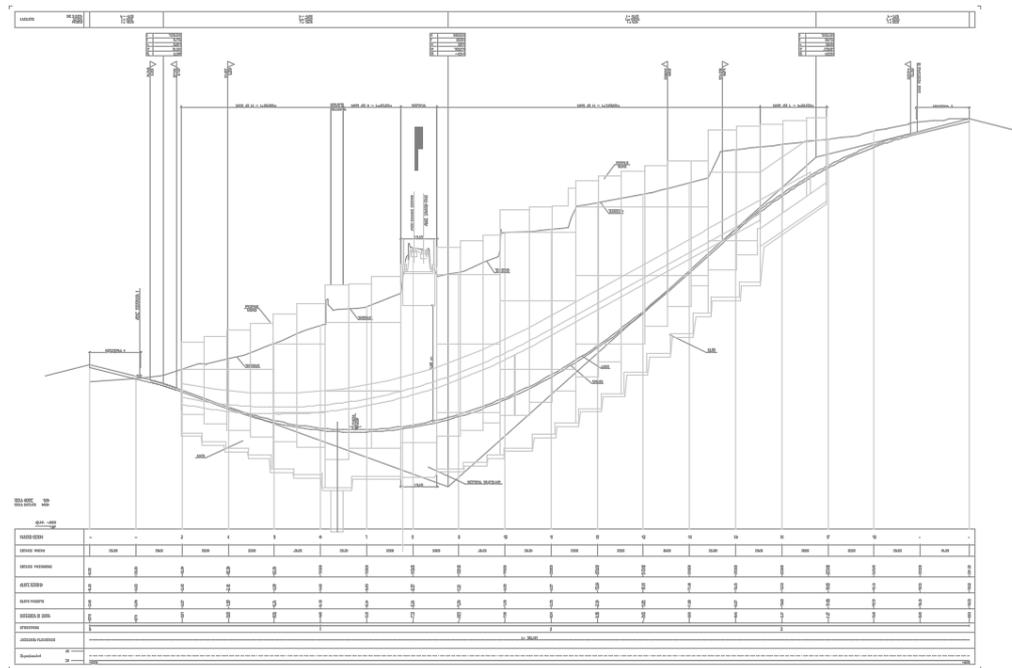


Figura 2 - Planimetria di progetto

La carreggiata stradale del nuovo ramo A ospiterà una corsia (ognuna di 3,5m) per senso di marcia ed avrà larghezza pari a 9,86 m.

In affiancamento alla carreggiata stradale sopra descritta è previsto, su un lato la realizzazione di un camminamento pedonale, e su quello opposto di una pista ciclabile.

I percorsi pedonali e ciclabili si attesteranno ad una quota superiore a quella delle corsie destinate alla marcia dei veicoli così da limitare la loro pendenza ed offrire un elevato grado di sicurezza mediante la separazione fisica delle differenti viabilità (stradale, pedonale e ciclabile).

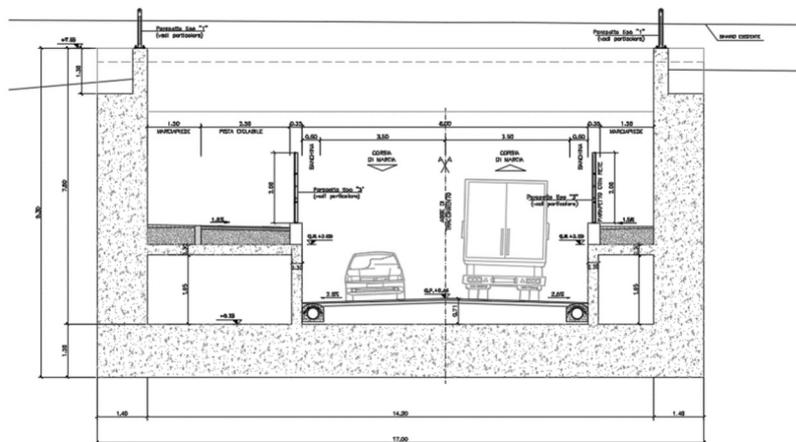


Figura 3 - Sezione tipo tra muri

Le porzioni di attacco del nuovo tracciato stradale alle nuove rotatorie si svilupperanno in trincea (lato est) e rilevato (lato ovest) senza prevedere opere di sostegno delle scarpate.

Il tratto intermedio prevede invece la realizzazione di muri di sostegno di altezza variabile per consentire l'esecuzione degli scavi necessari all'inserimento del sottovia.

Il manufatto di sotto-attraaversamento della linea ferroviaria esistente sarà realizzato in c.a. ed avrà le dimensioni caratteristiche rappresentate nell'immagine seguente.

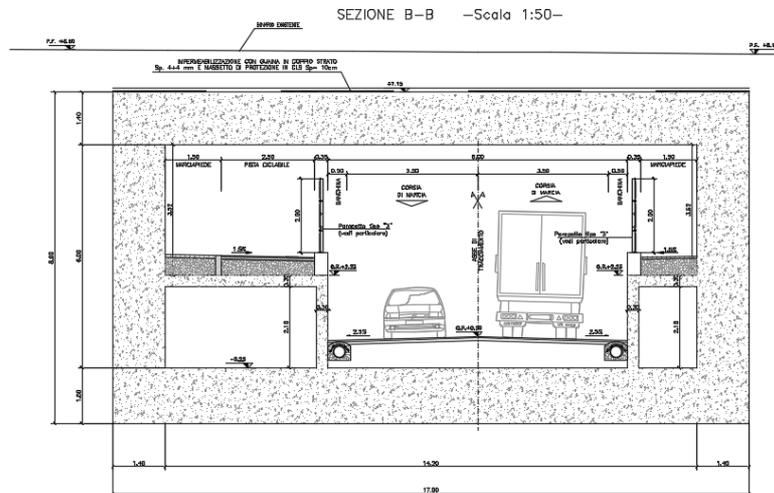


Figura 4 - Sezione tipo sottovia

Al fine di mantenere in esercizio la linea ferroviaria, escludendo rallentamenti o parzializzazioni del traffico, il sottovia sarà realizzato mediante il metodo di infissione con sistemi oleodinamici di sottopassi prefabbricati. Per ridurre al minimo i disturbi al servizio ferroviario, i binari della linea esistente saranno sostenuti mediante il sistema di supporto tipo Essen.

Sarà inoltre realizzato, in corrispondenza della progressiva 0+100, sul lato sx del sottopasso, un Fabbricato tecnologico costituito travi e pilastri in c.a. e da un rivestimento esterno in pannelli di tamponamento prefabbricati.

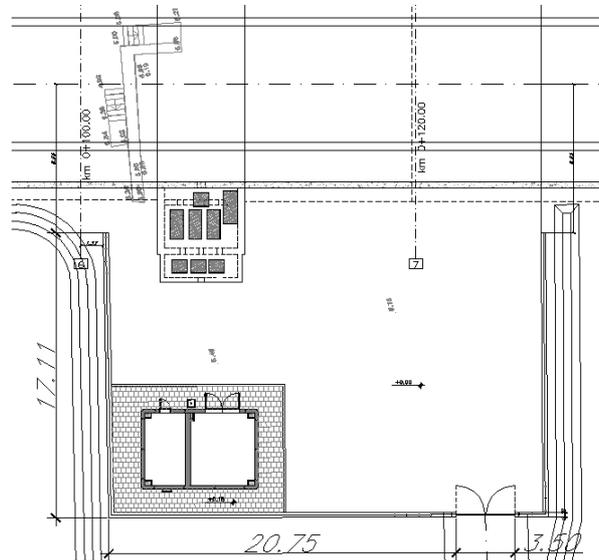


Figura 5 - Planimetria posizionamento del F.T.

Infine la nuova opera sarà dotata di impianto semaforico, di interdizione della marcia in caso di pericolo (con allerta telefonica) e di impianto di sollevamento delle acque meteoriche che verrà localizzato in uscita dal sottopasso, lato mare.

Tutto quanto sopra premesso, si riassumono nella Tabella 1 le denominazioni delle WBS progettuali dell'intervento che verranno richiamate nel corso di questo documento.

WBS	Tipologia
NV01A	Ramo A tra i muri + SLO1 Sottovia S. Anna
NV01A	Ramo A fuori muri
NV01B	Rotatoria 1 lato mare
NV01C	Rami "B" e "C" lato mare
NV01D	Rotatoria 2 lato monte
NV01E	Rami "D", "E", e "F" lato monte
NV02	Viabilità di accesso al fabbricato e impianto di sollevamento

Tabella 1- WBS principali richiamate

### 2.3 ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE

La progettazione di un cantiere segue regole dettate da numerosi fattori, che riguardano la geometria dell'opera da costruire, la morfologia e la destinazione d'uso del territorio, il tipo e il cronoprogramma delle lavorazioni previste all'interno di ogni singola area.

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di una serie di aree di cantiere lungo il tracciato di quest'ultime, che sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- facile collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale (strada statale ed autostrada);
- minimizzazione del consumo di territorio;
- minimizzazione dell'impatto sull'ambiente naturale ed antropico;
- interferire il meno possibile con il patrimonio culturale esistente.

La tabella seguente illustra il sistema di cantieri previsto per la realizzazione delle opere.

Denominazione	Comune	Superficie
CANTIERE BASE/OPERATIVO	BARI	1.900 mq
AREA STOCCAGGIO NORD	BARI	1.600 mq
AREA STOCCAGGIO SUD	BARI	2.300 mq

Per maggiori informazioni riguardo alle aree di cantiere e di stoccaggio si rimanda alla relazione del progetto di cantierizzazione.

### 2.4 COMPONENTI AMBIENTALI MONITORATE

La scelta relativa alle componenti ambientali da monitorare, in quanto significative per caratterizzare la qualità dell'ambiente in cui l'intervento si colloca, è stata effettuata tenendo conto del contesto territoriale in cui verrà collocata l'opera.

Questo è costituito essenzialmente da un'ampia area a ridosso della fascia costiera, fortemente antropizzata, ad uso seminativo e/o incolto, priva di veri e propri elementi di naturalità del territorio, e in condizioni di degrado ed abbandono a causa dell'effetto di cesura dovuto alla presenza dell'infrastruttura ferroviaria e alla mancanza di viabilità di collegamento alternative; come riferito nel PAC i pochi elementi vegetazionali individuabili, sono posti a distanza tale da escludere ogni interferenza con gli interventi in progetto, pertanto, tale evenienza ha portato ad escludere la necessità di monitoraggio delle componenti VEGETAZIONE, FAUNA ed ECOSISTEMI.

Nelle vicinanze dell'intervento sono presenti pochi recettori a carattere residenziale: vi sono solo due aree con presenza di fabbricati ad uso abitativo, entrambi posti nelle immediate vicinanze della linea ferroviaria.

Non si prevede di eseguire il monitoraggio per la componente ACQUE SUPERFICIALI a causa della distanza e del carattere "effimero" del corso d'acqua più prossimo all'area interessata dall'intervento di Variante (Lama San Marco). Le "lame", tipiche delle formazioni geologiche della zona di Bari e distribuite su un reticolo idrografico non sempre definito, sono caratterizzate da lunghi periodi anche invernali con assenza di deflussi; essi sono pertanto tali da non consentire un monitoraggio significativo dello stato delle acque e della sua variazione per eventuali impatti indotti.

In seguito alla valutazione degli aspetti ed in base alle considerazioni riportate sopra, nonché a partire da quanto evidenziato dagli studi di carattere ambientale dell'infrastruttura in oggetto, il monitoraggio ambientale verrà esteso alle seguenti componenti ambientali:

- ATMOSFERA;
- SUOLO E SOTTOSUOLO;
- ACQUE SOTTERRANEE;
- RUMORE;
- VIBRAZIONI.

La significatività degli impatti in relazione alle componenti ambientali risulta variabile in funzione della presenza e sensibilità dei ricettori, della tipologia di opera interferita, della tipologia e durata delle lavorazioni.

Il dettaglio di tali implicazioni viene fornito nell'ambito delle specifiche trattazioni per singola componente ambientale.

## 2.5 LOCALIZZAZIONE E DENOMINAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

I punti di misura sono stati scelti tenendo conto dei possibili impatti delle lavorazioni e dell'opera sull'ambiente naturale ed antropico esistente; la localizzazione è riportata sulle Planimetrie di ubicazione dei punti di monitoraggio.

Ogni punto di monitoraggio viene indicato con una stringa alfanumerica (es. RUC-01, SUO-01, ecc.) in cui:

- le prime tre lettere indicano la componente ambientale monitorata nel punto;
- il numero finale fornisce la numerazione progressiva dei punti per ciascuna componente ambientale.

POL	Monitoraggio Materiale Particellare
ASO	Monitoraggio Acque Sotterranee
SUO	Suolo
RUC	Rumore generato dalle lavorazioni del Cantiere
RUV	Rumore generato dalla Viabilità di Cantiere



RIASSETTO NODO DI BARI  
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI  
CENTRALE E BARI TORRE A MARE  
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE  
RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 69 RG AC0000 401	B	14/66

VIC

Vibrazioni generate dalle lavorazioni del Cantiere

### 3 CRITERI DI RESTITUZIONE DEI DATI DI MONITORAGGIO

Al fine di assicurare l'uniformità delle misure rilevate nelle diverse fasi del MA, ogni sistema di monitoraggio ambientale deve garantire, come minimo:

- controllo e validazione dei dati;
- archiviazione dei dati e aggiornamento degli stessi;
- confronti, simulazioni e comparazioni;
- restituzione tematiche.

I dati di monitoraggio, le cui caratteristiche specifiche sono definite nell'ambito del capitolo 5 "Relazioni specifiche delle singole componenti ambientali" del presente documento, dovranno essere elaborati mediante adeguati strumenti tecnologici ed informatici in grado di acquisire, trasmettere, archiviare ed analizzare coerentemente l'insieme di dati proveniente dalle diverse componenti specifiche monitorate nel tempo. Gli stessi dati, ai livelli di elaborazione specificati nel PMA, dovranno essere memorizzati e gestiti da un Sistema Informativo Territoriale (SIT).

#### 3.1 SISTEMA INFORMATIVO

Al fine di garantire l'acquisizione, la validazione, l'archiviazione, la gestione, la rappresentazione, la consultazione e l'elaborazione delle informazioni acquisite nello sviluppo del MA è necessario l'utilizzo di un sistema informativo che gestisca i dati misurati e le analisi relative alle diverse componenti ambientali. Tale sistema dovrà quindi rispondere non solo ad esigenze di archiviazione, ma anche di acquisizione, validazione, elaborazione, comparazione, pubblicazione e trasmissione dei diversi dati.

La struttura del database e le meta-informazioni correlate ai dati ambientali di monitoraggio e alle cartografie, sarà conforme agli standard definiti dalla Direttiva INSPIRE, entrata in vigore il 15 maggio 2007.

Il sistema dunque attraverso l'implementazione di una struttura condivisa dagli Enti territorialmente competenti e dal MATT, renderà l'informazione territoriale compatibile ed utilizzabile in un contesto transfrontaliero, garantendo piena disponibilità, qualità, organizzazione ed accessibilità dei dati.

