

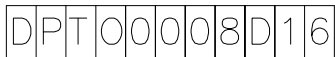

Provincia di Cuneo  
S.S. 28 del Colle di Nava  
Lavori di realizzazione della Tangenziale di Mondovì con collegamento alla S.S. 28 Dir – 564 e al casello A6 "Torino–Savona" – III Lotto (Variante di Mondovì)

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. TO08

PROGETTAZIONE: RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	MANDATARIA: 	MANDANTI:  
IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:  <i>Ing. Andrea Renso – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2413</i>	IL GEOLOGO:  <i>Geol. Emanuele Fresia – TECHNITAL Ordine Geologi Veneto n. A501</i>	IL PROGETTISTA: <i>Ing. Corrado Pesce Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A1984</i>  <u>GRUPPO DI PROGETTAZIONE:</u> COORDINAMENTO PROGETTAZIONE E PROGETTAZIONE STRADALE: <i>Ing. Carlo Vittorio Matildi – MATILDI + PARTNERS Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. 6457/A</i> COORDINAMENTO PROGETTAZIONE E COORDINATORE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE: <i>Ing. Corrado Pesce – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A1984</i> OPERE D'ARTE MAGGIORI GALLERIA: <i>Ing. Corrado Pesce – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A1984</i> OPERE D'ARTE MAGGIORI PONTI E MINORI: <i>Ing. Stefano Isani – MATILDI + PARTNERS Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. A4550</i> GEOTECNICA: <i>Ing. Alessandro Rizzo – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. A19598</i> IDROLOGIA ED IDRAULICA: <i>Ing. Simone Venturini – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2515</i>
IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:  <i>Ing. Paolo Barrasso – MATILDI + PARTNERS Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. A9513</i>	VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:  <i>Ing. Giuseppe Danilo Malgeri</i>	
PROTOCOLLO:	DATA:	

14 – PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE  
Relazione

CODICE PROGETTO 	NOME FILE 14.01_P00_IA01_AMB_RE01_E	PROGR. ELAB. 14.01	REV. E	SCALA: -
	CODICE ELAB. 			
F				
E	ISTRUTTORIE CdS e VIA	Nov. 2022	Technital	Ampezzan Pesce Renso
D	ISTRUTTORIA CSLPP e VIA	Apr. 2021	Technital	Ampezzan Piccoli Renso
A	EMISSIONE	Mar. 2020	Technital	Ampezzan Piccoli Renso
REV.	DESCRIZIONE	DATA	SOCIETA'	REDATTO VERIFICATO APPROVATO

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>STRUTTURA ORGANIZZATIVA DEL PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> .....	<b>1</b>
3.1	Componenti ambientali ed ambiti del PMA .....	3
3.2	Localizzazione e denominazione dei punti di monitoraggio.....	4
3.3	Gestione delle “anomalie” .....	5
<b>4</b>	<b>SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE</b> .....	<b>7</b>
4.1	Obiettivi generali del SIT .....	7
4.2	Requisiti del SIT .....	8
4.3	Architettura generale del SIT .....	9
4.4	Interoperabilità del SIT.....	10
4.5	Acquisizione dati.....	10
4.6	Restituzione dati .....	11
4.7	La reportistica.....	11
4.8	Divulgazione e impiego dei dati del monitoraggio .....	15
<b>5</b>	<b>MONITORAGGIO ATMOSFERA</b> .....	<b>16</b>
5.1	Premessa .....	16
5.2	Monitoraggio ante operam.....	17
5.3	Monitoraggio corso d’opera .....	17
5.4	Monitoraggio post operam .....	17
5.5	Riferimenti normativi e standard .....	18
5.6	Metodologia di rilevamento.....	19
5.7	Punti di monitoraggio .....	20
5.8	Documentazione di sintesi del monitoraggio .....	22
5.9	Gestione delle anomalie .....	22

<b>6</b>	<b>MONITORAGGIO ACQUE SUPERFICIALI.....</b>	<b>24</b>
6.1	Premessa .....	24
6.2	Monitoraggio ante operam.....	24
6.3	Monitoraggio corso d'opera .....	24
6.4	Monitoraggio post operam .....	25
6.5	Riferimenti normativi e standard .....	26
6.6	Metodologia di rilevamento.....	27
6.7	Punti di monitoraggio .....	5
6.8	Documentazione di sintesi del monitoraggio .....	7
6.9	Gestione delle anomalie .....	7
<b>7</b>	<b>MONITORAGGIO ACQUE SOTTERRANEE.....</b>	<b>9</b>
7.1	Premessa .....	9
7.2	Monitoraggio ante operam.....	9
7.3	Monitoraggio corso d'opera .....	10
7.4	Monitoraggio post operam .....	10
7.5	Riferimenti normativi e standard .....	11
7.6	Metodologia di rilevamento.....	11
7.7	Punti di monitoraggio .....	13
7.8	Documentazione di sintesi del monitoraggio .....	14
<b>8</b>	<b>MONITORAGGIO SUOLO .....</b>	<b>15</b>
8.1	Premessa .....	15
8.2	Monitoraggio ante operam.....	15
8.3	Monitoraggio corso d'opera .....	15
8.4	Monitoraggio post operam .....	16
8.5	Riferimenti normativi e standard .....	17
8.6	Metodologia di rilevamento.....	17
8.7	Punti di monitoraggio .....	20
8.8	Documentazione di sintesi del monitoraggio .....	21
<b>9</b>	<b>MONITORAGGIO VEGETAZIONE - ECOSISTEMI.....</b>	<b>23</b>

9.1	Premessa .....	23
9.2	Monitoraggio ante operam.....	24
9.3	Monitoraggio corso d'opera .....	24
9.4	Monitoraggio post operam .....	24
9.5	Riferimenti normativi e standard .....	25
9.6	Metodologia di rilevamento.....	25
9.7	Punti di monitoraggio .....	26
9.8	Documentazione di sintesi del monitoraggio .....	26
<b>10</b>	<b>MONITORAGGIO FAUNA .....</b>	<b>28</b>
10.1	Premessa .....	28
10.2	Monitoraggio ante operam.....	28
10.3	Monitoraggio corso d'opera .....	29
10.4	Monitoraggio post operam .....	29
10.5	Riferimenti normativi e standard .....	30
10.6	Metodologia di rilevamento.....	30
10.7	Punti di monitoraggio .....	33
10.8	Documentazione di sintesi del monitoraggio .....	34
<b>11</b>	<b>MONITORAGGIO RUMORE E VIBRAZIONI .....</b>	<b>36</b>
11.1	Premessa .....	36
11.2	Monitoraggio ante operam.....	36
11.3	Monitoraggio corso d'opera .....	37
11.4	Monitoraggio post operam .....	37
11.5	Riferimenti normativi e standard .....	38
11.6	Metodologia di rilevamento - Rumore .....	39
11.7	Metodologia e strumentazione di rilevamento - Vibrazioni.....	41
11.8	Punti di monitoraggio .....	43
11.9	Documentazione di sintesi del monitoraggio .....	45
11.10	Gestione delle anomalie .....	46
<b>12</b>	<b>MONITORAGGIO PAESAGGIO .....</b>	<b>47</b>

---

12.1	Premessa .....	47
12.2	Monitoraggio ante operam.....	47
12.3	Monitoraggio corso d'opera .....	47
12.4	Monitoraggio post operam .....	48
12.5	Riferimenti normativi e standard .....	48
12.6	Metodologia di rilevamento.....	48
12.7	Punti di monitoraggio .....	49
12.8	Documentazione di sintesi del monitoraggio .....	50

## 1 INTRODUZIONE

Il presente documento, redatto nell'ambito della progettazione definitiva, definisce gli obiettivi, i criteri metodologici generali e le attività del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) relativo all'intervento della "Lavori di realizzazione della Tangenziale di Mondovì con collegamento alla S.S. 28 Dir . 564 e al casello A6 "Torino-Savona" – III Lotto (Variante di Mondovì)".

Il PMA indica l'insieme dei controlli, effettuati periodicamente o in maniera continua, da attuarsi durante le fasi ante-corso-post operam, attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali potenzialmente impattate, in modo significativo e negativo, dalla realizzazione e/o dall'esercizio dell'intervento in progetto.

Il PMA è redatto nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale dell'intervento in progetto, così come previsto dall'art. 28 del d.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

Nella redazione del PMA si è tenuto conto delle "*Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i.; D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)*", del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (Indirizzi metodologici generali 18.12.2013).

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Come anticipato in premessa, per la redazione del PMA si è tenuto conto delle "*Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)*" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, nonché del quadro di riferimento normativo delle componenti oggetto di monitoraggio.

## 3 STRUTTURA ORGANIZZATIVA DEL PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

La direttiva 2014/52/UE che modifica la direttiva 2011/92/UE concernente la Valutazione d'Impatto Ambientale di determinati progetti pubblici e privati introduce importanti novità in merito al monitoraggio ambientale, riconosciuto come strumento finalizzato al controllo degli effetti negativi significativi sull'ambiente derivanti dalla costruzione e dall'esercizio dell'opera, all'identificazione di eventuali effetti negativi significativi imprevisi e alla adozione di opportune misure correttive. La direttiva 2014/52/UE stabilisce inoltre che il monitoraggio:

- non deve duplicare eventuali monitoraggi ambientali già previsti da altre pertinenti normative sia comunitarie che nazionali per evitare oneri ingiustificati; proprio a tale fine è possibile ricorrere, se del caso, a meccanismi di controllo esistenti derivanti da altre normative comunitarie o nazionali.
- è parte della decisione finale, che, ove opportuno, ne definisce le specificità (tipo di parametri da monitorare e durata del monitoraggio) in maniera adeguata e proporzionale alla natura, ubicazione e dimensioni del progetto ed alla significatività dei suoi effetti sull'ambiente.