Il sistema è strutturato in moduli, tra di loro pienamente interfacciati e costruiti secondo criteri di gestione e consultazione comuni, funzionali a ciascuna attività necessaria al monitoraggio.

La base informativa georeferenziata sarà costituita dagli elementi caratteristici del progetto e delle diverse componenti ambientali, dal database delle misure e degli indicatori, delle schede di rilevamento, delle analisi e dei riferimenti normativi e progettuali.

In generale, la struttura dati organizzata attraverso una sezione cartografica (GIS) ed alfanumerica (RDBMS) perfettamente integrate tra loro, consentirà la georeferenziazione delle informazioni alle quali è possibile attribuire un'ubicazione sul territorio.

La georeferenziazione dei dati sarà effettuata in sistema WGS-84 (World Geodetic System 1984), avendo proiezione cilindrica traversa di Gauss, nella versione UTM (Universal Transverse Mercator).



RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

PROGETTO

LOTTO

CODIFICA DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RELAZIONE GENERALE

IA1U

04

E 69 RG AC0000 401

B

15/66

Anche tutte le cartografie prodotte, sia in formato vettoriale sia in formato raster saranno rappresentate secondo il sistema WGS84/UTM, che grazie alla corrispondenza delle relative reti, è perfettamente relazionato col sistema nazionale, in vigore nel passato ed ancora in uso. Al fine di operare la conversione di file vettoriali da un sistema di riferimento all'altro (datum ROMA 40|ED50|WGS84 - fuso 32|33|O|E - coordinate piane/geografiche), è possibile richiedere al Ministero dell'Ambiente la consegna di apposito software.

Il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio ha predisposto una suite di prodotti per la archiviazione degli strati informativi e relativi dati associati, finalizzati alla pubblicazione su web, che potranno essere richiesti allo stesso per la integrazione con il Sistema Informativo Territoriale in sviluppo.

Il Sistema Informativo garantirà in sintesi:

- facilità di utilizzo anche da parte di utenti non esperti;
- modularità e trasportabilità;
- manutenibilità ed espandibilità;
- compatibilità con i principali pacchetti Sw in uso presso MATTM e ISPRA;
- gestione integrata di dati cartografici e alfanumerici;
- possibilità di analisi spaziale e temporale dei dati.

### 3.2 RESTITUZIONE DEI DATI IN FORMA CARTACEA

I dati relativi alle diverse componenti ambientali rilevate saranno disponibili oltre che su archivi informatici di cui sopra anche su documenti cartacei, da trasmettere su richiesta agli enti interessati.

Per l'acquisizione e la restituzione delle informazioni, saranno predisposte specifiche schede di rilevamento, contenenti elementi relativi al contesto territoriale (caratteristiche morfologiche, distribuzione dell'edificato, sua tipologia, ecc.), alle condizioni al contorno (situazione meteo-climatica, infrastrutture di trasporto e relative caratteristiche di traffico, impianti industriali, attività artigianali, ecc.), all'esatta localizzazione del punto di rilevamento, oltre al dettaglio dei valori numerici delle grandezze oggetto di misurazione, annotazioni di fenomeni singolari che si ritengono non sufficientemente rappresentativi di una condizione media o tipica dell'ambiente in indagine.

Per ciascuna componente ambientale saranno redatte delle planimetrie, dove saranno indicate le opere, le infrastrutture, la viabilità, ed i punti di monitoraggio con dettaglio delle diverse fasi AO, CO e PO. Tali planimetrie dovranno essere integrate e modificate sulla base degli eventuali cambiamenti che il PMA subirà nell'iter approvativo e nel corso della costruzione dell'opera.

### 3.3 DIFFUSIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO

Scopo dell'attività di monitoraggio è quello di fornire efficaci indicazioni non solo al gestore del cantiere ma anche alle istituzioni competenti. A questo fine, tutti i dati derivanti dal monitoraggio saranno resi disponibili all'ARPA Regionale, ai Comuni ed alla Provincia competenti per territorio.

Per alcuni degli ambiti oggetto del monitoraggio saranno definite delle soglie di attenzione o di intervento. Il superamento di tali soglie da parte di uno o più dei parametri monitorati implicherà una situazione inaccettabile per lo stato dell'ambiente e determinerà l'attivazione di apposite procedure

finalizzate a ricondurre gli stessi parametri a valori accettabili. In caso di superamento di tali soglie il soggetto titolare dell'attività di monitoraggio provvederà a darne immediata comunicazione agli enti interessati.

## 4 RICETTORI, PUNTI DI MISURA E TEMPI

### 4.1 I RICETTORI

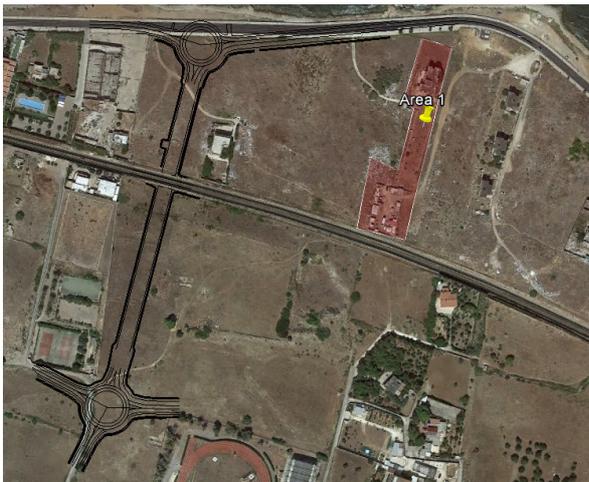
I ricettori sono stati individuati sulla base di un'analisi approfondita del territorio eseguita tramite ricerca bibliografica e sopralluoghi sul campo, al fine di caratterizzare il contesto territoriale prospiciente l'area di realizzazione del progetto.

In funzione della localizzazione e distribuzione degli edifici esistenti in prossimità dell'area interessata dall'intervento sono state individuate 7 aree omogenee come illustrato nel quadro d'unione seguente.



Figura 6 - Aree complessive

Nelle schede seguenti, per ciascuna area individuata, sono indicate le destinazioni urbanistiche prevalenti degli edifici compresi nella stessa ed i ricettori presenti al suo interno.

**AREA 1****Stralcio Area 1****Rudere** : Via Giovanni di Cagno Abbrescia**Baraccamenti**: Via Giovanni di Cagno Abbrescia**Area 1**: Visione d'assieme

Nell'area identificata con la sigla "Area 1" si rileva la presenza di un fabbricato abbandonato in cattivo stato di conservazione e di alcuni baraccamenti ad uso di ricovero mezzi e deposito. L'area risulta accessibile da due strade rurali non pavimentate che si diramano da Via Giovanni Cagno Abbrescia. Dal sopralluogo effettuato si rilevano rifiuti soprassuolo sparsi nell'area.

## AREA 2



Stralcio Area 2

Edificio disabitato : Via Giovanni di Cagno  
Abbrescia

Area 2: Visione d'insieme

Nell'area si individua un fabbricato ad uso abitativo, l'edificio presente uno stato di conservazione scadente, tuttavia, anche se da una prima analisi risulta semi-abbandonato si rileva la presenza di impiantistica e ricevitori satellitari che portano a pensare che possa essere ancora abitato o costituisca una residenza alternativa o saltuaria. L'area risulta accessibile da una viabilità sterrata che parte da Via Cagno Abbrescia, la quale risulta interferente con il progetto del sottopasso.

## AREA 3



Stralcio Area 3



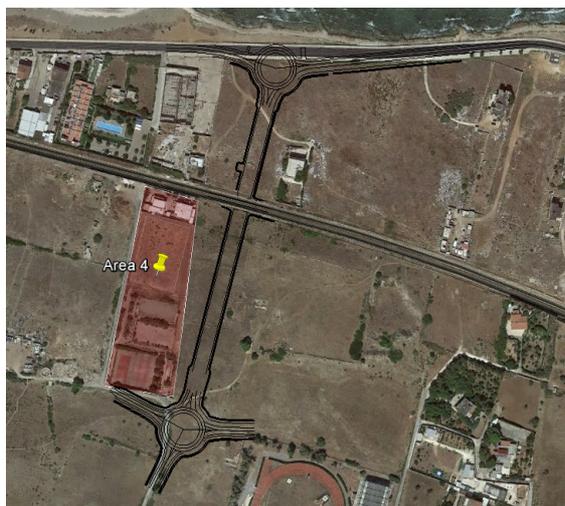
Capannone abbandonato : Via Giovanni di Cagno Abbrescia



Area 3: Visione d'assieme

Nell'area è presente il rudere di un capannone destinato originariamente a rimessaggio natanti, sono altresì presenti alcuni baraccamenti e tettoie in lamiera. L'area è direttamente accessibile da Via Giovanni Cagno Abbrescia.

## AREA 4



Stralcio Area 4



Area 4: Visione d'insieme



Nell'area è presente un fabbricato ad uso abitativo, sono altresì presenti impianti sportivi che versano in stato di degrado e abbandono oltre a tettoie in lamiera. L'area è accessibile da strada Rurale Zuccararo.

## AREA 5



Stralcio Area 5

Centro sportivo "Campo Scuola Bellavista": Strada  
Torre di SpecchioCentro sportivo "Campo Scuola Bellavista": Strada  
Torre di Specchio

Area 5: Visione d'insieme

Nell'area sono presenti degli impianti sportivi, accessibili da una strada asfaltata che si dirama da Via Giovanni Gentile.

### AREA 6



Stralcio Area 6



**Edificio Residenziale:** Strada Torre di Specchio



**Edificio Residenziale:** Strada Rurale Cannone



**Edificio Residenziale:** Strada Rurale Cannone



**Edifici Residenziali:** Strada Rurale Cannone

**Area 6:** Visione d'insieme

Area a carattere prevalentemente ad uso residenziale.

Presenza nelle vicinanze dei complessi della linea ferroviaria. Al limite esterno dell'area si nota la presenza di aree rurali, l'area è accessibile da strada Rurale Cannone.

## AREA 7



Stralcio Area 7



Chiesa avventista: Via M. Maldacea



Edificio Residenziale: Strada Rurale Cannone



Edificio Residenziale: S.R. Cannone/V. Palasciano



Area 7: Visione d'assieme

Area a prevalente destinazione residenziale con presenza di edificio religioso oltre ad alcune aree a prato/incolto. L'area è accessibile da Via Palasciano.



RIASSETTO NODO DI BARI  
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI  
CENTRALE E BARI TORRE A MARE  
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE  
RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 69 RG AC0000 401	B	25/66

## 4.2 PUNTI DI MISURA

Nel presente PMA, in ragione delle evidenze sopra indicate, sono state individuate le componenti ambientali da monitorare, la tipologia di monitoraggio (24 h, settimanale) e la frequenza delle campagne di misura nelle diverse fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam (una volta, trimestrale, quadrimestrale).

Per ognuna delle componenti ambientali selezionate sono stati definiti univocamente i punti ( si veda – Planimetria localizzazione punti di monitoraggio – IA1U04E69P6AC0000401B) nei quali predisporre le stazioni di monitoraggio per eseguire misure e prelievi, a seconda dei casi specifici.

Ciascun punto di monitoraggio è stato posizionato sulla base di analisi di dettaglio in campo, condotte in questa fase di progettazione definitiva, delle criticità e significatività specifica per singola componente ambientale messa in evidenza negli studi ambientali effettuati, sottoponendo il punto ad accertamento delle condizioni di accessibilità e mappandolo in carta. Per ognuno di tali punti si è previsto di individuarne la fase, le attività di monitoraggio che in esso avranno luogo e le relative frequenze e durate.

## 4.3 TEMPI E FREQUENZE

Nel presente PMA per ogni componente ambientale, in funzione delle aree monitorate sono state individuate le frequenze delle campagne di misura nelle diverse fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam.

Per quanto riguarda la durata delle misure questa è legata generalmente ad aspetti normativi o ad aspetti di significatività e rappresentatività dei dati. In particolare, per la fase corso d'opera le frequenze sono legate soprattutto ai tempi di realizzazione dell'opera o ai tempi di permanenza del cantiere. La durata complessiva del monitoraggio in corso d'opera quindi dipenderà chiaramente dai tempi di realizzazione dell'opera stessa, che è stata stabilita in 330 giorni.

## 5 RELAZIONI SPECIFICHE DELLE SINGOLE COMPONENTI AMBIENTALI

### 5.1 ATMOSFERA

#### 5.1.1 Obiettivi del monitoraggio

Le finalità del monitoraggio ambientale per la componente atmosfera sono:

- Valutare l'effettivo contributo connesso alle attività di cantiere in termini di emissione sullo stato di qualità dell'aria complessivo;
- Fornire ulteriori informazioni evidenziando eventuali variazioni intervenute rispetto alle valutazioni effettuate in fase di progettazione, con la finalità di procedere per iterazioni successive in corso d'opera ad un aggiornamento della valutazione delle emissioni prodotte in fase di cantiere;
- Verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e delle procedure operative per il contenimento degli impatti connessi alle potenziali emissioni prodotte nella fase di cantierizzazione dell'opera;
- Fornire dati per l'eventuale taratura e/o adeguamento dei modelli previsionali utilizzati negli studi di impatto ambientale.

La programmazione effettuata nel presente documento è volta ad accertare gli impatti sulla qualità dell'aria durante le fasi di costruzione dell'opera dovuti alle lavorazioni previste.

Nello specifico sono da valutare:

- l'impatto delle polveri determinate dalle lavorazioni di cantiere (scavi, movimenti terra, realizzazione cumuli di inerti, ecc.);
- l'impatto derivante dalle polveri generate dal transito degli automezzi impiegati per il trasporto dei materiali all'interno delle aree di lavorazione e lungo le piste di cantiere

I parametri rilevati durante il monitoraggio, opportunamente acquisiti ed elaborati, permetteranno nella fase di cantiere una corretta e tempestiva gestione della componente ambientale in oggetto.

#### 5.1.2 Normativa di riferimento

##### 5.1.2.1 Normativa Nazionale

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria e monitoraggio degli inquinanti dell'aria si basa sui seguenti riferimenti legislativi.

- DPCM n. 30 del 28.3.1983: "Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativa agli inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno"
- DPR n. 203 del 24.5.1988: "Attuazione delle Direttive CEE 80/779, 82/884, 84/360, e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotti dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della L. 183 del 16.4.1987"

- DM Ambiente 20.05.1991: "Criteri per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria".
- DM Ambiente 6.05.1992: "Definizione del sistema nazionale finalizzato al controllo ed assicurazione di qualità dei dati di inquinamento atmosferico ottenuti dalle reti di monitoraggio"
- D.M.A. 12.11.1992: "Criteri generali per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle grandi zone urbane e disposizioni per il miglioramento della qualità dell'aria"
- DM 15.04.1994: "Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli articoli 3 e 4 del DPR 24 maggio 1988, n. 203, e dell'art. 9 del DM. 20 maggio 1991".
- D.M.A. 25.11.1994: " Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinamenti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994.
- D.M. 21.04.1999, n.163: "Regolamento recante norme per l'individuazione dei criteri ambientali e sanitari in base ai quali i sindaci adottano le misure di limitazione della circolazione".
- D.L. 4.08.1999, n.351: "Attuazione della direttiva CEE in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente",
- D.M. 02.04.2002 n..60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di Zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio".
- D. Lgs. 21/05/2004 n.183: Attuazione della direttiva 2002/03/CE relativa all'ozono nell'aria
- D. Lgs. 3/8/2007 n.152 - Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.
- D. Lgs. 13/8/2010 n.155, Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.
- D.Lgs 250/2012, Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa

Tabella 2 - Valori limite ai sensi del D. Lgs. 250/2012, Allegato XI

<b>PERIODO di MEDIAZIONE</b>	<b>Valore limite</b>
<b>Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</b>	
<b>1 ora</b>	350 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 24 volte per anno civile)
<b>1 giorno</b>	125 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 3 volte per anno civile)
<b>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</b>	
<b>1 ora</b>	200 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 18 volte per anno civile)

Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
<b>Benzene</b>	
Anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>
<b>Monossido di carbonio (CO)</b>	
Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>
<b>Piombo (Pb)</b>	
Anno civile	0,5 µg/m <sup>3</sup>
<b>PM<sub>10</sub></b>	
1 giorno	50 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 35 volte per anno civile)
Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	
<b>FASE 1</b>	
Anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>
<b>FASE 2</b>	
Anno civile	Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'art.22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m <sup>3</sup> e delle verifiche effettuate dalla Commissione Europea.

#### 5.1.2.2 Normativa Regionale

I principali riferimenti sono rappresentati da:

- Delibera della Giunta Regionale n. 1388 del 19/09/2006, Regione Puglia, successivamente differito al 15 Maggio 2007 con Deliberazione della Giunta Regionale n. 482 del 13/04/2007;
- Piano Regionale di qualità dell'Aria emanato con Regolamento Regionale n.6 del 21 maggio 2008. Obiettivo principale del PRQA è il conseguimento del rispetto dei limiti normativi per gli inquinanti (PM10, NO2, Ozono).



RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO

LOTTO

CODIFICA DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IA1U

04

E 69 RG AC0000 401

B

29/66

### 5.1.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Il monitoraggio verrà effettuato in alcuni punti significativi posti nelle vicinanze dell'intervento da realizzare, si considerano significative le aree in cui si ritiene necessario prevedere la determinazione del potenziale contributo della cantierizzazione in termini di inquinanti atmosferici.

L'ubicazione dei punti di monitoraggio sarà determinata in riferimento ai risultati delle analisi ambientali di progetto, che permetteranno, attraverso lo studio diffusionale, in base agli inquinanti considerati di andare a circoscrivere delle aree, le quale in base alla presenza di ricettori saranno oggetto del monitoraggio dell'atmosfera, con la finalità di evidenziare il contributo delle emissioni di cantiere.

### 5.1.4 Identificazione dei punti di monitoraggio

La rete di monitoraggio sarà composta da n. punti di monitoraggio (POL) Il numero di punti sarà proporzionale all'ampiezza delle aree interferite, al numero di recettori sensibili, alla severità dei potenziali impatti e alla durata delle attività connesse alla realizzazione dell'opera.

I punti saranno monitorati sia in fase di ante operam che di corso d'opera.

La localizzazione dei punti di monitoraggio viene rappresentata nella tavola del PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE "Planimetria di ubicazione dei punti di monitoraggio".

Con il codice POL si intendono le postazioni per il monitoraggio delle attività dei cantieri fissi in merito all'emissione di Materiale Particellare, in seguito alle attività di scavo e movimentazione terra.

### 5.1.5 I parametri oggetto del monitoraggio

I parametri della qualità dell'aria di cui si prevede il monitoraggio sono di due tipi. Il primo tipo si riferisce ad inquinanti (Convenzionali) ovvero quelli inclusi nella legislazione vigente per i quali sono stati stabiliti limiti normativi, mentre il secondo tipo riguarda una serie di parametri ed analisi (Non convenzionali) che non sono previsti dalla vigente legislazione sulla qualità dell'aria ma che sono necessari per definire il potenziale contributo di inquinanti verosimilmente prodotti durante le fasi di cantierizzazione dell'opera.

Nota la finalità del monitoraggio per detta componente i parametri oggetto di indagine sono:

#### Parametri convenzionali:

- Particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 10 Tm (PM<sub>10</sub>).
- Particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 2.5 Tm (PM<sub>2.5</sub>).



RIASSETTO NODO DI BARI  
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI  
CENTRALE E BARI TORRE A MARE  
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE  
RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 69 RG AC0000 401	B	30/66

### Parametri non convenzionali:

- Analisi della composizione chimica del particolato relativamente agli elementi terrigeni nelle due frazioni granulometriche.
- Misura ed Interpretazione quali-quantitativa dei dati relativi al particolato sedimentabile (deposizioni).
- Misura simultanea delle polveri con metodo gravimetrico e della distribuzione granulometrica del particolato ad alta risoluzione temporale mediante contatori ottici.

Sarà inoltre prevista la misura dei parametri meteorologici necessari a valutare i fenomeni di diffusione e di trasporto a distanza dell'inquinamento atmosferico, e ad avere una base sito specifica dei parametri meteo da utilizzare nelle simulazioni atmosferiche:

- Velocità del vento;
- Direzione del vento;
- Umidità relativa;
- Temperatura;
- Precipitazioni atmosferiche;
- Pressione barometrica;
- Radiazione solare;
- Componente verticale del vento (anemometro tridimensionale).

Nell'ambito delle misure e dell'interpretazione dei dati meteorologici particolare attenzione sarà data a parametri relativi alla stima delle caratteristiche di stabilità dell'atmosfera combinando, ad esempio, i dati della lunghezza stimata di Monin-Obhukov, della valutazione della classe di stabilità di Pasquill ed i dati della componente verticale del vento

Il monitoraggio ambientale per la componente atmosfera prevede:

- il monitoraggio della componente atmosfera **ante operam**: Esso risulta infatti necessario per la definizione dello stato della qualità dell'aria prima dell'inizio dei lavori, integrando possibilmente le misure svolte con informazioni raccolte nel tempo dalle centraline di rilevamento locali.
- il monitoraggio della componente atmosfera in **corso d'opera**, per le interferenze dovute: all'attività dei cantieri fissi (aree tecniche, aree di stoccaggio, etc.);

### **Monitoraggio ante-operam:**

Le attività previste per lo svolgimento del monitoraggio nella fase di AO sono così definite:

- Analisi bibliografica e conoscitiva.
- Sopralluogo ed identificazione dei punti di monitoraggio.
- Espletamento di tutte le attività relative al reperimento in situ delle connessioni alle reti necessarie alla strumentazione e all'ottenimento dei permessi necessari.
- Esecuzione delle campagne di rilievo.
- Analisi ed elaborazione dei risultati.
- Restituzione dei risultati secondo quanto indicato nelle schede di rilevamento.
- Produzione del rapporto descrittivo e inserimento dei dati nel sistema informativo.



RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO

LOTTO

CODIFICA DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IA1U

04

E 69 RG AC0000 401

B

31/66

### **Monitoraggio corso d'opera:**

Le attività previste per lo svolgimento del monitoraggio nella fase di CO sono così definite:

- Verifica della tempistica di campionamento in funzione delle fasi di costruzione dell'opera e delle relative attività di lavorazione.
- Sopralluogo e riconoscimento dei punti di monitoraggio.
- Espletamento di tutte le attività relative al reperimento in situ delle connessioni alle reti necessarie alla strumentazione e all'ottenimento dei permessi necessari con particolare riferimento all'installazione delle centraline per il monitoraggio in continuo.
- Esecuzione delle campagne di rilievo secondo quanto descritto nelle specifiche tecniche.
- Restituzione dei risultati nelle schede di rilievo.
- Valutazione dei risultati.
- Produzione del Bollettino dei Risultati e inserimento dei dati nel Sistema Informativo.
- Redazione del rapporto annuale.

#### 5.1.5.1 Elaborazione e restituzione dati

I dati raccolti, come di seguito descritto, saranno elaborati e raccolti in apposite schede di rilievo che saranno redatte per ciascun punto e per ciascuna campagna di misura.

La scheda di rilievo per il monitoraggio è strutturata come segue:

- Una parte anagrafica del punto di rilievo contenente tutte le informazioni necessarie all'individuazione del punto stesso. Tale sezione conterrà inoltre dei campi a testo libero contenente le annotazioni relative alla localizzazione del punto e alla presenza eventuale di altre sorgenti inquinanti, oltre agli spazi per l'inserimento del corredo fotografico. A tale proposito è fondamentale la definizione di regole univoche per la individuazione dei codici di riferimento del punto di prelievo e dei codici identificativi dei successivi campionamenti.
- Una parte relativa ai risultati dei campionamenti. Detta parte è suddivisa come segue:
  - Sezione introduttiva sulla campagna di rilievo contenente i dati di base (codici, tempi di inizio e fine, responsabile) e una nota sul metodo di campionamento e sulla strumentazione adottata.
  - Sezione contenente i valori registrati giornalmente con riferimento ai parametri meteorologici.
  - Sezione contenente i valori registrati giornalmente con riferimento agli inquinanti.

La scheda di rilievo, firmata dal responsabile del campionamento e dal responsabile dello Staff Operativo di settore, formerà parte integrante dell'archivio cartaceo del monitoraggio e verrà utilizzata per l'introduzione dei dati nel Sistema Informativo.

I dati in essa contenuti subiranno una prima verifica da parte dei tecnici dello Staff Operativo di Settore e successivamente saranno soggetti ad un ulteriore controllo attraverso le procedure sviluppate all'interno del Sistema Informativo.

L'acquisizione di un gran numero di dati (meteo, parametri convenzionali e non) e soprattutto la principale finalità del MA ("valutare l'effettivo contributo connesso alle attività di cantiere") comporta la necessità di effettuare un'analisi mirata ad una rilettura oggettiva dei risultati, che non si deve

limitare ad una valutazione dei valori assoluti degli stessi, ma alla ricerca delle potenziali Correlazioni fra le diverse grandezze monitorate attraverso apposite analisi statistiche.

### 5.1.6 Strumentazione e tecniche di rilievo

#### Metodologia di acquisizione parametri convenzionali

Per l'acquisizione dei dati di monitoraggio atmosferico saranno utilizzate stazioni di misura conformi ai sensi dell'art.1 comma g) del D.Lgs 155/10 e s.m.i.

- 1) Per quanto riguarda i requisiti richiesti per la strumentazione;
- 2) Utilizzo di metodiche riconosciute o equivalenti a quelle previste da normative;
- 3) Strumentazione che permetta un'acquisizione e restituzione dei dati utile ad intervenire tempestivamente in caso di anomalie.

In particolare, per il campionamento e le analisi dei parametri sopra indicati verranno utilizzati strumentazione e metodiche previste dalla normativa vigente in materia (D.Lgs. 155/2010 ) e le principali norme tecniche (Ad esempio per le polveri sottili la UNI EN 12341) così da ottenere dei dati validati e confrontabili con le centraline degli Enti territoriali competenti per la determinazione della qualità dell'aria ai sensi dell'art. 1 del D.Lgs. 155/06 ed avere delle indicazioni sull'andamento della qualità dell'aria della zone urbane su cui insistono le aree di cantiere e l'eventuale contributo delle attività di realizzazione dell'intervento.

#### Metodologia di acquisizione parametri non convenzionali

Deposizione e microscopia: Questa tecnica consente l'acquisizione, sulla base di periodi più lunghi (ad esempio 7 gg) di campioni di materiale particolato depositato, ossia la frazione più pesante del particolato aerotrasportato. Utilizzando un campionatore che si attiva solo in assenza di precipitazione (Dry-Only), saranno acquisiti i dati di deposizione di massa (mg/m<sup>2</sup> giorno) di polveri sedimentate, nonché vetrini per microscopio ottico sul quale effettuare l'osservazione qualitativa della natura delle polveri e della loro distribuzione in termini di colore, aspetto e dimensione, naturalmente in riferimento alle osservazioni da microscopio ottico che, in pratica, si riferiscono a particelle sedimentate di dimensioni superiori a 3 mm circa.

Anche in questo caso, al fine di chiarire meglio il senso delle osservazioni, nelle figure seguenti sono mostrate le apparecchiature per questo tipo di valutazione. Nella fase di campionamento viene impiegata un'apparecchiature molto simile a quella presentata in fotografia:



Tale apparecchio si attiva in assenza di precipitazioni raccogliendo il materiale sedimentato. Quest'ultimo viene poi valutato per microscopia ottica automatica dopo essere stato raccolto su adeguato vetrino di osservazione. La foto di seguito riportata si riferisce ad un campione di particolato atmosferico sedimentato.



L'analisi automatica dell'immagine rende possibile la valutazione della distribuzione granulometrica e la classificazione del materiale depositato in classi di "colore" aggiungendo importanti informazioni a quelle già acquisite e che possono essere riportate in tabelle simili a quella che viene appresso mostrata ove appunto sono mostrate 8 classi granulometriche da 1 a 200 µm di diametro e tre classi di colore (Nero, Bianco, Marrone).

### 5.1.7 Rete di monitoraggio

I Punti di monitoraggio sono stati individuati sia sulla base dei sopralluoghi effettuati sul territorio, volti ad individuare gli insediamenti a carattere residenziale presenti in prossimità delle aree di cantiere, sia in base alle risultanze dello studio diffusionale effettuato. Sono stati quindi individuati due punti di monitoraggio di tipo POL da localizzare in prossimità delle aree di cantiere.

Le fasi e la Programmazione del monitoraggio seguirà la seguente suddivisione:

- Ante Operam, in modo da fornire per la componente in esame un quadro di riferimento dello stato ambientale.

*La durata della fase AO è pari a 6 mesi, antecedenti all'avvio dei lavori*

- Corso d'Opera, con lo scopo di verificare l'incremento del livello di concentrazione delle polveri indotto dalle attività di cantiere e dalla movimentazione dei materiali, connesse alla realizzazione dell'intervento.

*La durata della fase di CO è pari a 11 mesi*

- Non si prevedono monitoraggi in fase PO

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle tipologie di misura previste in riferimento ai parametri da monitorare ed alle relative frequenze in relazione alle diverse fasi di monitoraggio previste (AO, CO).

#### 5.1.7.1 Ante Operam.

Codice punto	Frequenza	Durata	Periodo	N. Campagne	Strumentazione
POL 01	Trimestrale	15 giorni	6 mesi	2	CAMPIONATORI GRAVIMETRICI
POL 02	Trimestrale	15 giorni	6 mesi	2	CAMPIONATORI GRAVIMETRICI

#### 5.1.7.2 Corso D'Opera

Codice punto	Frequenza	Durata	Periodo	N. Campagne	Strumentazione
POL 01	Trimestrale	15 giorni	11 mesi	4	CAMPIONATORI GRAVIMETRICI
POL 02	Trimestrale	15 giorni	11 mesi	4	CAMPIONATORI GRAVIMETRICI

## 5.2 SUOLO E SOTTOSUOLO

### 5.2.1 **Obiettivi del monitoraggio**

Le operazioni di monitoraggio della componente suolo consentiranno di valutare principalmente le modificazioni delle caratteristiche pedologiche dei terreni dovute alle relative lavorazioni in corso d'opera. Le alterazioni della qualità dei suoli conseguenti alle lavorazioni di cantiere possono essere sintetizzate come segue:

- modificazione delle caratteristiche fisiche dei terreni;
- variazione di fertilità (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati costitutivi, etc.).