Come già consolidato a livello tecnico-scientifico, il monitoraggio ambientale nella VIA rappresenta l'insieme di attività da porre in essere successivamente alla fase decisionale (EIA follow-up 4) finalizzate alla verifica dei risultati attesi dal processo di VIA ed a concretizzare la sua reale efficacia attraverso dati quali-quantitativi misurabili (parametri), evitando che l'intero processo si riduca ad una mera procedura amministrativa e ad un esercizio formale. Il follow-up comprende le attività riconducibili sostanzialmente alle seguenti quattro principali fasi:

1. **Monitoraggio** – l'insieme di attività e di dati ambientali caratterizzanti le fasi antecedenti e successive la realizzazione del progetto;
2. **Valutazione** – la valutazione della conformità con le norme, le previsioni o aspettative delle prestazioni ambientali del progetto;
3. **Gestione** – la definizione delle azioni appropriate da intraprendere in risposta ai problemi derivanti dalle attività di monitoraggio e di valutazione;
4. **Comunicazione** – l'informazione ai diversi soggetti coinvolti sui risultati delle attività di monitoraggio, valutazione e gestione.

Gli obiettivi del MA e le conseguenti attività che dovranno essere programmate ed adeguatamente caratterizzate nel PMA sono rappresentati da:

1. verifica dello scenario ambientale di riferimento utilizzato nello SIA e caratterizzazione delle condizioni ambientali (scenario di base) da confrontare con le successive fasi di monitoraggio mediante la rilevazione dei parametri caratterizzanti lo stato delle componenti ambientali e le relative tendenze in atto prima dell'avvio dei lavori per la realizzazione dell'opera (monitoraggio ante operam o monitoraggio dello scenario di base )
2. verifica delle previsioni degli impatti ambientali contenute nello SIA e delle variazioni dello scenario di base mediante la rilevazione dei parametri presi a riferimento per le diverse componenti ambientali soggette ad un impatto significativo a seguito dell'attuazione dell'opera nelle sue diverse fasi (monitoraggio degli effetti ambientali in corso d'opera e post operam o monitoraggio degli impatti ambientali); tali attività consentiranno di:
  - a) verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali individuati in fase di cantiere e di esercizio;
  - b) individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni contenute nello SIA e programmare le opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
3. comunicazione degli esiti delle attività di cui ai punti precedenti (alle autorità preposte ad eventuali controlli, al pubblico).

### 3.1 Componenti ambientali ed ambiti del PMA

Alla luce del contesto territoriale attraversato e della tipologia di lavorazioni da effettuare per la costruzione dell'infrastruttura in oggetto, le componenti che si ritiene significativo monitorare sono:

- atmosfera
- acque superficiali
- acque sotterranee
- suolo
- vegetazione
- fauna
- ecosistemi
- rumore e vibrazioni
- paesaggio

Il monitoraggio si compone di due tipologie distinte di attività:

- monitoraggio "esteso": sviluppato lungo tutto il tracciato di progetto per una fascia di indagine sufficientemente ampia attorno ad esso;
- monitoraggio "puntuale": limitato a specifiche aree con presenza di potenziali impatti all'interno delle quali possono essere svolte una o più differenti tipi di indagine.

Di seguito è sintetizzata la tipologia di monitoraggio applicata per ogni componente:

Componente ambientale	Monitoraggio areale	Monitoraggio puntuale
Atmosfera		X
Acque superficiali		X
Acque sotterranee		X
Suolo	X	
Vegetazione	X	
Fauna	X	
Ecosistemi	X	
Rumore/vibrazioni		X
Paesaggio	X	



### 3.2 Localizzazione e denominazione dei punti di monitoraggio

La scelta della localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio è stata effettuata sulla base delle analisi e delle valutazioni condotte nell'ambito del progetto. Si è tenuto conto di:

- eventuale presenza di recettori sensibili,
- presenza di aree sensibili o vulnerabili nel contesto di progetto,
- punti e aree rappresentative delle aree potenzialmente interferite in corso d'opera ed in post operam.

Si precisa che la localizzazione effettiva dei punti di monitoraggio potrà essere rimodulata in funzione delle esigenze riscontrate in fase di cantiere.

Per una corretta ubicazione e denominazione dei punti di monitoraggio all'oggi individuati, si rimanda all'allegata tavola *14.02\_P00\_IA00\_AMB\_PU01\_A Planimetria con ubicazione dei punti di misura*.

Il PMA si articola in tre fasi temporali:

**Monitoraggio Ante Operam (MAO)**, verrà eseguito prima dell'avvio dei cantieri con lo scopo di:

- fornire una descrizione dello stato dell'ambiente prima della lavorazione;
- fungere da base per la previsione delle variazioni che potranno intervenire durante la costruzione, proponendo le eventuali contromisure. Tali dati dovranno essere rappresentativi delle diverse stagionalità;
- costituire, per quanto possibile, il livello iniziale di riferimento cui rapportare gli esiti delle campagne di misura in corso d'opera (stato 'di bianco').

Per il MAO sono previsti 6 mesi di monitoraggio.

**Monitoraggio In Corso d'Opera (MCO)**, verrà eseguito per tutta la durata del cantiere con l'obiettivo di:

- 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;
- segnalare il manifestarsi di eventuali criticità 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;
- garantire il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali.

Il MCO si svolgerà durante tutta la durata della fase di costruzione, ovvero per circa 3,5 anni e le attività seguiranno l'avanzamento del cantiere, con diverse ripetizioni a seconda dalla componente.

**Monitoraggio Post Operam o in esercizio (MPO)**, ha l'obiettivo di:

- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione ambientale e delle metodiche applicate;
- stabilire i nuovi livelli dei parametri ambientali;
- verificare le ricadute ambientali positive, a seguito dell'aumento di servizio del trasporto pubblico.

Per il MPO sono previsti dai 6 ai 12 mesi di monitoraggio, con diverse ripetizioni a seconda della componente.

Di seguito una sintesi della durata delle tre fasi di monitoraggio per le diverse componenti del PMA:

Componente ambientale		AO	CO	PO
Atmosfera	ATM	1 anno	3,5 anni	1 anno
Acque superficiali	ASP	1 anno	3,5 anni	1 anno
Acque sotterranee	AST	6 mesi	3,5 anni	6 mesi
Suolo	SUO	6 mesi	3,5 anni	6 mesi
Vegetazione-Ecosistemi	AMB	6 mesi	-	2 anni
Fauna	AMB	6 mesi	3,5 anni	2 anni
Rumore / Vibrazioni	RUM	1 anno	3,5 anni	1 anno
Paesaggio	PAE	6 mesi	3,5 anni	6 mesi

Si specifica che la fase in corso d'opera nel suo complesso dura 3,5 anni circa e comprende sia la fase di cantiere del tracciato principale sia la fase di cantiere dell'opera a rione Borgato.

Come esplicitato nel cronoprogramma (elaborato 17.20\_P00\_CA00\_CAN\_CR01\_A), la fase di cantiere dell'asse principale dura circa 2,5 anni, mentre la fase di cantiere di rione Borgato dura circa 1 anno e praticamente si sviluppano in maniera consequenziale, senza quasi sovrapposizione fra le due fasi, come indicato nel succitato cronoprogramma.

### 3.3 Gestione delle "anomalie"

Stabiliti i criteri di elaborazione dei dati e definiti gli ambiti di variabilità di ciascun parametro, in presenza di "anomalie" evidenziate dal monitoraggio ambientale nelle diverse fasi (AO, CO, PO) dovranno essere definite le opportune procedure finalizzate prioritariamente ad accertare il rapporto tra l'effetto riscontrato (valore anomalo) e la causa (determinanti e relative pressioni ambientali) e successivamente ad intraprendere eventuali azioni correttive.