Si ritiene necessario prevedere le seguenti fasi di monitoraggio:

- ante-Operam (AO) al fine di costituire un database di informazioni sugli aspetti pedologici di confronto per la restituzione all'uso originario delle aree occupate temporaneamente dai cantieri;
- corso d'opera (CO) al fine di verificare l'eventuale contaminazione del suolo dovuta ad eventi accidentali durante le attività dei cantieri;
- post-operam (PO) al fine di evidenziare eventuali alterazioni subite dal terreno a seguito delle attività dei cantieri. Questo consentirà di determinare le eventuali aree in cui sarà necessario effettuare le operazioni di bonifica dei terreni superficiali prima della risistemazione definitiva.

Nell'ambito della componente suolo e sottosuolo il monitoraggio della fase di Corso d'Opera (CO) è riferito ai cumuli di terreno che a seguito dell'attività di scotico, vengono formati, in attesa di riutilizzo nell'ambito dei lavori. Infatti i parametri oggetto di monitoraggio per la fase di CO sono rappresentativi per verificare l'efficacia delle cure manutentive attuate dall'appaltatore sui cumuli per assicurare il mantenimento delle caratteristiche di fertilità del terreno scotico.

### **5.2.2 Modalità del monitoraggio**

Il monitoraggio della componente suolo avrà la funzione di garantire:

- il controllo dell'evoluzione della qualità del suolo intesa sia come capacità agro-produttiva che come funzione protettiva;
- il rilevamento di eventuali alterazioni dei terreni al termine dei lavori al fine di garantire la restituzione delle aree temporaneamente occupate ed il corretto ripristino dei suoli;
- garantire un adeguato ripristino ambientale delle aree di cantiere;
- il controllo delle possibili alterazioni e/o modifiche al regime di scorrimento delle acque superficiali e/o scalzamento al piede di aree affette da dissesto e di conseguenza la verifica dell'efficacia degli interventi di stabilizzazione.

All'interno di esse è previsto un punto di monitoraggio destinato alle indagini in situ.

Qui, per tutte e tre le fasi sarà previsto l'accertamento dei seguenti parametri:

- parametri pedologici;
- parametri chimico – fisici;
- parametri topografico-morfologici.

Più in dettaglio, nei punti di monitoraggio scelti e localizzati in base a criteri di rappresentatività, le caratteristiche dei suoli saranno investigate, descritte e dimensionate fino a profondità massima di 1.5 m, mediante l'esecuzione di scavi (di dimensioni usuali di circa 1x1 m) che consentano accurate descrizioni di profili pedologici.

Per il punto di monitoraggio, oltre ai riferimenti geografici (comprese le coordinate) e temporali, saranno registrati i caratteri stazionali dell'area di appartenenza: quota, pendenza, esposizione, uso del suolo, vegetazione, substrato pedogenetico, rocciosità affiorante, pietrosità superficiale, altri aspetti superficiali, stato erosivo, permeabilità, profondità della falda. Nella descrizione del profilo del suolo saranno definiti i diversi orizzonti e, relativamente a ciascuno di questi, i seguenti parametri: profondità, tipo e andamento del limite inferiore; umidità; colore; screziature; tessitura; contenuto in scheletro; struttura; consistenza; presenza di pori e fenditure; presenza di attività biologica e di radici; presenza (e natura) di pellicole, concrezioni, noduli, efflorescenze saline; reazione (pH); effervescenza all'HCl. Il contesto areale di ogni punto di monitoraggio e lo spaccato del profilo pedologico saranno documentati anche fotograficamente.

### 5.2.3 Normativa di riferimento

La normativa di riferimento in accordo alla quale il presente progetto di monitoraggio è stato redatto fa riferimento ai criteri adottati dagli organismi nazionali e internazionali per quel che concerne le descrizioni di campagna e la classificazione dei suoli.

Di seguito i riferimenti normativi per quanto concerne le analisi di campo:

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. "Norme in materia ambientale";
- Comunicazione della Commissione "Verso una strategia tematica per la protezione del suolo" COM (2002) 179 del 16 aprile 2002;
- Legge 7 agosto 1990 n. 253 "Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989 n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- Legge 18 maggio 1989, n. 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo (testo coordinato con le modifiche apportate a tutto il 6 maggio 1996)".

### 5.2.4 I parametri oggetto del monitoraggio

Come già anticipato, preliminarmente dovranno essere definiti i parametri stazionali del punto di indagine e raccolte le informazioni relative all'uso attuale del suolo, la valutazione della capacità d'uso e la definizione delle pratiche colturali precedenti all'insediamento del cantiere; seguiranno la descrizione del profilo e la classificazione pedologica.

Dovranno essere determinati i seguenti parametri del sito durante le fasi Ante Operam (AO) e Post Operam (PO), ovvero rispettivamente: prima di eseguire lo scotico del terreno e, a fine lavori, dopo aver eseguito i ripristini, al fine di verificare le caratteristiche dei suoli riportati.

PARAMETRI SUOLO E SOTTOSUOLO (FASI AO E PO)	
Parametri pedologici	Esposizione
	Pendenza
	Uso del suolo
	Microrilievo
	Pietrosità superficiale
	Rocciosità affiorante
	Fenditure superficiali
	Vegetazione
	Stato erosivo
	Permeabilità
	Classe di drenaggio

PARAMETRI SUOLO E SOTTOSUOLO (FASI AO E PO)	
	Substrato pedogenetico
	Profondità falda
Parametri chimico – fisici (rilievi e misure in situ e/o in laboratorio)	Designazione orizzonte
	Limiti di passaggio
	Colore allo stato secco e umido
	Tessitura
	Struttura
	Consistenza
	Porosità
	Umidità
	Contenuto in scheletro
	Concrezioni e noduli
	Efflorescenze saline
	Fenditure o fessure
	Ph
	PARAMETRI CHIMICI (Analisi di laboratorio)
Azoto totale	
Azoto assimilabile	
Fosforo assimilabile	
Carbonati totali	
Sostanza organica	
Capacità di ritenzione idrica	
Conducibilità elettrica	
Permeabilità	
Densità apparente	

Tabella 3 - Set di analisi per la componente suolo e sottosuolo (Fasi Ante e Post Operam).

Il monitoraggio della fase di Corso d'Opera (CO) è riferito ai cumuli di terreno vegetale che a seguito dell'attività di scotico, vengono formati, in attesa di riutilizzo. Al riguardo si fa riferimento ai parametri elencati nella tabella seguente, verificati in situ per registrare l'efficacia delle cure manutentive

	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b> <b>TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b> <b>Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna</b>				
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>RELAZIONE GENERALE</b>	PROGETTO IA1U	LOTTO 04	CODIFICA DOCUMENTO E 69 RG AC0000 401	REV. B

attuata dall'appaltatore sui cumuli per assicurare il mantenimento delle caratteristiche di fertilità del terreno stoccato.

PARAMETRI SUOLO E SOTTOSUOLO - CUMULI (FASE CO)	
PARAMETRI DA RILEVARE IN SITU	PROVENIENZA E DESTINAZIONE DEL CUMULO
	ALTEZZA DEL CUMULO
	PENDENZA SCARPATE
	VERIFICA ATTECCIMENTO IDROSEMINA (% SUPERFICIE DEL CUMULO INERBITA)
	PRESENZA INFESTANTI
	PRESENZA RIFIUTI
	PRESENZA COMMISTIONE DI TERRENO STERILE E VEGETALE

Tabella 4 - Set di analisi per la componente suolo e sottosuolo - Cumuli (Fase Corso d'Opera).

## 5.2.5 Metodologia di misura e campionamento

### 5.2.5.1 Generalità

Un termine comunemente usato dai pedologi rilevatori per indicare un'osservazione pedologica nel suo insieme è "profilo" ["soil profile" in USDA-SCS, 1998 citato più in alto; HODGSON, J.M. (ed.) (1997) - *Soil survey field handbook*. Soil Surv. Tech. Monogr. No. 5, Silsoe], che viene esposto per mezzo di un taglio verticale attraverso il suolo realizzato a mano o tramite un escavatore. L'ampiezza di un profilo varia da pochi decimetri ad alcuni metri, o più; dovrebbe avere dimensioni tali da includere le unità strutturali più grandi.

L'altro modo per realizzare un'osservazione pedologica è la "trivellata" [GUAITOLI F., MATRANGA M.G., PALADINO A., PERCIABOSCO M., PUMO A., COSTANTINI E.A.C. (1998) - *Manuale per l'esecuzione e la descrizione della trivellata*. Regione Siciliana, Ass. Agricoltura e Foreste. Sez. operativa n. 8 - S. Agata Militello (ME)], consistente in una perforazione eseguita con trivella a mano.

A volte l'osservazione pedologica è realizzata in parte con un profilo (fossa), in parte con trivella, di solito per raggiungere profondità superiori a quelle direttamente visibili nella fossa (se i materiali sono penetrabili).

Per il presente lavoro, in ogni punto di monitoraggio le caratteristiche dei suoli saranno studiate mediante l'esecuzione di uno scavo, da effettuarsi con escavatore meccanico a benna rovescia, e la descrizione del profilo.

Preliminarmente allo scavo si registreranno, in corrispondenza del punto, oltre ai riferimenti geografici e temporali, anche i caratteri stagionali dell'area di appartenenza.

Il contesto areale del punto di monitoraggio e il profilo del suolo andranno inoltre documentati fotograficamente.

Contemporaneamente, in corrispondenza di ogni punto di monitoraggio sarà prelevato un campione di terreno da destinare alle successive determinazioni di laboratorio, chimico-fisiche ed ecotossicologiche.

Preliminarmente alle attività in campagna, si dovranno effettuare una serie di sopralluoghi preparatori nelle aree e nei punti da monitorare, con lo scopo di verificare l'idoneità del sito prescelto in relazione alle operazioni da eseguire (accessibilità con strumenti e mezzi per il rilevamento) e agli obiettivi dell'indagine (rappresentatività delle caratteristiche pedo-ambientali dell'area).

Tutti i dati del monitoraggio, con le classificazioni pedologiche da questi derivate, saranno registrati in apposite schede e, associandoli spazialmente ai punti di monitoraggio, inseriti in forme numeriche e/o grafiche nell'ambito del sistema informativo di gestione del progetto.

#### 5.2.5.2 Profilo del suolo

Per la descrizione del suolo si considererà una profondità standard del profilo di 1.5 metri, mentre la larghezza sarà di almeno 2 metri. Nello scavo della fossa, realizzabile sia a mano che con pala meccanica (escavatore a benna rovescia) si terrà separata la parte superficiale con il cotico erboso dal resto dei materiali scavati, in due mucchi ben distinti; nella fase di riempimento il cotico erboso verrà riposizionato per ultimo in modo da lasciare la superficie nelle condizioni migliori. I mucchi di terra scavata saranno appoggiati su fogli di plastica o teloni.

Per le posizioni in pendio, il piano di scavo della faccia a monte (normale alla linea di massima pendenza) sarà reso il più verticale possibile.

Se il suolo è molto ricco in materiali grossolani (suolo scheletrico) e lo scavo viene eseguito a mano, può essere utile tenere separati i materiali >5÷7 cm di diametro dagli altri per facilitare le successive operazioni di riempimento della fossa con la pala, ma anche per migliorare la stima visiva del contenuto volumetrico in materiali grossolani, integrando l'esame sulle pareti della fossa.

Sia in piano sia in pendio è possibile che nel corso dello scavo si incontri una falda superficiale; l'esistenza di una falda può essere talvolta prevedibile ancora prima dell'inizio dello scavo individuando la presenza di specie igrofile (in ambienti naturali e seminaturali) od accertabile direttamente per mezzo di un controllo preliminare con trivella (sempre consigliabile, anche in assenza di falda). Se la portata della falda è molto elevata l'approfondimento della fossa si limiterà al piano della falda, con qualche pericolo di crollo delle pareti secondo il tipo e le dimensioni dei materiali nella zona di contatto; se la falda è di dimensioni molto ridotte e con portata molto bassa, può essere tenuta sotto controllo svuotando (o meglio drenando la fossa con una pompa e, nelle situazioni in pendio, realizzando un vero e proprio drenaggio con un tubo di plastica che funzioni da sifone), ma le operazioni di descrizione saranno comunque rese più complicate dalla fanghiglia che si forma sul fondo. La massima profondità descrivibile sarà comunque condizionata dal piano superiore della falda stessa.

Ultimate le operazioni di scavo, le superfici scelte per la descrizione vanno ripulite accuratamente e se una parte è molto umida, in contrasto con una parte poco umida, sarebbe consigliabile attendere (se c'è tempo disponibile e le condizioni ambientali sono favorevoli) fino a che la superficie più umida sia in parte asciugata. Nel caso di suoli, od orizzonti, con forme strutturate rilevanti, la preparazione della superficie dovrebbe essere fatta "a coltello" (agendo cioè sulle fessure naturali tra aggregato ed aggregato) in modo da evidenziare queste strutture, sia per realizzare una ripresa fotografica più significativa, sia per facilitare l'individuazione di orizzonti specifici. I piani scelti per foto e descrizione possono essere lisciati grattando la superficie con un coltello od una cazzuola in modo uniforme, per rimuovere tutti i segni lasciati dagli strumenti di scavo. Le condizioni migliori per evidenziare le forme

aggregate naturali sono legate al contenuto idrico, e così è anche per molti colori, perciò le classi da umido a poco umido sono considerate le più favorevoli. Se il suolo è troppo secco le eventuali aggregazioni diventano prominenti, ma i contrasti di colore risultano molto attenuati. In queste condizioni sarà opportuno inumidire la faccia del profilo prima della ripresa fotografica con un nebulizzatore, in modo da esaltarne gli aspetti cromatici (meglio ancora, per sottolineare questi aspetti, inumidire solo una striscia ad es. tra un lato della faccia ed il nastro graduato delle profondità posto verso il centro del profilo, lasciando l'altra metà in condizioni secche). Il "make up" preparatorio per foto e descrizione comprende anche la rimozione di tutte le imbrattature dei materiali estranei agli orizzonti che si realizzano durante lo scavo, la verticalizzazione del piano (cercando però di lasciare in loco le pietre, anche se sporgenti, e gli spezzoni di radici in modo da rispettare l'architettura dei sistemi radicali), la rimozione di tutti i materiali caduti sul fondo durante queste operazioni.

Dopo lo scatto delle fotografie si passerà poi all'esame visivo dell'insieme del profilo, alla suddivisione dello stesso in orizzonti, alla descrizione degli orizzonti, alla determinazione dei parametri fisici in situ, e al prelievo dei campioni, per la determinazione dei parametri fisici e chimici in laboratorio.

### 5.2.6 Descrizione del profilo

La descrizione del profilo, nonché il rilievo dei parametri fisici e le analisi dei parametri chimici richiesti, saranno effettuati come di seguito descritto.