Si indicano nel seguito le possibili fasi per la gestione di tali situazioni che potranno essere opportunamente adeguate in relazione al caso specifico ed al contesto di riferimento:

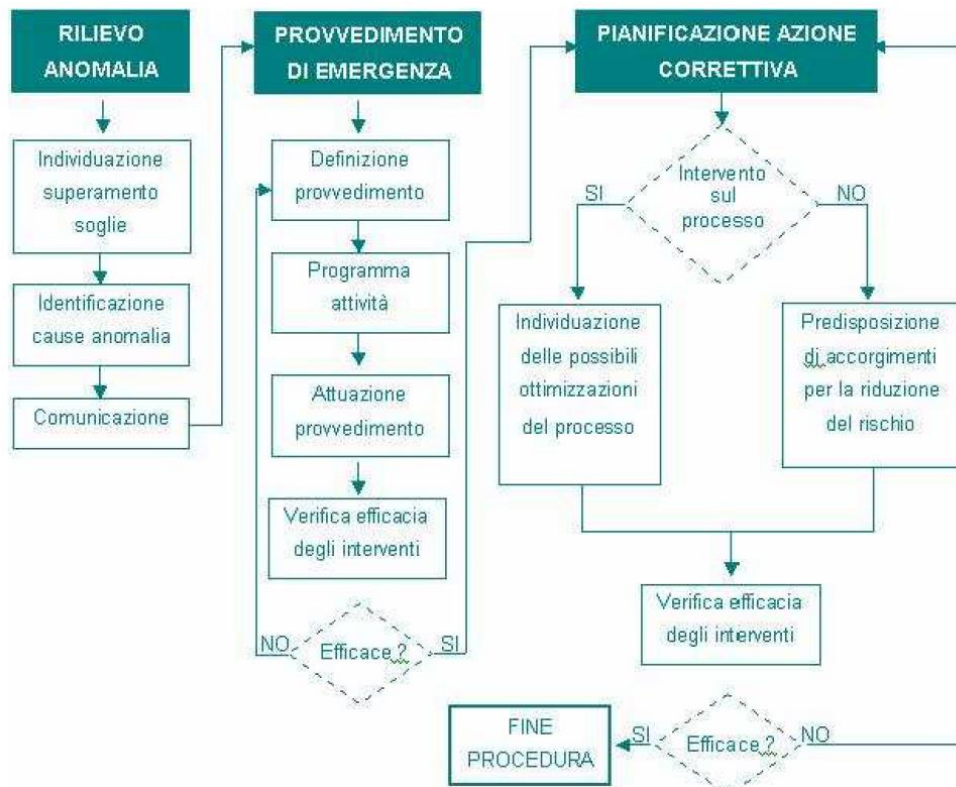
- descrizione dell'anomalia (in forma di scheda o rapporto) mediante: dati relativi alla rilevazione (data, luogo, situazioni a contorno naturali/antropiche, operatore prelievo, foto, altri elementi descrittivi), eventuali

analisi ed elaborazioni effettuate (metodiche utilizzate, operatore analisi/elaborazioni), descrizione dell'anomalia (valore rilevato e raffronto con gli eventuali valori limite di legge e con i range di variabilità stabiliti), descrizione delle cause ipotizzate (attività/pressioni connesse all'opera, altre attività/pressioni di origine antropica o naturale non imputabili all'opera);

- definizione delle indicazioni operative di prima fase – accertamento dell'anomalia mediante: effettuazione di nuovi rilievi/analisi/elaborazioni, controllo della strumentazione per il campionamento/analisi, verifiche in situ, comunicazioni e riscontri dai soggetti responsabili di attività di cantiere/esercizio dell'opera o di altre attività non imputabili all'opera.

Nel caso in cui a seguito delle attività di accertamento dell'anomalia questa risulti risolta, dovranno essere riportati gli esiti delle verifiche effettuate e le motivazioni per cui la condizione anomala rilevata non è imputabile alle attività di cantiere/esercizio dell'opera e non è necessario attivare ulteriori azioni per la sua risoluzione.

Qualora a seguito delle verifiche di cui sopra l'anomalia persista e sia imputabile all'opera (attività di cantiere/esercizio) per la sua risoluzione è necessaria la definizione delle indicazioni operative di seconda fase per la risoluzione dell'anomalia mediante: comunicazione dei dati e delle valutazioni effettuate agli Organi di controllo, attivazione di misure correttive per la mitigazione degli impatti ambientali imprevisti o di entità superiore a quella attesa in accordo con gli Organo di controllo, programmazione di ulteriori rilievi/analisi/elaborazioni in accordo con gli Organi di controllo.



Processo di gestione delle anomalie. Fonte: ISPRA - Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.) Indirizzi metodologici generali - Rev.1 del 16/06/2014.

## 4 SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE

La complessità e la quantità delle informazioni che occorre gestire richiedono un'attenta programmazione delle modalità atte a definire e valutare lo stato ambientale ante operam, in corso d'opera e post operam.

La scelta del formato e delle modalità di restituzione dei risultati è basata sui criteri di completezza, congruenza e chiarezza, anche in previsione di dover fornire tali informazioni a soggetti non direttamente coinvolti nelle attività di monitoraggio.

Al fine di garantire l'acquisizione, la validazione, l'archiviazione, la gestione, la rappresentazione, la consultazione, l'elaborazione e la trasmissione dei dati e delle informazioni acquisite con le attività di monitoraggio previste dal presente PMA, è necessario l'utilizzo di un sistema informativo dedicato, ovvero di un Sistema Informativo Territoriale (SIT).

Un SIT è l'insieme degli strumenti hardware e software e delle procedure di amministrazione ed utilizzo, attraverso il quale effettuare il complesso delle operazioni di caricamento (upload), registrazione, validazione, consultazione, elaborazione, scaricamento (download) e pubblicazione dei dati e dei documenti relativi, nel caso in oggetto, alle attività di monitoraggio ambientale descritto nel presente piano.

### 4.1 Obiettivi generali del SIT

Il SIT si configura come un vero e proprio strumento di lavoro a supporto della fase attuativa del PMA e pertanto deve andare a supportare i principali processi di recovery, conoscenza e comunicazione del dato. Con tale ottica deve essere concettualizzato il Sistema e quindi definita prima l'architettura generale e successivamente le piattaforme hardware e software e le politiche di gestione idonee al raggiungimento dello scopo.

Inoltre, nella definizione del progetto del SIT devono essere prese in considerazione le indicazioni fornite dalle *"Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i.; D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)"* con la collaborazione dell'ISPRA e del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo. Il documento rappresenta l'aggiornamento delle esistenti *"Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere di cui alla Legge Obiettivo (Legge 21.12.2001, n.443) – Rev.2 del 23 luglio 2007"* elaborate dalla Commissione VIA.

Tra le funzionalità da implementare per conseguire gli obiettivi da perseguire, si annoverano:

- "recovery" dei dati in corso di monitoraggio;
- supporto al processo di validazione del dato;
- "recovery" definitivo dei dati validati al termine di ogni campagna di monitoraggio;
- supporto alla comunicazione del dato per la CTVA del Ministero dell'Ambiente;
- accessibilità del dato per gli Enti istituzionalmente coinvolti nella vigilanza ambientale (ARPA Piemonte, Regione Piemonte, etc);
- garanzia dell'accessibilità del dato "real time" ai soggetti titolati/autorizzati;
- supporto alla interpretazione e rielaborazione del dato misurato;
- supporto alla gestione delle azioni correttive sul monitoraggio in corso d'opera;

- supporto alla pubblicazione dell'informativa ambientale al territorio (comunicazione "non tecnica")

La soluzione che si intende adottare è un sistema integrato di raccolta, analisi e sintesi di parametri ambientali, che si basa su 2 principale interfacce:

- un Sistema Informativo Territoriale per l'implementazione di tutti i dati alfanumerici del monitoraggio ambientale, organizzati ed opportunamente predisposti all'interno di una banca dati geografica, per essere immediatamente consultati dall'utente finale;
- un Sito Web per la divulgazione delle informazioni al pubblico relative al progetto di monitoraggio stesso, all'avanzamento delle attività, alla pubblicazione dei documenti.

## 4.2 Requisiti del SIT

Il Sistema Informativo Territoriale deve soddisfare i seguenti requisiti minimi:

- facilità di utilizzo anche da parte di utenti non esperti,
- modularità e trasportabilità,
- manutenibilità ed espandibilità,
- compatibilità con i principali pacchetti software in uso presso MATIM ed ISPRA,
- gestione integrata di dati cartografici, alfanumerici e documentali,
- possibilità di analisi spaziale e temporale dei dati,
- accessibilità, mediante credenziali, personalizzata per diversi utenti,
- facilità di estrazione dei dati,
- sicurezza delle informazioni.

Il SIT andrà progettato e implementato sin dalla fase ante operam e dovrà essere pienamente funzionante all'avvio delle relative attività di monitoraggio.

Con l'entrata in funzione del SIT, dovrà essere prodotto e progressivamente aggiornato il "Manuale utente" contenente la spiegazione tecnico-operativa delle modalità di acquisizione, validazione, gestione, interrogazione ed estrazione dei dati e delle informazioni dal SIT.

Il SIT dovrà supportare pienamente tutte le fasi attuative del PMA, in fase ante opera, in corso d'opera e post opera, gestendo tutti i dati derivanti dalle attività di monitoraggio previste dal presente PMA.

Nel corso del PMA si dovrà garantire l'integrità dell'intera banca dati, alfanumerica, cartografica e documentale, affinché nessun dato e informazione venga perduto.

Nel processo di modellazione dei dati, particolare cura dovrà essere posta nella definizione del modello logico dei dati al fine di consentire la massima modularità di sviluppo e la piena interoperabilità con altri sistemi.

### 4.3 Architettura generale del SIT

L'architettura generale del SIT, allo scopo di conseguire gli obiettivi sopra elencati, prevede da un lato il ricorso ad una infrastruttura basata su tecnologia GIS e, dall'altro, l'integrazione del Sistema sulla rete WEB intranet.

Nel dettaglio, il SIT è strutturato in moduli tra loro pienamente interfacciati e costruiti secondo criteri di gestione e consultazione comuni, funzionali a ciascuna delle attività necessaria al monitoraggio ambientale.

La struttura della banca dati, che è a tal fine realizzata e di volta in volta implementata a seguito dell'avanzamento delle attività previste nel PMA, risponde alle seguenti necessità:

- facilità di archiviazione delle informazioni;
- possibilità di consultazione dei dati e delle informazioni;
- disponibilità e fruibilità in tempo reale delle informazioni, durante tutto le fasi di monitoraggio;
- possibilità di differenziare i dati e le informazioni sulla base della fase di monitoraggio (AO – CO - PO) e della campagna di monitoraggio cui si riferiscono;
- possibilità di estrazione dei dati, parziale o totale, per ogni componente ambientale;
- possibilità di reporting, ovvero di visualizzazione di report di sintesi, grafici e descrittivi, con l'andamento dei parametri monitorati nello spazio e nel tempo;
- possibilità di trasmissione dei dati.

I dati di partenza del sistema informativo sono costituiti dai valori registrati dalle apparecchiature di misura o acquisiti in campo nelle diverse fasi del monitoraggio. Tali dati, elaborati ed opportunamente interpretati, possono essere resi sia mediante elaborati cartografici sia mediante report in cui sono descritti e sintetizzati i risultati del monitoraggio.

Le informazioni sono strutturate e archiviate in base a:

- punti di monitoraggio,
- fase di monitoraggio (ante, corso d'opera),
- componente di monitoraggio.

Tra le interfacce utente del SIT è prevista la consultazione ed interrogazione dei dati mediante strumenti GIS.

I punti di monitoraggio sono così visualizzabili su mappa rispetto al tracciato stradale e alle aree di cantiere e sono sempre relazionabili alla banca dati alfanumerica relativa ai dati delle fasi di monitoraggio ante operam, in corso d'opera e post operam.

Attraverso un geo-codice è, quindi, possibile interrogare la banca dati stessa ed estrarre i dati sotto forma di schede, report di misura, documentazione varia (foto, relazioni, carte, etc).

Tutti i dati sono georiferiti nel medesimo sistema di riferimento, ovvero in WGS84 (World Geodetic System 1984) UTM (Universal Transverse Mercator). Il SIT consente altresì l'esportazione dei dati anche nel sistema di riferimento nazionale Gauss Boaga Roma 40.

Le modalità di gestione e utilizzo del SIT sono consultabili mediante apposita documentazione, resa disponibili all'utente in un unico ambiente di accesso, attraverso apposita interfaccia.

#### 4.4 Interoperabilità del SIT

Il SIT deve essere conforme agli standard definiti nell'ambito della rete SINAnet e del Portale Cartografico Nazionale, nonché nell'ambito delle specifiche INSPIRE.

Il Sistema deve garantire la perfetta compatibilità sia con gli standard attualmente in uso presso il Portale Cartografico Nazionale, sia con la Suite di prodotti Software che il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha realizzato per l'utilizzo e l'installazione nei Centri Federati e che, pertanto, potranno essere forniti dal medesimo Ministero per l'implementazione del Sistema Informativo del MATIM. La compatibilità di Sistema dovrà essere garantita sia a livello hardware che a livello software, nonché nelle metodologie di accesso e gestione, rispetto al Portale Cartografico Nazionale.

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

La struttura dei dati e dei metadati devono inoltre essere compatibili con la struttura logica e fisica del database standard ANAS, in modo da consentire l'esportazione e trasmissione dei dati, oltre che nell'usuale reportistica, anche in un file MS Access strutturato secondo lo standard fornito da ANAS.

#### 4.5 Acquisizione dati

L'acquisizione dei dati, in funzione della componente e del tipo di monitoraggio, avverrà o in automatico, attraverso strumentazione dedicata, o "manualmente" mediante operatore.

Tutti i dati, per ciascuna componente monitorata, sono memorizzati su apposite schede di rilievo. Le schede sono da compilare per ciascun singolo rilievo, riportando le informazioni relative al punto di rilevamento, alla fase e alla campagna di misura, al metodo di misura e ai parametri rilevati. Per completare le informazioni sono da riportare i cosiddetti *parametri di inquadramento territoriale*, ovvero

- toponimo;
- comune con relativo codice ISTAT;
- ubicazione dei ricettori sensibili;
- presenza e caratterizzazione di sorgenti inquinanti / di disturbo;
- descrizione delle principali caratteristiche del territorio quali copertura vegetale e tipologia dell'edificato.

Per le specifiche componenti si possono poi prevedere ulteriori e differenti informazioni utili a completare il quadro informativo.

La scheda si completa con l'eventuale documentazione fotografica e cartografica.

## 4.6 Restituzione dati

I dati rilevati sono resi disponibili sia mediante la elaborazione di report (documentazione cartacea) da trasmettere su richiesta agli enti interessati, sia mediante elaborazioni informatiche (archivi informatici). Attraverso questi ultimi è possibile seguire nel dettaglio l'evoluzione del quadro ambientale e realizzare un sistema per la distribuzione dell'informazione ai vari enti pubblici interessati.

## 4.7 La reportistica

In ciascuna fase di monitoraggio, AO, CO e PO, e con riferimento a ciascuna componente monitorata dovrà essere redatta la seguente documentazione:

### Planimetria delle stazioni di monitoraggio

Dovrà essere predisposta un'aggiornata planimetria allegata al presente PMA con esatta ubicazione dei punti 7 stazioni di monitoraggio, mediante rilievo delle coordinate GPS in campo.

In fase AO, prima dell'avvio delle attività, verrà verificata l'accessibilità, da parte di uomini e (se necessario) mezzi/attrezzature, alle stazioni indicate nel PMA. Al contempo, verrà verificata la rappresentatività delle stazioni rispetto al protocollo di monitoraggio da eseguire, in funzione del reale stato dei luoghi al momento dell'esecuzione del monitoraggio.

Nelle fasi CO e PO la planimetria dovrà essere aggiornata, ogni qual volta necessario, al fine di tenere conto della necessità di modificare/integrare il piano delle stazioni. Nel caso sia necessario aggiornare la planimetria, questa andrà a sostituire la planimetria allegata al presente PMA e riporterà, oltre alle stazioni, l'intervento in progetto (tracciato o cantierizzazione).

### Schede monografiche dalle stazioni di monitoraggio

Sono schede da redigere per ciascuna stazione di monitoraggio, così come individuate nella relativa planimetria con ubicazione dei punti di misura.

Le schede rappresentano l'anagrafica delle stazioni, riportando le informazioni necessarie all'individuazione e caratterizzazione univoca della stazione stessa, ovvero coordinate x,y,z del punto, codifica del punto, toponimo, codice ISTAT comune, provincia, regione, stralcio planimetrico in scala 1:5.000 o 1.000, indicazioni sullo stato dei luoghi (uso del suolo, edificato, etc).

Le schede verranno redatte una sola volta in fase AO ed eventualmente aggiornate ogni qual volta sia necessario aggiornare il piano delle stazioni.

Le schede, una volta redatte, saranno di riferimento per tutte le fasi di monitoraggio successive. In qualunque fase di monitoraggio, ad una modifica/integrazione del piano delle stazioni corrisponderà un aggiornamento delle schede monografiche.



Le schede verranno codificate e strutturate come tabelle (file .xls o .csv) utilizzando il seguente format, riportandovi le informazioni minime di seguito indicate:

SCHEDA STAZIONE	
Codice stazione	
Componente monitorata	
Coord X	
Coord Y	
Coord Z	
Provincia (nome e codice ISTAT)	
Comune (nome e codice ISTAT)	
Toponimo	
Tipo stazione (puntuale, areale, transetto)	
Tipo rilievo / misura	
Descrizione stazione	
STRALCIO ORTOFOTO AL 5:000 / 1:000	
STRALCIO PLANIMETRICO AL 5:000 / 1:000	
FOTO RAPPRESENTATIVA DELLA STAZIONE	

#### Schede di rilievo/campionamento

Sono schede redatte per ciascun rilievo o campionamento eseguito, per ciascuna fase di monitoraggio. Le schede riportano i dati e le informazioni per la corretta lettura ed interpretazione del dato, sia rilevato in campo sia analizzato in laboratorio. Le schede verranno restituite assieme al rapporto di campagna.

Le schede verranno codificate e strutturate come tabelle (file .xls o .csv), riportandovi le seguenti informazioni minime:

- codice rilievo o campione;
- codice stazione o codice rapporto di prova (se in laboratorio);
- componente monitorata;
- data e ora di inizio e fine rilievo;
- metodo di rilevamento e strumentazione;
- profondità di rilievo / campionamento ed unità di misura;
- nome/unità di misura/valore del parametro rilevato;

- dati stazionali significativi per il rilievo;
- eventuali note.

### Rapporti di campagna

Al termine di ciascuna campagna di monitoraggio, per ciascuna componente ambientale, dovranno essere restituiti dei rapporti periodici.