#### 5.2.6.1 Parametri pedologici

La descrizione dei parametri pedologici si riferisce all'intorno dell'osservazione, cioè al sito che comprende al suo interno il punto di monitoraggio; dovrà riportare le seguenti informazioni:

- Esposizione: immersione dell'area in corrispondenza del punto di monitoraggio, misurata sull'arco di 360°, a partire da Nord in senso orario.
- Pendenza: inclinazione dell'area misurata lungo la linea di massima pendenza ed espressa in gradi sessagesimali.
- Uso del suolo: tipo di utilizzo del suolo riferito ad un'area di circa 100 m<sup>2</sup> attorno al punto di monitoraggio.
- Pietrosità superficiale: percentuale relativa di frammenti di roccia alterata (di dimensioni oltre 25 cm nelle definizioni U.S.D.A.) presenti sul suolo nell'intorno areale del punto di monitoraggio, rilevata utilizzando i codici numerici corrispondenti alle classi di pietrosità di seguito elencate:

Cod.	Descrizione
0	Nessuna pietrosità: pietre assenti o non in grado d'interferire con le coltivazioni con le moderne macchine agricole (<0,01% dell'area)
1	Scarsa pietrosità: pietre in quantità tali da ostacolare ma non impedire l'utilizzo di macchine agricole (0,01=0,1 % dell'area)
2	Comune pietrosità: pietre sufficienti a impedire l'utilizzo di moderne macchine agricole (0,1=3% dell'area). Suolo coltivabile a prato o con macchine leggere

3	Elevata pietrosità: pietre ricoprenti dal 3 al 15% dell'area. Uso di macchinari leggeri o strumenti manuali ancora possibile
4	Eccessiva pietrosità: pietre ricoprenti dal 15 al 90% della superficie, tali da rendere impossibile l'uso di qualsiasi tipo di macchina
5	Eccessiva pietrosità: pietrosità tra il 15 e il 50% dell'area
6	Eccessiva pietrosità: pietrosità tra il 50 e il 90% dell'area
7	Pietraia: pietre oltre il 90% dell'area

- Rocciosità affiorante: percentuale di rocce consolidate affioranti entro una superficie di 1000 m<sup>2</sup> attorno al punto di monitoraggio.
- Fenditure superficiali: indicare per un'area di circa 100 m<sup>2</sup> il numero, la lunghezza, la larghezza e la profondità (valori più frequenti di circa 10 misurazioni) in cm delle fessure presenti in superficie.
- Vegetazione: descrizione, mediante utilizzo di unità sintetiche fisionomiche o floristiche, della vegetazione naturale eventualmente presente nell'intorno areale del punto di monitoraggio.
- Stato erosivo: presenza di fenomeni di erosione o deposizione di parti di suolo.
- Permeabilità: velocità di flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo in direzione verticale, rilevato attraverso la determinazione della classe di permeabilità attribuibile allo strato a granulometria più fine presente nel suolo, utilizzando la seguente scala numerica:

Scala numerica	Granulometria	Permeabilità
6	Ghiaie lavate	Molto alta
5	Ghiaie/sabbie grosse	Alta
4	Sabbie medie/sabbie gradate	Medio alta
3	Sabbie fini/sabbie limose	Media
2	Sabbie argillose	Medio bassa
1	Limi/limi argillosi	Bassa
0	Argille	Molto bassa

- Substrato pedogenetico: definizione del materiale immediatamente sottostante il "suolo" e a cui si presume che quest'ultimo sia geneticamente connesso; nello specifico, se il substrato sarà rappresentato da depositi sciolti, granulari o coesivi, le differenziazioni su base granulometrica (blocchi, ciottoli, ghiaia, sabbia, limo e argilla) verranno rilevate elencando per primo il nome del costituente principale, eventualmente seguito da quello di un costituente secondario, a sua volta preceduto da "con" se presente in percentuali tra 25 e 50%; seguito da "-oso" per percentuali tra 10 e 25%; preceduto da "debolmente" e seguito da "-oso" se in percentuali tra 5 e 10%.

### 5.2.6.2 Designazione orizzonti e parametri fisico-chimici

Si riferisce al suolo e al suo profilo, e comprende le caratteristiche degli orizzonti individuati e ordinati in sequenza in rapporto alla profondità, seguita dalla descrizione dei parametri fisici degli orizzonti. Dovrà riportare le seguenti informazioni:

- Designazione orizzonte: designazione genetica mediante codici alfanumerici e secondo le convenzioni definite in IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS (1999) e SOIL SURVEY STAFF (1998).
- Limiti di passaggio: confine tra un orizzonte e quello immediatamente sottostante, definito quanto a "profondità" (distanza media dal piano di campagna), "tipo" (ampiezza dell'intervallo di passaggio), "andamento" (geometria del limite);
- Colore allo stato secco e umido: colore della superficie interna di un aggregato di suolo in condizioni secche e umide, definito mediante confronto con le "Tavole Munsell" (Munsell Soil Color Charts) utilizzando i codici alfanumerici previsti dalla stessa notazione Munsell (hue, value, chroma).
- Tessitura: stima delle percentuali di sabbia, limo e argilla presenti nella terra fine, determinate rispetto al totale della terra fine, come definite nel triangolo tessiturale della "Soil Taxonomy - U.S.D.A.":

Classe tessiturale (codice)
Sabbiosa (S)
Sabbioso franca (SF)
Franco sabbiosa (FS)
Franca (F)
Franco limosa (FL)
Limosa (L)
Franco sabbioso argillosa (FSA)
Franco argillosa (FA)
Franco limoso argillosa (FLA)
Argillosa (A)
Argilloso sabbiosa (AS)
Argilloso limosa (AL)

- Struttura: entità e modalità di aggregazione di particelle elementari del suolo in particelle composte separate da superfici di minor resistenza, a dare unità strutturali naturali relativamente permanenti (aggregati), o meno persistenti quali zolle e frammenti (tipici di orizzonti superficiali coltivati); definire "grado" di distinguibilità-stabilità, "dimensione" e "forma" degli aggregati;
- Consistenza: caratteristica del suolo determinata dal tipo di coesione e adesione, definita, in relazione al differente grado di umidità del suolo, quanto a "resistenza", "caratteristiche di rottura", "cementazione", "massima adesività" e "massima plasticità";
- Porosità: vuoti di diametro superiore a 60 micron, definiti quanto a "diametro" e "quantità";

- Umidità: condizioni di umidità dell'orizzonte al momento del rilevamento, definite mediante i codici numerici corrispondenti alle seguenti suddivisioni:

Codice	Descrizione
1	Asciutto
2	Poco umido
3	Umido
4	Molto Umido
5	Bagnato

- Contenuto in scheletro: frammenti di roccia consolidata di dimensioni superiori a 2 mm presenti nel suolo, rilevato quanto ad "abbondanza" (percentuale riferita al totale del suolo), "dimensioni" (classe dimensionale prevalente), "forma" (predominante nella classe dimensionale prevalente), "litologia" (natura prevalente dei frammenti di roccia);
- Concrezioni e noduli: presenza di cristalli, noduli, concrezioni, concentrazioni, cioè figure d'origine pedogenetica definite quanto a "composizione", "tipo", "dimensioni" e "quantità".
- Efflorescenze saline: determinazione indiretta della presenza (e stima approssimata della quantità) di carbonato di calcio, tramite effervescenza all'HCl ottenuta facendo gocciolare poche gocce di HCl (in concentrazione del 10%) e osservando l'eventuale sviluppo di effervescenza, codificata come segue:

Codice	Descrizione	Stima quantità carbonato di calcio
0	Nessuna effervescenza	$\text{CaCO}_3 \leq 0,1\%$
1	Effervescenza molto debole	$\text{CaCO}_3 \approx 0,5\%$
2	Effervescenza debole	$\text{CaCO}_3 1 \div 2\%$
3	Effervescenza forte	$\text{CaCO}_3 \approx 5\%$
4	Effervescenza molto forte	$\text{CaCO}_3 \geq 10\%$

- Fenditure o Fessure: vuoti ad andamento planare, delimitanti aggregati, zolle, frammenti, definiti quanto alla "larghezza".
- pH: grado di acidità/alcalinità del suolo, rilevata direttamente sul terreno mediante apposito kit (vaschetta di ceramica; indicatore universale in boccetta contagocce; scala cromatica) e/o determinata in laboratorio.

I parametri sopra descritti saranno rilevati in situ o in laboratorio; quando possibile si determineranno in entrambi i contesti.

### 5.2.6.3 Parametri chimici

In laboratorio si effettueranno le determinazioni dei seguenti parametri, utilizzando i metodi elencati, o altri metodi certificati nei riferimenti normativi (per i dettagli dei metodi si vedano i riferimenti normativi), se non diversamente specificato.

- Capacità di scambio cationico: valutata come di seguito, espressa in meq/100 g di suolo, tramite il metodo Bascom modificato, che prevede l'estrazione di potassio, calcio, magnesio e sodio con una soluzione di bario cloruro e trietanolamina, e successivo dosaggio dei cationi estratti per spettrofotometria.

Capacità Scambio Cationico (C.S.C.)	
<b>Bassa</b>	< 10 meq/100 g
<b>Media</b>	10÷20 meq/100 g
<b>Elevata</b>	20÷30 meq/100 g
<b>molto elevata</b>	> 30 meq/100 g

- Azoto totale: espresso in %, determinato tramite il metodo Kjeldhal.
- Azoto assimilabile.
- Fosforo assimilabile: espresso in mg/kg, viene determinato secondo il metodo Olsen nei terreni con pH in acqua > di 6.5, secondo il metodo Bray e Krutz nei terreni con pH < di 6.5.
- Carbonati totali: determinazione gas-volumetrica del CO<sub>2</sub> che si sviluppa trattando il suolo con HCl. Il contenuto di carbonati totali (o calcare totale) viene espresso in % di CaCO<sub>3</sub> nel terreno.
- Sostanza organica: contenuto di carbonio organico, espresso in % e determinato secondo il metodo Walkley e Black.
- Idrocarburi.
- Ca, Mg, Na, K scambiabili
- Carbonio organico totale

### 5.2.7 Rete di monitoraggio

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda alle tavole allegate alla relazione di Progetto di Monitoraggio Ambientale "Planimetria ubicazione punti di monitoraggio". Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei punti di misura:

MISURE	TIPOLOGIA OPERA	AO	CO	PO
SUO_01	Area di Cantiere	1 volta	Semestrale (2 volte)	1 volta

MISURE	TIPOLOGIA OPERA	AO	CO	PO
SUO_02	Area di Cantiere	1 volta	Semestrale (2 volte)	1 volta
SUO_03	Area di Cantiere	1 volta	Semestrale (2 volte)	1 volta

Tabella 5 – Postazioni di rilievo del suolo.

I punti di monitoraggio da investigare in AO e PO sono ubicati in corrispondenza del Cantiere Base/operativa, dell'Area di Stoccaggio 1 e dell'Area di Stoccaggio, le quali dovranno essere restituite all'uso originario al termine dei lavori. In aggiunta alle indagini AO e PO, durante il CO, è prevista l'esecuzione di monitoraggi con frequenza semestrale dei cumuli di terreno stoccato presso le aree sopra indicate e da reimpiegare come terreno vegetale nell'ambito dei presenti lavori.

La fase di AO e PO avrà durata di sei mesi, mentre la fase di corso d'opera avrà una durata di 11 mesi.

## 5.3 ACQUE SOTTERRANEE

### 5.3.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo ha lo scopo di controllare l'impatto della costruzione sul sistema idrogeologico superficiale e profondo, al fine di prevenirne alterazioni di tipo quali-quantitativo delle acque ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.

Sono stati individuati i punti di monitoraggio, nelle aree di potenziale impatto, atti a caratterizzare i parametri quali-quantitativi delle acque sotterranee nei punti più critici con riferimento agli impatti previsti. Per tali punti sono previste attività di controllo mediante il campionamento e l'analisi di laboratorio dell'acqua di falda.

In corrispondenza dei cantieri possono verificarsi fenomeni di inquinamento delle falde superficiali connesse a lavorazioni su tali aree, in particolare laddove si riscontra un'elevata permeabilità per fessurazione dell'ammasso roccioso.

Le attività che possono comportare ripercussioni sul livello della falda nell'area indagata, creando sbarramenti o situazioni di drenaggio, sono principalmente le attività di realizzazione della paratia di micropali e l'impermeabilizzazione del fondo e delle pareti dello scavo.

In generale le possibilità di inquinamento delle acque sotterranee sono dovute essenzialmente:

- alle sostanze impiegate nei processi di scavo per iniezioni di consolidamento;
- all'utilizzo di mezzi meccanici e macchinari di cantiere, che possono comportare diffusione di idrocarburi ed oli;
- ai getti di calcestruzzo che possono contenere additivi chimici di varia natura.

I punti di rilevamento sono distribuiti lungo le aree limitrofe alla realizzazione del sottovia.

### 5.3.2 Normativa di riferimento

Si riporta di seguito l'analisi del contesto normativo vigente in materia di qualità dell'acqua, oggetto di continua evoluzione e mutamento sia a livello nazionale che internazionale.

#### 5.3.2.1 NORMATIVA COMUNITARIA

- Direttiva della Commissione 20 giugno 2014, n. 2014/80/UE - Direttiva che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
- Direttiva del Parlamento europeo, 12 dicembre 2006, n. 2006/118/CE - Direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

#### 5.3.2.2 NORMATIVA NAZIONALE

- D.M. del 15 febbraio 1983 "Disposizioni relative ai metodi di misura, alla frequenza dei campionamenti e delle analisi delle acque superficiali destinate all'approvvigionamento idrico - potabile".
- L. n.36 del 5 gennaio 1994 "Disposizioni in materia di risorse idriche".
- D.Lgs. n. 152 del 11 maggio 1999, come integrato e modificato dal D.Lgs n. 258 del 18 agosto 2000, recante disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 31/271/CEE e della Direttiva 91/676/CEE.
- D.M. 471 del 25 ottobre 1999, Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni.
- D.Lgs. 31 del 2 febbraio 2001, come modificato dal D.Lgs. n. 27 del 02/02/02, Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano
- D.Lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006, Norma in materia ambientale, e s.m.i.
- D.Lgs n.30 del 16 marzo 2009, Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

### 5.3.3 Caratterizzazione idrogeologica dell'area

Nel territorio pugliese in generale e in quello Murgiano in particolare prevalgono gli affioramenti di rocce carbonatiche, il che determina, a meno della zona del Tavoliere, l'assenza di corsi d'acqua superficiali a carattere perenne; per contro il fenomeno del carsismo è molto diffuso e pertanto l'area è caratterizzata da un notevole sviluppo dell'idrologia sotterranea. Le unità idrogeologiche della Puglia sono quattro: Gargano, Tavoliere, Murge e Salento. Il territorio murgiano, entro cui si colloca l'area oggetto di studio, insieme a quello del Gargano e a quello del Salento, è caratterizzato da un ampio e potente acquifero con sede nelle rocce calcaree e/o calcareo dolomitiche mesozoiche; tuttavia la presenza di locali orizzonti impermeabili alla base della formazione delle "Calcareniti di Gravina", associata a particolari condizioni giaciture del substrato, possono generare la presenza di

modeste falde sospese. L'acquifero principale, interessato da fenomeni carsici, presenta un grado di fratturazione variabile nelle tre dimensioni e mostra a luoghi elevata permeabilità.

Le indagini condotte sul territorio oggetto della progettazione hanno evidentemente confermato la situazione di un acquifero tipico della fascia costiera con il livello di falda collocato sostanzialmente a quota livello mare (tutti i sondaggi mostrano una quota piezometrica variabile tra - 0,50 e - 0,60 m slm con caratteristiche di permeabilità da fratturazione e/o fessurazione, tipiche degli ammassi carsificati. Considerando che la quota del piano campagna nell'area di intervento varia da circa 2.5m a 14 m sul livello del mare, si prevede che le opere in progetto determinino un'interferenza con la falda per un'estensione di circa 140m. Nello specifico nelle zone di estremità dell'areale di interesse il battente idrico è inferiore al metro mentre in corrispondenza del sottovia il fondo scavo si attesta a circa 1.8m sotto il livello della falda (ad eccezione di un ulteriore approfondimento localizzato da effettuarsi in corrispondenza della realizzazione della vasca di sollevamento.

#### **5.3.4 Criteri di scelta delle postazioni**

Dall'analisi della situazione idrogeologica dell'area di indagine, delle opere previste e delle aree di cantiere sono stati individuati le postazioni di monitoraggio per la componente acque sotterranee.

La scelta della collocazione dei punti di monitoraggio è stata effettuata sulla base dei seguenti criteri:

- *Caratteristiche idrogeologiche generali:* i punti sono stati localizzati tenendo in considerazione la direzione del flusso della falda rispetto all'asse dell'infrastruttura in progetto.
- *Vicinanza al tracciato di progetto ed alle aree di cantiere:* i punti sono stati collocati nelle immediate vicinanze del tracciato di progetto e delle aree cantiere (eventualmente si può prevedere il riutilizzo dei piezometri impiegati per altre finalità, purché presentino caratteristiche tecniche e posizione tali da renderli idonei allo scopo del presente progetto).
- *Valore della risorsa:* per quest'ultimo criterio si è tenuto conto in modo particolare dell'uso a cui la risorsa idrica è destinata e della disponibilità in termini quantitativi della stessa;
- *Presenza di sorgenti inquinanti esterne al cantiere* per tener conto dell'effettivo impatto del cantiere rispetto ad una situazione potenzialmente già compromessa.

I punti di monitoraggio sono stati determinati individuando per le aree critiche (di realizzazione dell'opera) un piezometro di rilevazione che consenta di valutare in dettaglio le caratteristiche qualitative delle acque di falda unitamente alle condizioni di deflusso sotterraneo.

Come aree critiche si possono considerare le aree di cantiere che si attestano sullo strato calcareo a medio-alta permeabilità e le aree ubicate in corrispondenza della realizzazione del sottopasso, infatti, in considerazione delle attività lavorative che in esse si svolgono, un eventuale sversamento di sostanze inquinanti potrebbero comportare il raggiungimento della falda.

Per tale motivo, al fine di monitorare la qualità delle acque sotterranee, si è deciso di realizzare n. 1 piezometro di monitoraggio ubicato in prossimità del sottovia per un totale complessivo di n. 1 piezometri spinti fino al raggiungimento della falda.

Per tale motivo al fine di monitorare la qualità delle acque sotterranee, si è deciso di realizzare n. 1 piezometro di monitoraggio ubicato in prossimità del sottovia dove, in base alla caratterizzazione geologica effettuata, le lavorazioni previste possono determinare un'interferenza con la falda.

### 5.3.5 I parametri oggetto del monitoraggio

Il set di parametri descrittivi della qualità della componente oggetto di studio, sono quelli ritenuti più significativi perché correlabili alle attività connesse alla realizzazione dell'intervento in progetto.

In definitiva, per la definizione delle caratteristiche quantitative e qualitative delle acque sotterranee si determineranno, tramite misure di campagna o di laboratorio, i parametri riportati nelle seguenti tabelle. I set parametrici proposti di seguito sono da intendersi come set standard che possono essere eventualmente implementati, nel caso di specifiche esigenze rilevabili in itinere legate alle caratteristiche territoriali in cui si colloca l'opera.

I parametri si riferiscono a tutte le fasi: Ante Operam (AO), Corso d'Opera (CO) e Post Operam (PO).

SET PARAMETRICO - ACQUE SOTTERRANEE		
	PARAMETRI	NOTE
MISURE IN SITU	LIVELLO STATICO/ LIVELLO PIEZOMETRICO	
	TEMPERATURA ARIA	
	TEMPERATURA ACQUA	
	OSSIGENO DISCIOLTO	
	CONDUCIBILITÀ	
	PH	
	POTENZIALE DI OSSIDO RIDUZIONE REDOX	
PARAMETRI CHIMICO FISICI	DUREZZA TOTALE	
	SOLFATI	
	CLORURI	
	AZOTO AMMONIACALE	
	AZOTO NITROSO	
	AZOTO NITRICO	
	FLUORURI	
	CIANURI	
	ARSENICO	
INQUINANTI VARI	MANGANESE	
	CALCIO	
	FERRO	
	PIOMBO	
	RAME	
	ZINCO	

SET PARAMETRICO - ACQUE SOTTERRANEE	
PARAMETRI	NOTE
NICHEL	
CADMIO	
CROMO TOTALE	
CROMO VI	
MERCURIO	
IDROCARBURI TOTALI (N-ESANO)	
IPA	Da misurare in caso di superamenti dell' n-esano
BTEX	
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI (1, 2, 3 TRICLOROPROPANO; 1, 1, 2, 2 TETRACLOETANO)	
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI (TETRACLOROETILENE, TRICLOROMETANO)	

Tabella 6 – Set di parametri per il monitoraggio della componente acque sotterranee.

Per il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei presenti nel territorio in esame è stato scelto di valutare i parametri di base definiti dalla D.Lgs.152/2006 e di indagare soprattutto i parametri che consentano di valutare i possibili effetti di inquinamento dovuti alle attività e agli scarichi di cantiere ed eventuali sversamenti accidentali.

### 5.3.6 Metodologia di misura e campionamento

#### 5.3.6.1 Misure in situ

Le misure del livello statico verranno effettuate mediante sonda elettrica il cui cavo sia marcato almeno ogni centimetro. La misura andrà effettuata dalla bocca del piezometro (bordo del rivestimento) o da altro punto fisso e ben individuabile; verrà quindi misurata l'altezza della bocca del piezometro o del punto di riferimento rispetto al suolo. L'indicazione del punto di riferimento dovrà essere riportata sulla scheda di misura. Il livello statico sarà indicato con l'approssimazione del centimetro.

La misura della temperatura dell'aria e dell'acqua potrà essere effettuata mediante termometro a mercurio o elettronico ed andrà riportata con l'approssimazione del mezzo grado. L'ossigeno disciolto verrà determinato tramite apposita sonda, il pH e la Conducibilità Elettrica saranno determinati con pH-metro e conducimetro elettronici che andranno tarati all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro. I risultati della taratura saranno annotati su apposite schede. In relazione agli strumenti da utilizzare per la determinazione di questi ultimi parametri, potranno essere impiegate, in alternativa, anche sonde multiparametriche.



RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

RELAZIONE GENERALE

PROGETTO

LOTTO

CODIFICA DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IA1U

04

E 69 RG AC0000 401

B

50/66

I rilievi ed i campionamenti dovranno essere eseguiti sempre con le stesse procedure e gli stessi strumenti in tutti i punti di misura ed in tutte le fasi; analogamente il grado di approssimazione dei valori numerici dei parametri dovrà essere identico.

Prima dell'esecuzione del monitoraggio ante operam, il soggetto incaricato di tale attività dovrà provvedere a:

- determinare la quota assoluta dell'estremità superiore della tubazione (testa piezometro);
- rilievo della posizione del piezometro in termini di coordinate geografiche.

#### 5.3.6.2 Prelievo campioni per analisi di laboratorio

Il campionamento da piezometri dovrà essere preceduto dallo spurgo di un congruo volume di acqua in modo da scartare l'acqua giacente e prelevare acqua veramente rappresentativa della falda. Con la stessa pompa si provvederà poi a riempire direttamente le bottiglie come di seguito indicate:

- bottiglia sterile da 0,5 litri per le analisi batteriologiche;
- bottiglia di due litri in vetro per le analisi chimico-fisiche;
- bottiglia di due litri in plastica per le analisi di metalli e di anioni.

Qualora il campionamento da pompa non fosse praticabile dovrà essere utilizzato un recipiente unico ben pulito per raccogliere le acque destinate alle analisi chimiche, riempiendo poi con questa acqua le bottiglie ed evitando di lasciare aria tra il pelo libero e il tappo. Il campionamento per le analisi batteriologiche invece richiede la massima attenzione nell'evitare qualsiasi contatto tra l'acqua e altri corpi estranei diversi dalla bottiglia sterile. La stessa bocca di acqua va sterilizzata con fiamma a gas del tipo portatile.

Per pozzi invece non serviti da pompa si dovrà, campionare per immersione della bottiglia sterile sotto il pelo libero dell'acqua.

Analoghe precauzioni, nei limiti delle possibilità, dovranno essere adottate per il campionamento da piezometri.

I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

- sigla identificativa del pozzo o del piezometro;
- data e ora del campionamento.

Per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale di campionamento che verrà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

Inoltre, per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 4 °C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate.

#### **5.3.7 Modalità del monitoraggio**

Il monitoraggio della componente suolo avrà la funzione di garantire:



RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

PROGETTO

LOTTO

CODIFICA DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RELAZIONE GENERALE

IA1U

04

E 69 RG AC0000 401

B

51/66

- il controllo dell'evoluzione della qualità del suolo intesa sia come capacità agro-produttiva che come funzione protettiva;
- il rilevamento di eventuali alterazioni dei terreni al termine dei lavori al fine di garantire la restituzione delle aree temporaneamente occupate ed il corretto ripristino dei suoli;
- garantire un adeguato ripristino ambientale (agricolo e forestale) delle aree di cantiere;
- il controllo delle possibili alterazioni e/o modifiche al regime di scorrimento delle acque superficiali e/o scalzamento al piede di aree affette da dissesto e di conseguenza la verifica dell'efficacia degli interventi di stabilizzazione.

Coerentemente con gli obiettivi che si propone, il monitoraggio della componente suolo riguarderà sia le aree di cantiere che le aree destinate allo stoccaggio del materiale. All'interno di queste aree è previsto un punto di monitoraggio destinato alle indagini in situ.

Qui, per tutte e tre le fasi sarà previsto l'accertamento dei seguenti parametri:

- parametri pedologici;
- parametri chimico - fisici;
- parametri topografico-morfologici e piezometrici.

Più in dettaglio, nei punti di monitoraggio scelti e localizzati in base a criteri di rappresentatività, le caratteristiche dei suoli saranno investigate, descritte e dimensionate fino a profondità massima di 1.5 m, mediante l'esecuzione di scavi (di dimensioni usuali di circa 1x1 m) che consentano accurate descrizioni di profili pedologici.

Per il punto di monitoraggio, oltre ai riferimenti geografici (comprese le coordinate) e temporali, saranno registrati i caratteri stazionali dell'area di appartenenza: quota, pendenza, esposizione, uso del suolo, vegetazione, substrato pedogenetico, rocciosità affiorante, pietrosità superficiale, altri aspetti superficiali, stato erosivo, permeabilità, profondità della falda. Nella descrizione del profilo del suolo saranno definiti i diversi orizzonti e, relativamente a ciascuno di questi, i seguenti parametri: profondità, tipo e andamento del limite inferiore; umidità; colore; screziature; tessitura; contenuto in scheletro; struttura; consistenza; presenza di pori e fenditure; presenza di attività biologica e di radici; presenza (e natura) di pellicole, concrezioni, noduli, efflorescenze saline; reazione (pH); effervescenza all'HCl. Il contesto areale di ogni punto di monitoraggio e lo spaccato del profilo pedologico saranno documentati anche fotograficamente.

### 5.3.8 Documentazione di base per la redazione del PMA

Il progetto di monitoraggio dell'Ambiente Idrico Sotterraneo ha avuto come essenziali basi di partenza una serie di elaborati collegati agli studi effettuati per la realizzazione del sottopasso.

Le indagini condotte sul territorio oggetto della progettazione hanno evidentemente confermato la situazione di un acquifero tipico della fascia costiera con il livello di falda collocato sostanzialmente a quota livello mare (tutti i sondaggi mostrano una quota piezometrica variabile tra - 0,50 e - 0,60 m con caratteristiche di permeabilità da fratturazione e/o fessurazione, tipiche degli ammassi carsificati. Prove di permeabilità in foro tipo "Lugeon" e di tipo "Lefranc", condotte nei fori di sondaggio e riportate nell'allegato IA1T03D69SGGE0001001A, evidenziano come l'ammasso calcareo sia caratterizzato da una permeabilità per fessurazione e carsismo piuttosto elevata e contrassegnato

da un valore di permeabilità dell'ordine di 10-2 cm/s, a testimonianza di un processo di evoluzione carsica abbastanza spinta. Dal punto di vista della pericolosità idraulica l'area oggetto di studio si colloca tra due di queste incisioni, la lama S. Marco e la lama S. Giorgio, ma non risulta comunque interessata da fenomeni che possano determinare una pericolosità idraulica con relativo rischio.

### 5.3.9 Definizione dei punti di monitoraggio

#### 5.3.9.1 Parametri chimico-fisici delle acque

I parametri chimico-fisici potranno fornire un'indicazione generale sullo stato quantitativo e qualitativo delle acque sotterranee in esame prima dell'inizio dei lavori. Verranno rilevati i seguenti parametri:

- livello piezometrico,
- temperatura acqua e aria,
- pH,
- conducibilità elettrica,
- potenziale redox,
- curva di esaurimento.