Il rapporto descrive le attività svolte nel periodo di riferimento, riportando i dati rilevati in corrispondenza delle singole stazioni e includendo almeno le seguenti informazioni:

- premessa (componente ambientale, fase di monitoraggio, campagna di monitoraggio, ecc);
- riferimenti normativi e standard di qualità;
- protocollo di monitoraggio (obiettivi, stazioni, metodi, strumentazione, programma delle attività previste);
- attività eseguite (risultati, analisi ed interpretazione dati, confronto con attività già eseguite);
- attività da eseguire (quadro di sintesi);
- sintesi e conclusioni (considerazioni e valutazioni sullo stato della componente);
- previsione interazioni componente - progetto (considerazioni, criticità, eventuali azioni correttive aggiuntive);
- indirizzo per il monitoraggio ambientale (fasi ante opera, corso d'opera, post opera);
- aggiornamento SIT (stato avanzamento caricamento, verifica e validazione dati nel SIT);
- bibliografia;
- appendice 1 - Cronoprogramma avanzamento attività;
- appendice 2 - Tabella riepilogativa componente-attività-rilevi;
- appendice 3 - Documentazione fotografica.

### Rapporto annuale AO/CO/PO

Annualmente dovrà essere predisposto un report, per ciascuna fase di monitoraggio AO, CO e PO, che analizza e interpreta le singole componenti ambientali sulla base dei dati acquisiti nel periodo precedente all'emissione del rapporto stesso.

Il rapporto sarà riferito a tutte le attività eseguite nel corso dell'anno di monitoraggio e riporterà le informazioni relative a tutte le componenti oggetto del monitoraggio. Il rapporto, utilizzando e approfondendo le informazioni contenute nei Rapporti di campagna, avrà carattere conclusivo per l'anno di monitoraggio, consentendo di caratterizzare in modo completo ed esaustivo lo stato di ciascuna componente.

Nel caso in cui la fase di monitoraggio abbia durata annuale o corrisponda all'ultimo anno di monitoraggio, il rapporto annuale coinciderà con il Rapporto di fine fase avendo quindi carattere conclusivo per l'intera fase di monitoraggio.

Il rapporto, con riferimento a ciascuna componente, include le seguenti informazioni minime:

- introduzione (componente, fase di monitoraggio, periodo di riferimento, finalità);

- area di studio (descrizione);
- riferimenti normativi / standard di qualità;
- protocollo di monitoraggio (obiettivi, stazioni, metodi, strumentazione, programma delle attività eseguite);
- risultati e analisi (risultati, analisi ed interpretazione conclusive);
- analisi delle criticità (criticità in atto, superamenti soglie normate / standard di qualità);
- quadro interpretativo della componente (considerazioni e valutazioni conclusive sullo stato della componente per il periodo di riferimento);
- previsione interazioni componente - progetto (considerazioni conclusive per il periodo di riferimento, criticità, eventuali azioni correttive aggiuntive);
- indirizzo per le fasi/periodi di monitoraggio successivi;
- bibliografia;
- appendice 1 - Cronoprogramma avanzamento attività;
- appendice 2 - Tabella riepilogativa componente-attività-rilievi;
- appendice 3 - Grafici / tabelle dati;
- appendice 4 - Documentazione fotografica.

#### Rapporto di fine fase AO/CO/PO

Al termine di ciascuna fase di monitoraggio AO, CO e PO sarà restituito un rapporto di fine fase, che sarà riferito a tutte le attività eseguite nel corso della fase di monitoraggio e riporterà le informazioni relative a tutte le componenti oggetto del monitoraggio. Il rapporto, utilizzando e approfondendo le informazioni contenute nei Rapporti di campagna e nei Rapporti annuali, anche delle eventuali fasi precedenti, avrà carattere conclusivo per la fase di monitoraggio, consentendo di caratterizzare in modo completo ed esaustivo lo stato di ciascuna componente.

Nel caso in cui la fase di monitoraggio abbia durata annuale o il rapporto sia riferito all'ultimo periodo di monitoraggio, il Rapporto di fine fase sostituirà il Rapporto annuale restituendo tutti i dati e le analisi relativi alle attività di fase.

Il rapporto verrà strutturato a partire dall'indice di cui al precedente "Rapporto annuale".

Sulla base delle attività previste per le fasi AO, CO e PO nel cronoprogramma del presente PMA, come meglio esplicitate nei seguenti capitoli, verranno restituiti i seguenti rapporti annuali/di fine fase:

Componente ambientale		AO	CO	PO
Atmosfera	ATM	1	4	1
Acque superficiali	ASP	1	4	1
Acque sotterranee	AST	1	4	1
Suolo	SUO	1	0	1
Vegetazione-Ecosistemi	AMB	1	0	2
Fauna	AMB	1	4	2
Rumore / Vibrazioni	RUM	1	4	1
Paesaggio	PAE	1	4	1

#### Cartografie tematiche

Si tratta di cartografie specifiche legate all'analisi ed all'interpretazione delle singole componenti, così come indicate nel presente PMA, nell'ambito di ciascuna componente.

#### **4.8 Divulgazione e impiego 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 e trasferiti all'ARPA Piemonte, ai Comuni e alla Provincia competenti per territorio, ai fini della loro eventuale integrazione nei sistemi informativi ambientali da essi gestiti.

## 5 MONITORAGGIO ATMOSFERA

### 5.1 Premessa

Uno strumento efficace per valutare la sostenibilità di un'opera stradale consiste nel monitoraggio degli inquinanti (PMA) nelle matrici ambientali, tra cui l'atmosfera, sia in fase di cantiere che post-operam. Inoltre l'introduzione agli imbocchi della galleria di un sistema efficace del controllo della velocità rappresenta un sistema utile per ridurre i livelli di inquinamento atmosferico nei recettori più prossimi.

Tre sono le fasi temporali in cui si svolgerà l'attività del PMA:

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

Il monitoraggio AO ha lo scopo di definire la qualità dell'aria ai recettori interessati dalla nuova opera, pertanto deve essere effettuato preliminarmente all'inizio delle attività.

Il monitoraggio in corso d'opera (CO) ha principalmente lo scopo di valutare se i presidi adottati in fase di cantiere risultano efficaci per il contenimento delle polveri entro i limiti di legge e quindi si deve estendere per tutta la durata del cantiere.

Il monitoraggio post-opera (PO) ha lo scopo di verificare la conformità dei valori di inquinamento ai recettori rispetto a quanto valutato dello studio in impatto ambientale.

Si precisa che l'articolazione temporale delle rilevazioni dei vari inquinanti atmosferici deve essere prevista tenendo in considerazione la possibile variabilità stagionale e giornaliera delle condizioni al contorno, sia dei flussi veicolari che delle condizioni meteorologiche.

E' opportuno che ciascuna campagna di monitoraggio degli inquinanti presenti una durata di 14 giorni, al fine di cogliere eventuali variazioni sia giornaliere che orarie ed il monitoraggio dovrà essere effettuato per almeno 8 settimane per ogni punto di monitoraggio, sia in ante operam che in corso operam che in post operam. E' inoltre opportuno che le campagne vengano svolte in condizioni di traffico rappresentative per cui evitando i giorni di festività oppure in concomitanza di eventi particolari. E' inoltre indicato che almeno un monitoraggio venga effettuato nella stagione invernale, con le condizioni meteo più sfavorevoli per la dispersione degli inquinanti.

In concomitanza del periodo di osservazione dovranno essere raccolti dati relativi alle condizioni meteo locali e alle condizioni di traffico presenti (anche in relazione alla tipologia di mezzi transitanti).

**Sulla base dei suddetti criteri, dovrà essere scelto un periodo di riferimento per ogni stagione nella fase ante-operam che dovrà essere mantenuto anche per la fase corso-operam e post-operam.**

## 5.2 Monitoraggio ante operam

Prima dell'inizio della fase di cantierizzazione dovranno essere previste delle campagne di monitoraggio di polveri e ossidi di azoto, secondo quanto indicato dal D. Lgs. 155/2010 in corrispondenza dei recettori maggiormente interessati dalla realizzazione dell'asse principale.

## 5.3 Monitoraggio corso d'opera

Per la fase di cantiere dovranno essere previste a cadenza semestrale le analisi delle polveri (PM10 e PM2.5) e ossidi di azoto in corrispondenza dei suddetti recettori per valutare l'efficacia dei presidi adottati.

## 5.4 Monitoraggio post operam

I parametri da monitorare saranno quelli indicati dal D.Lgs 155/2010, quali polveri e NOx.

Tali analisi dovranno essere poi ripetute a cadenza trimestrale dopo l'entrata in esercizio dell'opera per la durata di un anno complessivo.

Di seguito si riporta la tabella di sintesi con le attività previste per le tre fasi:

Fase	Durata fase	Frequenza	n. campagne
AO	1 anno	14 gg ogni 3 mesi	4
CO Asse principale	3,5 anni	14 gg ogni 3 mesi	14
CO Rione Borgato	1 anno	14 gg ogni 3 mesi	4
PO	1 anno	14 gg ogni 3 mesi	4

Stazioni	Campagne			
	AO	CO	PO	TOTALE
ATM_01	4	0	4	8
ATM_02	4	14	4	22
ATM_03	0	14	0	14
ATM_04	4	14	4	22
ATM_05	4	4	4	12
ATM_06	4	4	4	12

## 5.5 Riferimenti normativi e standard

D.Lgs. n. 152/2006 parte V è la norma quadro in materia di prevenzione e limitazione delle emissioni in atmosfera. Si applica a tutti gli impianti (compresi quelli civili) ed alle attività che producono emissioni in atmosfera stabilendo valori di emissione, prescrizioni, metodi di campionamento e analisi delle emissioni oltre che i criteri per la valutazione della conformità dei valori misurati ai limiti di legge. Il D.Lgs. è stato aggiornato dal D.Lgs. n.128/2010 e, recentemente, a seguito dell'entrata in vigore del D.Lgs. n. 46/2014;

D.Lgs. n. 155/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" è la norma quadro in materia di controllo dell'inquinamento atmosferico che ha portato all'abrogazione del Decreto Legislativo n. 351/99 e i rispettivi decreti attuativi.