#### 5.3.9.2 Parametri chimici e biologici delle acque

Si riporta di seguito l'elenco dei parametri oggetto d'indagine e delle relative metodiche analitiche:

Tabella 7 - Parametri chimici per il monitoraggio delle Acque sotterranee

Parametro	Metodo	Limite di rilevabilità	Principio del metodo
Conducibilità elettrica specifica	D.M. 13/09/99 IV.1	-	Conduttimetria
Ossidabilità al permanganato	-	0,05 mg/l O <sub>2</sub>	Titrimetria
Durezza totale	IRSAQ100 n°2040	1 mg/l di CaCO <sub>3</sub>	Titolazione complessometrica con acido etilendiamino tetraacetico.
Residuo fisso	Metodo Ali.Ili DPR 236/88	1 mg/l	Evaporazione del campione e pesata previo essiccamento a 180 °C
T.O.C.	ASTM D2579/85 met. B	1 mg/l	Determinazione del carbonio organico totale tramite combustione, riduzione catalitica della CO <sub>2</sub> formatasi e quantificazione del metano con detector a ionizzazione di fiamma
Arsenico	EPA 6020/94	0,11 mg/l	ICP/MS
Calcio	U.S. EPA Method 300.7	0,2 mg/l	Determinazione per cromatografia ionica

Parametro	Metodo	Limite di rilevabilità	Principio del metodo
Magnesio	U.S. EPA Method 300.7	0,2 mg/l	Determinazione per cromatografia ionica
Sodio	U.S. EPA Method 300.7	0,2 mg/l	Determinazione per cromatografia ionica
Potassio	U.S. EPA Method 300.7	0,2 mg/l	Determinazione per cromatografia ionica
Cloruri	ASTM D4327-88	0,1 mg/l	Determinazione per cromatografia ionica
Solfati	ASTM D4327-88	0,2 mg/l	Determinazione per cromatografia ionica
Azoto ammoniacale	IRSAQ100 n°4010	0,4 mg/l	Determinazione colorimetrica del complesso che si forma per reazione con il reattivo di Nessler
Nitriti	ASTM D4327-88	0,2 mg/l	Determinazione per cromatografia ionica
Nitrati	ASTM D4327-88	0,2 mg/l	Determinazione per cromatografia ionica
Fosforo totale	IRSAQ100 n°4090	0,06 mg/l	Determinazione colorimetrica degli ortofosfati ottenuti dalla trasformazione per mineralizzazione acida di tutti i composti del fosforo.
Idrocarburi totali	Std. methods n°5520C&F 18th edi.	0,5 mg/l	Determinazione all'infrarosso delle sostanze estratte con triclorotrifluoroetano e non trattate da gel di silice
Ferro	Std.methods n°3113 18th edition.	4 mg/l	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fornello di grafite
Rame	Std.methods n° 3113 18th edition.	2 µg/l	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fornello di grafite
Cadmio	Std.methods n°3113 18th edition.	1 mg/l	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fornello di grafite
Cromo	Std.methods n°3113 18th edition.	10 mg/l	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fornello di grafite
Piombo	Std.methods n°3113 18th edition.	5 mg/l	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fornello di grafite

Parametro	Metodo	Limite di rilevabilità	Principio del metodo
Manganese	Std.methods n°3113 18 th edition.	2 mg/l	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fornello di grafite
Fenoli	Std.methods n°6320B 18 th edition.	0.02 mg/l	Estrazione con cloruro di metilene e determinazione in FID/GC
Tensioattivi anionici	IRSAQ100 n°5150	0,025 mg/l	Determinazione colorimetrica del sale di colore blu formato per reazione con blu di metilene ed estratto in cloroformio.
Tensioattivi non ionici	UNICHIM n°980/2 1993	0,03 mg/l	A seguito di una fase di estrazione concentrazione e purificazione, il valore viene determinato per misura spettrofotometrica del complesso che si forma per reazione con il potassio picrato, estratto in 1,2 dicloretano.
Alcalinità	IRSAQ100 n°2010met. B	0,02 meq/l	Titolazione con indicatore
Solventi organoalogenati totali	EPA 8260B/94	0,08 mg/L	GC/MS
Tetracloroetilene	EPA 8260B/94	0,08 mg/L	GC/MS
Tricloroetano	EPA 8260B/94	0,08 mg/L	GC/MS
Tricloroetilene	EPA 8260B/94	0,08 mg/L	GC/MS
Coliformi totali	Metodo MF Ali.III DPR 236/88	0 col/100cc	Culture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta
Coliformi fecali	Metodo MFAII.III DPR 236/88	0 col/100cc	Culture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta
Streptococchi fecali	Metodo MFAII.III DPR 236/88	0 col/100cc	Culture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta
Conteggio delle colonie su agar a 36°C	Metodo All.III DPR 236/88	0 col/100cc	Culture di colonie batteriche su agar e conta diretta
Conteggio delle colonie su agar a 22°C	Metodo All.III DPR 236/88	0 col/100cc	Culture di colonie batteriche su agar e conta diretta

### 5.3.10 Metodologia di rilevamento e campionamento

#### 5.3.10.1 Verifica di fattibilità in campo

Per ciascun punto di misura previsto nel PMA si dovrà effettuare:

- Verifica dell'accessibilità ai punti di misura, valutando l'eventuale necessità di realizzare ad hoc piste di accesso, per garantire la manovra sia di automezzi pesanti, gommati o cingolati finalizzati alla manutenzione periodica, sia di automezzi con le attrezzature dedicate alle misure in campo ed ai prelievi.
- Verifica dell'accessibilità futura al sito, nel caso in cui per l'area in oggetto sia prevista una diversa destinazione d'uso o una cessione a terzi o un'occupazione provvisoria per opere di cantiere.
- Verifica della possibilità di ubicare il punto di monitoraggio all'interno di aree private, in modo da evitare al massimo rischi di manomissione, rispettando il criterio di accessibilità in ogni condizione di tempo.
- Verifica finalizzata ad individuare potenziali sorgenti inquinanti nell'ambito dell'area di interesse che potrebbero falsare i risultati del monitoraggio, con particolare riguardo alla loro posizione e distanza rispetto ai punti di controllo prescelti e rispetto alle modalità di deflusso idrico sotterraneo.
- Verifica dell'assenza di zone coltivate, anche saltuariamente, nell'intorno del punto di monitoraggio al fine di evitare problemi sia di accesso nonché di contaminazione del punto per aspersione di prodotti chimici o fertilizzanti.
- Verifica della possibilità di mettere in opera una segnalazione chiara e visibile anche da lontano, non asportabile, che indichi la presenza del punto di misura.

#### 5.3.11 **Determinazione dei parametri chimico-fisici**

Le misure del livello statico verranno effettuate mediante sonda elettrica il cui cavo sia marcato almeno ogni centimetro. La misura andrà effettuata dalla bocca del piezometro (bordo del rivestimento) o da altro punto fisso e ben individuabile; verrà quindi misurata l'altezza della bocca del piezometro o del punto di riferimento rispetto al suolo.

L'indicazione del punto di riferimento dovrà essere riportata sulla scheda di misura.

Il livello statico sarà indicato con l'approssimazione del centimetro e determinato mediante il valore medio di tre misurazioni prese ad intervalli regolari di 5 minuti.

La misura della temperatura dell'aria e dell'acqua potrà essere effettuata mediante termometro a mercurio o elettronico ed andrà riportata con l'approssimazione del mezzo grado.

Il pH e la Conducibilità Elettrica saranno determinati con pH-metro e conducimetro elettronici che andranno tarati all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro. I risultati della taratura saranno annotati su apposite schede. In relazione agli strumenti da utilizzare per la determinazione di questi ultimi parametri, potranno essere impiegate, in alternativa, anche sonde multiparametriche in grado di misurare in contemporanea tutti i parametri sopra elencati.

I rilievi ed i campionamenti dovranno essere eseguiti sempre con le stesse procedure e gli stessi strumenti in tutti i punti di misura ed in tutte le fasi; analogamente il grado di approssimazione dei valori numerici dei parametri dovrà essere identico.

Prima dell'esecuzione del Monitoraggio AO, il soggetto incaricato di tale attività dovrà provvedere a:

- determinare la quota assoluta dell'estremità superiore della tubazione (testa piezometro);
- rilievo della posizione del piezometro in termini di coordinate geografiche.

### 5.3.12 Rete di monitoraggio

La rete di monitoraggio è costituita da un punto di monitoraggio al fine di valutare in dettaglio le caratteristiche quali-quantitative delle acque di falda unitamente alle condizioni di deflusso sotterraneo, il punto da monitorare è, individuato secondo i seguenti criteri:

Zone in cui si svolgono attività per cui gli eventuali impatti che si possono verificare, per le caratteristiche del sottosuolo, possono essere considerati significativi;

lungo l'intervento in corrispondenza di opere che potrebbero causare sbarramenti del normale deflusso della falda o depressioni locali del livello piezometrico.

Qualora emergesse la necessità di installare ulteriori punti, l'esatta ubicazione dovrà essere decisa in situ tenendo conto di tutte le operazioni che verranno effettuate nel tempo in tale area.

Si prevede un'intensificazione del monitoraggio nel caso di eventi piovosi di particolare intensità, quando il livello della falda possa risalire fino a raggiungere il livello delle lavorazioni; tale accorgimento è di carattere puntuale, in base alle valutazioni in corso d'opera.

Ogni postazione dovrà infatti essere posizionata in una zona protetta ma accessibile e dovrà essere protetta in superficie da danni accidentali o atti di vandalismo.

Nelle tavole allegata alla presente relazione del Progetto di Monitoraggio Ambientale "Planimetrie ubicazione punti di monitoraggio" sono stati rappresentati i punti previsti per il monitoraggio delle acque sotterranee.

Nella tabella sottostante viene riepilogata la pianificazione del monitoraggio per la componente in oggetto.

MISURE	TIPOLOGIA OPERA	AO	CO	PO
ASO_01	Area di Cantiere	1 volta	Semestrale (2 volte)	1 volta

Tabella 8 - Postazioni di monitoraggio delle acque sotterranee

## 5.4 RUMORE

### 5.4.1 Obiettivi del monitoraggio acustico

Il monitoraggio del rumore ha l'obiettivo di controllare l'evolversi della situazione ambientale per la componente in oggetto nel rispetto dei valori imposti dalla normativa vigente.

Il monitoraggio per lo stato corso d'opera è finalizzato a verificare il disturbo sui ricettori nelle aree limitrofe alle aree di lavoro e intervenire tempestivamente con misure idonee durante la fase costruttiva. Per la fase post operam l'obiettivo del monitoraggio è quello di verificare il rispetto dei limiti normativi degli impatti acustici generati dal flusso di traffico circolante sulla nuova infrastruttura. Le misure dovranno essere effettuate in ante operam, corso d'opera e post opera.

## **5.4.2 Normativa di riferimento**

### 5.4.2.1 Leggi nazionali

- D. LGS. 19/08/05 n° 194 Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. (GU n. 222 del 23-9-2005) Testo coordinato del Decreto-Legge n. 194 del 19 agosto 2005 (G.U. n. 239 del 13/10/2005) Ripubblicazione del testo del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194, recante: «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale», corredato delle relative note. (Decreto legislativo pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 222 del 23 settembre 2005)
- Presidenza del Consiglio dei Ministri 30 giugno 2005: Parere ai sensi dell'art.9 comma 3 del decreto legislativo 28 agosto 1997 n.281 sullo schema di decreto legislativo recante recepimento della Direttiva 2002/49CE del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale
- Circolare 6 Settembre 2004 – Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali. (GU n. 217 del 15-9-2004)
- DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 30 Marzo 2004, n. 142 Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447.(GU n. 127 del 1-6-2004 )testo in vigore dal: 16-6-2004
- Decreto 1° aprile 2004 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale (GU n. 84 del 9-4-2004) (42Kb)
- DECRETO LEGISLATIVO 4 settembre 2002, n.262 Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto
- Decreto 23 Novembre 2001 Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore. (GU n. 288 del 12-12-2001)
- Decreto Ministero Ambiente 29 novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore "(Gazzetta Ufficiale n. 285 del 6 dicembre 2000)

- D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459: Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario.
- Decreto Ministeriale 16 marzo 1998 -Tecniche di rilevamento e di misurazione dell' inquinamento acustico
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 -Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 -Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
- Legge 26 ottobre 1995 n. 447 "LEGGE QUADRO SULL'INQUINAMENTO ACUSTICO"
- Il DPCM 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"

#### 5.4.2.2 Leggi regionali

- L.R. n. 3 del 12/02/02 "Norme di indirizzo per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico" (B.U.R. Puglia n. 25 del 20/02/02)
- Legge Regionale 14 giugno 2007, n. 17 "Disposizioni in campo ambientale, anche in relazione al decentramento delle funzioni amministrative in materia ambientale" (B.U.R. Puglia n. 87 del 18.6.2007)

#### 5.4.3 **Criteri e modalità del monitoraggio acustico**

Il monitoraggio del rumore mira a controllare il rispetto di standard o di valori limite definiti dalle leggi, in particolare il rispetto dei limiti massimi di rumore nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo definiti in base alla classificazione acustica del territorio.

Il monitoraggio acustico nelle diverse fasi (ante operam, corso d'opera e post operam) si svolge secondo i seguenti stadi:

- sopralluoghi, acquisizione permessi e posizionamento strumentazione;
- monitoraggio per il rilievo in corrispondenza dei punti di misura;
- elaborazione dei dati;
- emissione di reportistica ed inserimento in banca dati.

In caso di criticità riscontrate, attribuibili all'opera in oggetto, sarà segnalato il superamento registrato in modo da intervenire tempestivamente con misure preventive o di mitigazione.

La metodica di misura si fonda sul rilievo del rumore in postazioni di differenti tipologie:

- RUC, per il monitoraggio del rumore prodotto dalle attività di cantiere misura da 24h (ante operam - corso d'opera);
- RUV, per il monitoraggio del rumore prodotto dalla viabilità di cantiere, e successivamente sulla nuova viabilità misura di 7gg (ante operam - corso d'opera - post operam);

Le postazioni sono localizzate in prossimità delle aree interessate dall'intervento, in corrispondenza dei ricettori abitativi con particolare attenzione ai ricettori sensibili (scuole, ospedali, etc..).

In base alla finalità della misura ed alla tipologia di rumore monitorato (stradale, cantieri, etc..) si prevede pertanto di utilizzare diverse tipologie di rilievi:

- Misure settimanali di caratterizzazione del clima acustico, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi sulla viabilità interessata dall'intervento in fase ante, corso d'opera e post operam;
- Misure di 24 h per il controllo e la caratterizzazione del rumore nelle aree di cantiere;
- Misure (eventuali) di breve periodo per analisi specifiche sulle sorgenti di rumore nelle aree di cantiere (corso opera: in fase di installazione di nuove apparecchiature di cantiere, lavorazioni particolari).

La dislocazione dei punti tiene conto della disposizione del ricettore rispetto alle sorgenti di rumore, della classificazione acustica e della densità abitativa dell'area.

#### 5.4.4 Strumentazioni e tecniche di rilievo

L'esecuzione dei rilievi avviene a mezzo di fonometri, che registrano, nel tempo, i livelli di potenza sonora (espressi in dBA) e le frequenze a cui il rumore viene emesso.

Nella tabella seguente sono indicati i principali parametri acustici oggetto del monitoraggio.

Distanza	distanza del microfono dalla sorgente
Altezza	altezza del microfono rispetto al piano campagna
LAE,TR	<p>SEL complessivo dovuto al contributo energetico di tutti i transiti. Esso è ricavato dalla somma logaritmica degli LAEi relativi a ciascun transito nel periodo di riferimento in cui si sono verificati (diurno o notturno). Si ricava dalla formula seguente:</p> $L_{AE} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{AEi})}$ <p>LAEi è il livello sonoro di un singolo evento (SEL), che riassume il contributo energetico di un transito.</p>
L <sub>Aeq,TR</sub>	<p>è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" nel periodo di riferimento. Si calcola dalla formula seguente:</p> $L_{Aeq,TR} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{AFi})} - k$ <p>dove:  TR è il periodo di riferimento diurno o notturno;  n è il numero di transiti avvenuti nel periodo TR;  k = 47,6 dB(A) nel periodo diurno (06:00 ÷ 22:00) e k = 44,6 dB(A) nel periodo notturno (22:00 ÷ 06:00).</p>
LA	(livello di rumore ambientale) è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. Esso deve essere distinto tra periodo diurno (06:00 ÷ 22:00) e periodo notturno (22:00 ÷ 06:00).
LR	(livello di rumore residuo) è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante.



RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

PROGETTO

LOTTO

CODIFICA DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RELAZIONE GENERALE

IA1U

04

E 69 RG AC0000 401

B

60/66

	Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici. Nel nostro caso è il livello ambientale depurato dal contributo sonoro di tutti i transiti ferroviari.
Treni N	numero di treni transitati nel periodo di riferimento diurno e notturno.
LAeq,F	è il livello continuo equivalente riferito solo al passaggio di tutti i convogli nelle 24 ore

Tabella 9 – Parametri acustici oggetto del monitoraggio.

#### 5.4.5 Rete di monitoraggio

Nel corso delle campagne di monitoraggio acustico in fase AO e CO e PO verranno rilevate le seguenti categorie di parametri:

- parametri acustici;
- parametri meteorologici (temperatura, velocità e direzione del vento, piovosità, umidità);
- parametri di inquadramento territoriale (localizzazione, classificazione acustica prevista dalla zonizzazione, documentazione fotografica, principali caratteristiche territoriali).

La strumentazione di base richiesta per il monitoraggio del rumore è, pertanto, composta dai seguenti elementi:

- analizzatori di precisione real time o fonometri integratori;
- microfoni per esterni con schermo antivento;
- calibratori;
- cavalletti, stativi o aste microfoniche;
- minicabine o valigette stagne, antiurto, complete di batterie e per il ricovero della strumentazione;
- centralina meteorologica.

Complessivamente sono stati previsti n. 3 punti di monitoraggio suddivisi nelle diverse fasi come da tabella seguente.

Punto	Indagini previste			Frequenza	Durata
	A.O.	C.O.	P.O.		
RUC 01	X	-	-	n. 1 campagna	24 H
	-	X	-	Trimestrale (4 volte)	24 H
RUC 02	X	-	-	n. 1 campagna	24 H
	-	X	-	Trimestrale (4 volte)	24 H

Punto	Indagini previste			Frequenza	Durata
	A.O.	C.O.	P.O.		
RUV 01	X	-	X	n. 1 campagna	7 gg
	-	X	-	Trimestrale (4 volte)	7 gg

Tabella 10 - Postazioni di monitoraggio del rumore.

La campagna di misura sulla nuova viabilità sarà effettuata dopo che la stessa sarà entrata a regime, ossia il monitoraggio sarà eseguito dopo un congruo periodo di tempo dopo la chiusura dei lavori e apertura della nuova viabilità.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda all'elaborato grafico "Progetto Di Monitoraggio Ambientale - Planimetria localizzazione punti di monitoraggio - IA1U04E69P6AC0000401B, ove è possibile individuare i punti scelti.

## 5.5 VIBRAZIONI

Nell'ambito del precedente Progetto Preliminare è stato redatto uno "Studio delle vibrazioni in fase di cantiere" nel quale è stata individuata la distanza minima oltre la quale le vibrazioni rientrano al di sotto dei limiti. Tenuto conto dell'ipotesi peggiorativa scelta, i risultati della previsione sono da considerarsi come un limite superiore.

Fase	Aspetto	Distanza (m)
1 - scavi	Disturbo	58
1 - scavi	Danno	25
2 - rifiniture	Disturbo	34
2 - rifiniture	Danno	6

Tabella 11 - Limiti per le vibrazioni.

Nella scelta delle postazioni di monitoraggio si terrà pertanto conto del ambito in cui verrà ubicata l'intervento, in relazione alla presenza o meno di ricettori abitativi e in base alle lavorazioni previste.

### 5.5.1 Obiettivi del monitoraggio

L'obiettivo del monitoraggio vibrazionale proposto nel presente PMA è quello di prevenire e controllare il disturbo provocato dalle vibrazioni prodotte nella fase costruttiva delle opere afferenti la variante in esame sugli edifici più esposti dalle lavorazioni necessarie alla loro realizzazione.

### 5.5.2 Normativa di riferimento

Il problema delle vibrazioni negli ambienti di vita, attualmente, non è disciplinato da alcuna normativa nazionale. Pertanto, qualora si intenda procedere ad una valutazione strumentale di tale fenomeno fisico è bene affidarsi alle corrispettive norme tecniche. Nello specifico, il riferimento è costituito dalla

normativa tecnica in capo alla UNI 9614 - Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo e dalla UNI 9916 - Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.

#### 5.5.2.1 ISO 2631 "Valutazione sull'esposizione del corpo umano alle vibrazioni"

La ISO 2631-2:2003 si applica a vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi x, y e z per persone in piedi, sedute o coricate. Il campo di frequenze considerato è 1÷80 Hz e il parametro di valutazione è il valore efficace dell'accelerazione  $a_{rms}$  definito come:

$$a_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$$

dove  $a(t)$  è l'accelerazione in funzione del tempo, T è la durata dell'integrazione nel tempo dell'accelerazione. La norma definisce tre curve base per le accelerazioni e tre curve base per le velocità (in funzione delle frequenze di centro banda definite per terzi di ottava) che rappresentano le curve approssimate di uguale risposta in termini di disturbo, rispettivamente per le accelerazioni riferite all'asse Z, agli assi X,Y e alla combinazione dei tre assi. Le vibrazioni devono essere misurate nel punto di ingresso nel corpo umano e deve essere rilevato il valore di accelerazione r.m.s. perpendicolarmente alla superficie vibrante.

#### 5.5.2.2 UNI 9614:2017 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo"

La norma è sostanzialmente in accordo con la ISO 2631-2:2003. Tuttavia, sebbene le modalità di misura siano le stesse, la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore della vibrazione della sorgente  $V_{sor}$  (vibrazioni immesse negli edifici dalla specifica sorgente oggetto di indagine. Sono caratterizzate dal valore dell'accelerazione  $a_{w,95}$ ) il quale è confrontato con una serie di valori limite dipendenti dal periodo di riferimento (*giorno*, dalle 06:00 alle 22:00, e *notte*, dalle 22:00 alle 06:00) e dalle destinazioni d'uso degli edifici. I livelli di soglia indicati dalla suddetta norma sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 12 - Valori di soglia di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614:2017)

	AMBIENTE AD USO ABITATIVO	ASILI CASE DI RIPSO	LUOGHI LAVORATIVI	SCUOLE UNIVERSITA	OSPEDALI, CASE DI CURA. CLINICHE ED AFFINI
<b>DIURNO</b>	7,2 mm/s <sup>2</sup>	3,6 mm/s <sup>2</sup>	-	-	-
<b>NOTTURNO</b>	3,6 mm/s <sup>2</sup>	3,6 mm/s <sup>2</sup>	-	-	-
<b>GIORNATE FESTIVE</b>	5,4 mm/s <sup>2</sup>	-	-	-	-



RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

PROGETTO

LOTTO

CODIFICA DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RELAZIONE GENERALE

IA1U

04

E 69 RG AC0000 401

B

63/66

LIMITATAMENTE AI PERIODI DI ESERCIZIO	-	-	14 mm/s <sup>2</sup>	5,4 mm/s <sup>2</sup>	-
INDIPENDENTEMENTE DALL'ORARIO	-	-	-	-	2 mm/s <sup>2</sup> (misurate ai piedi del letto del paziente)

Le misure devono essere eseguite in conformità alla suddetta norma tecnica. In particolare, la durata complessiva è legata al numero di eventi del fenomeno in esame necessaria ad assicurare una ragionevole accuratezza statistica, tenendo conto non solo della variabilità della sorgente ma anche dell'ambiente di misura.

Nel caso di fenomeni caratterizzati da un elevato numero di eventi distinti devono essere acquisiti i segnali relativi ad almeno 15 eventi scelti con i criteri indicati dall'appendice A della suddetta norma tecnica (appendice A2 "Vibrazioni prodotte da traffico ferroviario" e A4 "Vibrazioni prodotte da attività di cantiere").

### 5.5.3 Modalità di monitoraggio e parametri

I rilievi sono eseguiti per mezzo di un analizzatore di frequenza in tempo reale (per la classe 1 conforme alle norme EN 60652/1994 e EN 60804/1994 e alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094-1/1994 per quanto riguarda i filtri) collegato ad un accelerometro per mezzo di un opportuno preamplificatore di segnale. Il principio di funzionamento dell'accelerometro si basa sulla nota relazione  $F = M \times a$ , per cui un corpo di massa  $M$  cui è applicata una forza  $F$  si sposta con accelerazione  $a$ . Il fenomeno vibratorio imprime alla massa  $M$  una forza  $F$ , la forza attua uno sforzo di compressione o di taglio su un cristallo piezoelettrico, il quale genera una carica elettrica proporzionale alla forza e di conseguenza all'accelerazione. L'accelerometro sfrutta la tecnologia LIVM (Low impedance voltage mode) che permette di convertire l'alta impedenza dei segnali elettrici generati dal cristallo piezoelettrico in una tensione a bassa impedenza per trasmettere il segnale sui cavi elettrici e mantenere un'eccellente immunità al rumore elettrico, tanto che la sensibilità di detto accelerometro è pari a 517.50 mV/g corrispondente a 52,77 mV/m/s<sup>2</sup> nel range di frequenza da 1Hz a 3000 Hz. Il rumore elettrico equivalente è, invece, pari a 0.0001 G corrispondente a 0,980665 mm/s<sup>2</sup>. Le modalità di rilevamento possono variare da caso a caso e, in generale, dipendono dai seguenti fattori:

- tipologia delle fonti di vibrazione;
- evoluzione temporale del fenomeno vibratorio (vibrazioni stazionarie o transitorie);
- tipologia del macchinario da misurare;
- natura del suolo su cui viene effettuato il rilevamento.



RIASSETTO NODO DI BARI  
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI  
CENTRALE E BARI TORRE A MARE  
Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE  
RELAZIONE GENERALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 69 RG AC0000 401	B	64/66

#### 5.5.4 Criteri di scelta delle postazioni di misura

Per la definizione della rete di monitoraggio si sono individuate aree sensibili tenendo conto dei ricettori posti nella fascia di territorio circostante le fonti di emissione e dei seguenti parametri:

- tipo di fonte di vibrazioni (livelli, spettro, durata nel tempo, etc.);
- condizioni geolitologiche e singolarità geolitologiche (caratteristiche geomeccaniche delle formazioni in posto, bancate di strati a maggiore consistenza, falde, etc.);
- presenza di infrastrutture sotterranee tali da interferire nella distribuzione del campo vibrazionale (tunnels, opere in fondazione, etc.);
- sensibilità dei ricettori dipendente da: destinazione d'uso, valore storico testimoniale,
- svolgimento di funzioni di servizio pubblico (ad es.: ospedali), etc..

La distribuzione dei punti di monitoraggio sarà più fitta nelle zone maggiormente edificate e laddove le attività lavorative impattanti per la componente vibrazione (es: scavo, fondazioni pali, etc..) sono svolte nelle immediate vicinanze dei ricettori.

#### 5.5.5 Elaborazioni delle misure

L'elaborazione delle misurazioni sarà effettuata per ogni transito di convoglio ferroviario e/o evento significativo, per ogni sensore installato e per ogni direzione di misura. I segnali, registrati nel dominio del tempo dovranno essere analizzati nel dominio delle frequenze nel campo da 1 a 80 Hz, rappresentando gli spettri in diagrammi ad 1/3 di ottava. Più in dettaglio per ogni sito di misura e per ogni posizione dovrà essere diagrammato lo spettro medio e lo scarto quadratico medio delle misure delle tre componenti, composte secondo le indicazioni della normativa ISO 2631. I rilievi relativi al passaggio dei convogli ferroviari saranno preceduti da misure di rumore ambientale causato dalle normali attività antropiche presenti nella zona. Si ricorda che ogni diagramma dovrà essere completato dalla tabella dei valori relativi al diagramma stesso.

Nei spettri elaborati sarà sovrapposta, inoltre, la curva indicata dalle norme ISO 2631 per la soglia di sensibilità umana tra 1-80 Hz e quella caratteristica degli ambienti di lavoro (curva ISOX4). Ciò potrà essere utile per paragonare i valori ottenuti alla soglia di percezione umana.

#### 5.5.6 Rete di monitoraggio

Il codice VIC è specifico per la verifica delle attività di cantiere e dell'efficacia sistemi di mitigazione. Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda all'elaborato grafico PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE "Planimetria ubicazione punti di monitoraggio".

Nella tabella seguente è riportata l'indicazione della postazione di rilievo prevista nella sola fase di corso d'opera.

Punto	Indagini previste			Frequenza	Durata
	A.O.	C.O.	P.O.		
VIC 01	-	4+4*	-	trimestrale + 4*	24 h

Tabella 13 – Ubicazione delle postazioni di misura

\* 4 misure aggiuntive da eseguirsi ogni 12 mesi in corrispondenza delle lavorazioni più impattanti.

Il PMA della componente vibrazioni prevede il rilievo durante la fase Corso d'Opera per valutare il disturbo delle attività di cantiere.

Si prevede di effettuare per la durata dei lavori una campagna di monitoraggio con frequenza trimestrale, ciascuna della durata di 24 ore, sulla postazione VIC01, in aggiunta a tale programmazione si prevede di eseguire due campagne di misura all'anno aggiuntive durante i periodi di esecuzione delle lavorazioni più impattanti per la componente in oggetto; quest'ultime sono individuabili nelle operazioni di realizzazione del diaframma costituito dai micropali, nella fase di demolizione del rostro di infissione del monolite di spinta, nella formazione e compattazione del rilevato stradale e nelle attività di stesa e rullatura del pacchetto di finitura in asfalto del nuovo tracciato stradale della viabilità di sotto-attraversamento e dei rami.



**RIASSETTO NODO DI BARI**  
**TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI**  
**CENTRALE E BARI TORRE A MARE**  
**Sottovia carrabile e ciclopedonale S. Anna**

**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**  
**RELAZIONE GENERALE**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	04	E 69 RG AC0000 401	B	66/66

Tabella 1 - WBS principali richiamate .....	11
Tabella 2 - Valori limite ai sensi del D. Lgs. 250/2012, Allegato XI .....	27
Tabella 3 - Set di analisi per la componente suolo e sottosuolo (Fasi Ante e Post Operam). .....	37
Tabella 4 - Set di analisi per la componente suolo e sottosuolo - Cumuli (Fase Corso d'Opera).....	38
Tabella 5 - Postazioni di rilievo del suolo. ....	45
Tabella 6 - Set di parametri per il monitoraggio della componente acque sotterranee.....	49
Tabella 7 - Parametri chimici per il monitoraggio delle Acque sotterranee.....	52
Tabella 8 - Postazioni di monitoraggio delle acque sotterranee.....	56
Tabella 9 - Parametri acustici oggetto del monitoraggio. ....	60
Tabella 10 - Postazioni di monitoraggio del rumore. ....	61
Tabella 11 - Limiti per le vibrazioni. ....	61
Tabella 12 - Valori di soglia di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614:2017) .....	62
Tabella 13 - Ubicazione delle postazioni di misura .....	65