Il D.Lgs. n. 155/2010 contiene le definizioni di valore limite, valore obiettivo, soglia di informazione e di allarme, livelli critici, obiettivi a lungo termine e valori obiettivo; individua l'elenco degli inquinanti per i quali è obbligatorio il monitoraggio e stabilisce le modalità della trasmissione e i contenuti delle informazioni sullo stato della qualità dell'aria, da inviare al Ministero dell'Ambiente.

L'allegato VI del decreto contiene i metodi di riferimento per la determinazione degli inquinanti;

- ❖ DM Ambiente 29 novembre 2012, di attuazione al D.Lgs. n. 155/2010, individua le stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria;
- ❖ D.Lgs. n. 250/2012, modifica ed integra il D.Lgs. n. 155/2010 definendo anche il metodo di riferimento per la misurazione dei composti organici volatili;
- ❖ DM Ambiente 22 febbraio 2013 stabilisce il formato per la trasmissione del progetto di adeguamento della rete di monitoraggio;
- ❖ DM Ambiente 13 marzo 2013 individua le stazioni per le quali deve essere calcolato l'indice di esposizione media per il PM<sub>2,5</sub>;
- ❖ DM 5 maggio 2015 stabilisce i metodi di valutazione delle stazioni di misurazione della qualità dell'aria di cui all'articolo 6 del D.Lgs.n.155/2010. In particolare, in allegato I, è descritto il metodo di campionamento e di analisi da applicare in relazione alle concentrazioni di massa totale e per speciazione chimica del materiale particolato PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>, mentre in allegato II è riportato il metodo di campionamento e di analisi da applicare per gli idrocarburi policiclici aromatici diversi dal benzo(a)pirene;
- ❖ D.Lgs. n. 171/2004 in attuazione della Direttiva 2001/81/CE in materia di contenimento delle emissioni e dei gas ad effetto serra, stabilisce i limiti nazionali di emissione di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, COV, NH<sub>3</sub>, che dovevano essere raggiunti entro il 2010;
- ❖ Legge n. 316/2004 contiene le disposizioni per l'applicazione della Direttiva 2003/87/CE in materia di scambio di quote di emissione dei gas ad effetto serra nella Comunità europea;
- ❖ D.Lgs. n. 30/2013 "Attuazione della direttiva 2009/29/CE che modifica la direttiva 2003/87/CE" al fine di perfezionare ed estendere il sistema comunitario per lo scambio di quote di emissione di gas a effetto serra". Tale decreto abroga il precedente in materia (D.Lgs.n. 216/2006).

## 5.6 Metodologia di rilevamento

### *Indagini AO e PO*

I parametri da analizzare in questa fase sono:

- PM 10
- PM 2.5
- NO<sub>2</sub>
- NO<sub>X</sub>

In concomitanza del periodo di osservazione dovranno essere raccolti dati relativi alle condizioni meteo locali e alle condizioni di traffico presenti (anche in relazione alla tipologia di mezzi transitanti).

Per garantire uno svolgimento qualitativamente omogeneo delle misure e la ripetibilità delle stesse è necessario che le misure vengano svolte con appropriate metodiche. I campionamenti dovranno essere eseguiti secondo il D.lgs. 155/2010. La campagna di monitoraggio sarà svolta mediante l'utilizzo di campionatori attivi e passivi, utilizzati da tecnici competenti.

### *Indagini CO*

I parametri da analizzare in questa fase sono:

- PM10
- PM 2.5
- NO<sub>2</sub>

In concomitanza del periodo di osservazione dovranno essere raccolti dati relativi alle condizioni meteo locali e alle condizioni di traffico presenti (anche in relazione alla tipologia di mezzi transitanti).

Per garantire uno svolgimento qualitativamente omogeneo delle misure e la ripetibilità delle stesse è necessario che le misure vengano svolte con appropriate metodiche. I campionamenti dovranno essere eseguiti secondo il D.lgs. 155/2010 (i volumi sono stati normalizzati ad una temperatura di 20 °C ed una pressione di 101,3 kPa). La campagna di monitoraggio sarà svolta mediante l'utilizzo di campionario gravimetrico, utilizzato da tecnici competenti. In particolare il campionamento del PM10 e degli IPA può essere realizzato con un ainea di prelievo sequenziale che utilizza filtri con diametro sufficientemente ampio e cicli di prelievo da 24 ore. Le determinazioni analitiche sui campioni prelevati saranno effettuate al termine del ciclo di campionamento mediante determinazione gravimetrica ("metodo UNI EN 12341:1999") e cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC "metodo UNI EN 15549:2008"). Per i metalli le determinazioni analitiche verranno effettuate su filtri esposti in nitrato di cellulosa mediante spettrofotometria di emissione con plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-Ottico) e spettrofotometria di assorbimento atomico con fornetto a grafite "metodo UNI EN 14902:2005".

Nel caso in cui i risultati del monitoraggio evidenziassero un incremento nella concentrazione degli inquinanti (sempre rapportati ai limiti normativi previsto dal D.lgs. 155/2010) nelle fasi CO e PO, superiore rispetto a quanto previsto nella valutazione dello SIA, dovrà essere subito data segnalazione agli Organi di controllo nonché alla Ditta



appaltatrice se in CO, al fine di condurre verifiche sull'efficienza dei sistemi messi in atto per l'abbattimento delle emissioni.

La caratterizzazione dal punto di vista meteorologico dovrà essere effettuata tramite raccolta dei dati di una centralina meteo posta in prossimità dell'opera in oggetto. I parametri da rilevare sono:

- Temperatura, umidità, direzione e velocità del vento a scala oraria
- Precipitazione ed evaporazione su scala giornaliera

La valutazione dei dati misurati nel corso dei monitoraggi andrà fatta in relazione ai dati misurati nei medesimi periodi dalle stazioni della Rete Regionale della Qualità dell'aria, con particolare riferimento alla vicina stazione di Mondovì – Borgo Aragno.

## 5.7 Punti di monitoraggio

I punti di misura corrispondono ai recettori civili individuati nell'ambito dello studio atmosferico come maggiormente interessati dalle nuove opere.

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, le relative coordinate X, Y, i recettori presso cui sono ubicati e l'obiettivo dell'attività di monitoraggio degli stessi.

Punto di monitoraggio				Coordinate gauss boaga	
Codice punto	Tipo ricettore	Codice ricettore da SIA	Obiettivo monitoraggio	X	Y
ATM_01	Civile	REC10	Valutazione dell'inquinamento atmosferico dovuto ai traffici ante e post operam	1404301.9	4913574.3
ATM_02	Civile	REC3	Valutazione dell'inquinamento atmosferico dovuto ai traffici ante e post operam e alla polverosità di cantiere	1405381	4913636
ATM_03	Civile	REC11	Valutazione dell'inquinamento atmosferico dovuto alla polverosità di cantiere	1406680	4913602
ATM_04	Civile	REC5	Valutazione dell'inquinamento atmosferico dovuto ai traffici ante e post operam e alla polverosità di cantiere	1406812	4913377
ATM_05	Civile	REC16	Valutazione dell'inquinamento atmosferico dovuto ai traffici ante e post operam e alla polverosità di cantiere	1405961	4914777
ATM_06	Civile	REC16	Valutazione dell'inquinamento atmosferico dovuto ai traffici ante e post operam e alla polverosità di cantiere	1406090	4914791

## 5.8 Documentazione di sintesi del monitoraggio

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, con la relativa articolazione temporale delle attività di monitoraggio e il numero minimo di campagne di misura da prevedere:

Stazioni	Campagne			
	AO	CO	PO	TOTALE
ATM_01	4	0	4	8
ATM_02	4	14	4	22
ATM_03	0	14	0	14
ATM_04	4	14	4	22
ATM_05	4	4	4	12
ATM_06	4	4	4	12

La documentazione di sintesi del piano di monitoraggio dovrà contenere le informazioni principali relativamente ad ogni campagna effettuata. Tale documentazione conterrà le principali risultanze di ogni campagna effettuata e le principali differenze rispetto allo stato Ante Operam.

Qualora il monitoraggio dovesse rilevare un significativo peggioramento dello stato di conservazione della matrice in esame, e degli interventi di progetto ad essa legati (es. interventi di mitigazione ambientale) dovranno altresì essere individuati i necessari accorgimenti da attuarsi al fine di migliorare lo stato di conservazione e di mantenimento della matrice.

La valutazione dei dati misurati nel corso dei monitoraggi e delle eventuali anomalie andrà fatta in relazione ai dati misurati nei medesimi periodi dalle stazioni della Rete Regionale della Qualità dell'aria, con particolare riferimento alla vicina stazione di Mondovì – Borgo Aragno.

## 5.9 Gestione delle anomalie

Si indicano nel seguito le possibili fasi per la gestione di tali situazioni che potranno essere opportunamente adeguate in relazione al caso specifico ed al contesto di riferimento:

- descrizione dell'anomalia (in forma di scheda o rapporto) mediante: dati relativi alla rilevazione (data, luogo, situazioni a contorno naturali/antropiche, operatore prelievo, foto, altri elementi descrittivi), eventuali analisi ed elaborazioni effettuate (metodiche utilizzate, operatore analisi/elaborazioni), descrizione dell'anomalia (valore rilevato e raffronto con gli eventuali valori limite di legge e con i range di variabilità stabiliti), descrizione delle cause ipotizzate (attività/pressioni connesse all'opera, altre attività/pressioni di origine antropica o naturale non imputabili all'opera);
- definizione delle indicazioni operative di prima fase – accertamento dell'anomalia mediante: effettuazione di nuovi rilievi/analisi/elaborazioni, controllo della strumentazione per il campionamento/analisi, verifiche in

situ, comunicazioni e riscontri dai soggetti responsabili di attività di cantiere/esercizio dell'opera o di altre attività non imputabili all'opera.

Nel caso in cui a seguito delle attività di accertamento dell'anomalia questa risulti risolta, dovranno essere riportati gli esiti delle verifiche effettuate e le motivazioni per cui la condizione anomala rilevata non è imputabile alle attività di cantiere/esercizio dell'opera e non è necessario attivare ulteriori azioni per la sua risoluzione.

Qualora a seguito delle verifiche di cui sopra l'anomalia persista e sia imputabile all'opera (attività di cantiere/esercizio) per la sua risoluzione è necessaria la definizione delle indicazioni operative di seconda fase per la risoluzione dell'anomalia mediante: comunicazione dei dati e delle valutazioni effettuate agli Organi di controllo, attivazione di misure correttive per la mitigazione degli impatti ambientali imprevisti o di entità superiore a quella attesa in accordo con gli Organo di controllo, programmazione di ulteriori rilievi/analisi/elaborazioni in accordo con gli Organi di controllo.

Nel caso in cui il monitoraggio evidenziasse dei valori di inquinamento superiori rispetto a quelli ipotizzati nello studio di impatto ambientale, nonostante l'impiego delle mitigazioni proposte, potranno essere messi in atto ulteriori mitigazioni secondarie quali:

- per la fase di cantiere, barriere antipolvere con efficienza di abbattimento attesa del 50%
- per la fase di esercizio, sistemi di trattamento delle emissioni dalla galleria, come filtri a maniche, con efficienza di abbattimento attesa di almeno il 90%.

## 6 MONITORAGGIO ACQUE SUPERFICIALI

### 6.1 Premessa

Il monitoraggio delle acque superficiali ha lo scopo di individuare e valutare le eventuali variazioni quali-quantitative che intervengono sui corpi idrici durante ed a seguito della realizzazione dell'intervento, oltre a determinare se tali variazioni siano imputabili alla realizzazione dell'opera, al fine di individuare ed applicare possibili misure atte a ridurre o mitigare tali effetti rilevati.

I possibili impatti dell'opera sull'ambiente idrico superficiale sono riconducibili prevalentemente alle attività di cantiere, durante le quali potrebbero verificarsi sversamenti accidentali con inquinamento e intorbidimento delle acque.

Si ricorda a tal proposito che per tutta la durata del cantiere, dal suo allestimento alla sua dismissione, è prevista l'adozione di misure di mitigazione atte ad abbattere il rischio di inquinamento delle acque superficiali, sotterranee e del suolo e a ridurre al minimo il rischio di accadimento di tali eventi.

Durante la fase di cantiere, le attività previste dal PMA dovranno consentire di individuare per tempo le alterazioni della qualità delle acque in relazione alle attività di cantiere più critiche.

Relativamente al post operam, il PMA prevede il monitoraggio dei corsi d'acqua al fine di assicurare il mantenimento della qualità delle acque anche in presenza della nuova opera.

### 6.2 Monitoraggio ante operam

Il monitoraggio ante operam (AO) di durata annuale prevede quanto segue:

- misure con cadenza trimestrale per la portata, i parametri fisico-chimici e chimico-batterologici;
- misure con cadenza semestrale per il rilievo dei macroinvertebrati;
- [Misure con cadenza semestrale per il rilievo della fauna ittica.](#)

### 6.3 Monitoraggio corso d'opera

Il monitoraggio in CO durerà per tutta la durata del cantiere, circa 3,5 anni, suddiviso fra la fase di cantiere dell'opera principale e quella dell'opera a rione Borgato; sarà da realizzare con le seguenti frequenze:

- 4 misure annuali con cadenza trimestrale per i parametri fisico-chimici, chimico-batterologici;
- 2 misure annuali con cadenza semestrale per il rilievo dei macroinvertebrati;
- [2 misure annuali con cadenza semestrale per il rilievo della fauna ittica.](#)

L'esecuzione delle misure dovrà comunque essere concordata con la DL, al fine di tenere conto dell'effettivo avanzamento dei lavori.

## 6.4 Monitoraggio post operam

Il PMA prevede per la fase PO una durata complessiva di 1 anno (2 anni per ittiofauna) da realizzare al termine dei lavori, con le seguenti frequenze:

- misure con cadenza trimestrale per i parametri fisico-chimici, chimico-batteriologici;
- misure con cadenza semestrale per il rilievo dei macroinvertebrati.
- Misure con cadenza semestrale per il rilievo della fauna ittica.

La durata e cadenza effettiva di tali rilievi potranno essere definiti con esattezza solo successivamente, sulla base dei risultati del MCO ed in accordo con gli enti di controllo di competenza.

Di seguito si riporta la tabella di sintesi con le attività previste per le tre fasi e una sintesi delle attività previste dal PMA per il monitoraggio della componente.

Fase	Parametri idrologici	Parametri fisico-chimici, chimico-batteriologici	Macroinvertebrati	Fauna ittica
	Durata fase			
AO	1 anno	1 anno	1 anno	1 anno
CO Opera principale	3,5 anni	3,5 anni	3,5 anni	3,5 anni
CO Rione Borgato	1 anno	1 anno	1 anno	1 anno
PO	1 anno	1 anno	1 anno	2 anni
Fase	Frequenza			
AO	1 misura ogni 3 mesi	1 misura ogni 3 mesi	1 misura ogni 6 mesi	1 misura ogni 6 mesi
CO Opera principale	1 misura ogni 3 mesi	1 misura ogni 3 mesi	1 misura ogni 6 mesi	1 misura ogni 6 mesi
CO Rione Borgato	1 misura ogni 3 mesi	1 misura ogni 3 mesi	1 misura ogni 6 mesi	1 misura ogni 6 mesi
PO	1 misura ogni 3 mesi	1 misura ogni 3 mesi	1 misura ogni 6 mesi	1 misura ogni 6 mesi
Fase	Campagne			
AO	4	4	2	2
CO Opera principale	14	14	7	7
CO Rione Borgato	4	4	2	2
PO	4	4	2	4

## 6.5 Riferimenti normativi e standard

- ❖ Direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.
- ❖ Direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive del Consiglio 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.
- ❖ Direttiva 2000/60/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.
- ❖ D.Lgs 10 dicembre 2010, n. 219. Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.
- ❖ Decreto 8 novembre 2010, n. 260. Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.
- ❖ Decreto 17 luglio 2009. Individuazione delle informazioni territoriali e modalità per la raccolta, lo scambio e l'utilizzazione dei dati necessari alla predisposizione dei rapporti conoscitivi sullo stato di attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque.
- ❖ Decreto 16 giugno 2008, n. 131. Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: «Norme in materia ambientale», predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto.
- ❖ D.Lgs 152/2006. Norme in materia ambientale.
- ❖ DIRETTIVA 2013/39/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 12 agosto 2013 che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque. Nell'Art. 8 ter istituisce l'Elenco di controllo
- ❖ DECISIONE DI ESECUZIONE (UE) 2015/495 DELLA COMMISSIONE del 20 marzo 2015 che istituisce un elenco di controllo delle sostanze da sottoporre a monitoraggio a livello dell'Unione nel settore della politica delle acque in attuazione della direttiva 2008/105/CE del Parlamento europeo e del Consiglio adotta il primo elenco di controllo
- ❖ D.Lgs. N.172 del 13 ottobre 2015 Attuazione della Direttiva 2013/39/UE che modifica le Direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque

## 6.6 Metodologia di rilevamento

Per il monitoraggio della componente si prevede la caratterizzazione idrologica e qualitativa dei corpi idrici, attraverso la rilevazione delle seguenti tipologie di parametri:

- parametri idrologici: misure di portata necessari per una corretta correlazione dei dati delle misure chimico- fisiche con il fattore di diluizione o concentrazione dovuto all'entità del corpo idrico anche in funzione dei regimi stagionali;
- parametri chimico-fisici in situ: parametri fisici misurabili istantaneamente mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica (o di singoli strumenti dotati degli appositi sensori); si tratta di parametri quali:
  - Temperature dell'aria e dell'acqua
  - PH
  - Conducibilità elettrica
  - Potenziale Redox
  - Ossigeno disciolto
- parametri chimico-batteriologici di laboratorio: analisi di laboratorio chimico-batteriologiche su campioni d'acqua prelevati in situ, quali:

Colore	Azoto ammoniacale	Manganese
Torbidità	Arsenico	Magnesio
Materiali in sospensione	Sodio	BTEX
COD	Fosforo totale	IPA
Tensioattivi anionici	Solfati Cromo IV	Fenoli
Alcalinità da bicarbonati	Potassio	Idrocarburi aromatici
Tensioattivi non ionici	Calcio	Solventi organici aromatici
Alcalinità da carbonati	Cadmio	Alifatici clorurati cancerogeni
Nitrati	Rame	Alifatici clorurati non cancerogeni
Ammoniaca	Cromo	Coliformi totali
Nitriti	Mercurio	Streptococchi fecali
Cloruri	Zinco	Coliformi fecali
	Nichel	
	Piombo	
	Ferro	
	Alluminio	

- parametri biologici: classificazione dello stato di qualità dei corsi d'acqua attraverso la definizione della composizione e abbondanza delle comunità di macroinvertebrati bentonici e della [fauna ittica](#).



Si evidenzia che i parametri chimico-batteriologici previsti dal PMA sono stati selezionati considerando i possibili agenti inquinanti che potrebbero essere accidentalmente rilasciati durante le attività di cantiere. Tali parametri potranno essere eventualmente modificati o integrati per analizzare particolari situazioni locali.

Le misure di portata e il prelievo di campioni d'acqua dovranno avvenire nello stesso punto.

In fase di analisi, per ciascun parametro dovrà essere indicato il valore limite previsto dalla normativa di settore, ove esistenti, con riferimento al DM n. 260/2010 e ss.mm.ii., in particolare al recente D.Lgs. n.172/15.

#### Misure di portata correntometriche

Le misure di portata potranno essere effettuate con metodo correntometrico, operando da passerella, da ponte o al guado, mediante mulinelli intestati su aste o su pesce idrodinamico. Il numero complessivo delle verticali e dei punti di misura, il loro posizionamento reciproco e i tempi di esposizione del mulinello dovranno essere scelti in modo da definire correttamente il campo di velocità, dopo aver eseguito il rilievo geometrico della sezione d'alveo.

L'esecuzione delle misure di portata con il metodo correntometrico (mulinello) dovrà essere effettuata nelle sezioni di monte e di valle. Dovrà essere curata la pulizia della sezione di misura rimuovendo gli ostacoli che dovessero ingombrarla e pulendola, nei limiti del possibile, dalla vegetazione.

Sulla scheda di rilevamento andranno annotati, tra gli altri dati, l'area della sezione di misura, la larghezza e la profondità media della sezione di misura, la portata rilevata ( $m^3/s$  o  $l/s$ ), le eventuali informazioni sulla granulometria prevalente dell'alveo, oltre ai dati pluviometrici dell'area, registrati alla data in cui si esegue la misura di portata.

#### Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio

Si prevede il campionamento manuale periodico di un quantitativo d'acqua sufficiente per il corretto svolgimento delle analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio, contenete anche la componente solida sospesa e quella disciolta.

Il campionamento manuale permette di raccogliere diverse aliquote di campioni in uno o più contenitori per poter essere successivamente filtrati ed analizzati in laboratorio. Il prelievo dei campioni di acqua può essere effettuato con sistemi di campionamento costituiti da bottiglie verticali o orizzontali, così come previsto dai Metodi analitici per le acque- ISPRA, IRSACNR - immerse nel filone principale della corrente al di sotto del pelo libero. Si dovranno preferire punti ad elevata turbolenza evitando zone di ristagno e zone dove possano manifestarsi influenze del fondo, della sponda o di altro genere.

I campioni saranno eseguiti procedendo per campionamenti puntuali lungo verticali di misura della sezione. Il campionamento sarà quindi di tipo medio-continuo raccogliendo in successione continua aliquote parziali, permettendo di avere un campione rappresentativo della sezione indagata. I contenitori utilizzati dovranno essere di materiale inerte tale da non adsorbire inquinanti, non desorbire suoi componenti, non alterare conducibilità elettrica e pH.

I campioni d'acqua, raccolti in idonei contenitori andranno etichettati, indicando il codice della stazione di monitoraggio, la data e l'ora del prelievo, e dovranno essere recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo, prevedendone il trasporto mediante contenitore refrigerato alla temperatura di 4°C.

In occasione del campionamento saranno misurati la temperatura dell'acqua e dell'aria, la conducibilità elettrica, il pH, il potenziale redox e l'ossigeno disciolto. I valori rilevati saranno la media di tre determinazioni consecutive.

### Strumentazione necessaria ai prelievi

L'accessibilità al sito di campionamento e la posizione dell'operatore giocano un ruolo importante sulla scelta delle attrezzature e dell'equipaggiamento adatto a seconda della tipologia di corpo idrico e della richiesta dell'attività.

Se possibile, si preferisce procedere al campionamento immergendo direttamente il contenitore nel corpo idrico da campionare oppure si ricorre all'ausilio di attrezzature (cucchiaio in acciaio inossidabile, secchio o altro dispositivo) e al successivo trasferimento nel contenitore di raccolta; durante quest'ultima operazione è molto importante assicurarsi che il dispositivo non venga a contatto con i contenitori di campioni.

In entrambi i casi i contenitori devono essere opportunamente etichettati. Nel caso di acque superficiali, questo genere di prelievo può essere eseguito dal greto del fiume, da moli, piattaforme, ponti e piccole imbarcazioni utilizzate per guardare il corso d'acqua (anche se, in quest'ultimo caso, si rischia la risospensione dei depositi sedimentati sul fondo).

Quando il corpo idrico è troppo profondo per essere guadato o qualora i campioni devono essere raccolti a diverse profondità o, ancora, quando si deve raccogliere un campione da una piattaforma elevata, un ponte o un molo, si rendono necessarie apparecchiature supplementari.

In generale possono essere utilizzati una varietà di metodi e strumentazioni, tra i quali:

- immersione del contenitore del campione;
- pompa peristaltica;
- campionatori discreti di profondità;
- bailers;
- pompe sommerse;
- campionatori automatici.

Indipendentemente dal metodo utilizzato, è necessario adottare le opportune precauzioni per assicurare che il campione raccolto sia rappresentativo del corpo idrico.

Il monitoraggio dei corsi d'acqua superficiali prevede campionamenti periodici nei punti prescelti di un quantitativo d'acqua sufficiente per il corretto svolgimento delle analisi di laboratorio. Verrà utilizzato il campionamento manuale poiché possono essere presenti concentrazioni delle diverse specie di microinquinanti nella componente solida sospesa e/o in quella disciolta, e poiché non è necessario disporre di elevati volumi di acqua. Il campionamento manuale permette di raccogliere diverse aliquote di campioni in uno o più contenitori per poter essere successivamente filtrati ed analizzati in laboratorio.

Il prelievo dei campioni di acqua può essere effettuato con sistemi di campionamento costituiti da bottiglie verticali o orizzontali, così come previsto dai *Metodi analitici per le acque – APAT, IRSA-CNR*, immerse nel filone principale della corrente al di sotto del pelo libero.

Si dovranno preferire punti ad elevata turbolenza evitando zone di ristagno e zone dove possano manifestarsi influenze del fondo, della sponda o di altro genere. I campioni saranno eseguiti procedendo per campionamenti puntuali lungo verticali di misura della sezione. Il campionamento sarà quindi di tipo medio-continuo raccogliendo in successione continue aliquote parziali, permettendo di avere un campione rappresentativo della sezione indagata.

I contenitori utilizzati dovranno essere di materiale inerte tale da non adsorbire inquinanti, non desorbire suoi componenti, non alterare conducibilità elettrica e pH.

Per la raccolta del campione si utilizzerà una scheda predisposta.

In occasione del campionamento saranno misurati la temperatura dell'acqua e dell'aria, la conducibilità elettrica, il pH, il potenziale redox e l'ossigeno disciolto.

I valori rilevati saranno la media di tre determinazioni consecutive. Le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti.

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

- punto di prelievo (nome del corso d'acqua);
- sezione del corso d'acqua su cui si effettua il prelievo;
- data e ora del campionamento.

I campioni vengono raccolti in opportuni contenitori e conservati alla temperatura di 4°C fino alla consegna al laboratorio di analisi, la quale dovrà avvenire entro 24 ore dal prelievo. Dovranno inoltre essere conservati in frigorifero fino al momento dell'analisi in laboratorio, in modo da conservare il più possibile inalterate le caratteristiche dei costituenti. Le analisi saranno comunque effettuate nei tempi tecnici minimi possibili.

### Parametri biologici

Per la classificazione dello Stato Ecologico dei corsi d'acqua è prevista la valutazione degli Elementi di Qualità Ecologica (EQB) definiti dal DM 260/2010 e ss.mm.ii.. La classificazione si effettua sulla base del valore di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), ossia del rapporto tra valore del parametro biologico osservato e valore dello stesso parametro, corrispondente alle condizioni di riferimento per il "tipo" di corpo idrico in osservazione.

### Star ICMi

Per la definizione dello stato di qualità dei corsi d'acqua, presso tutte le stazioni individuate, il PMA prevede il calcolo dell'indice multimetrico Star\_ICMi (STAR Intercalibration Common Metric Index), basato sul sistema di classificazione MacrOper.

Il metodo, che ha sostituito l'Indice Biotico Esteso (IBE) (utilizzo in Italia fino all'abrogazione del D.Lgs. 152/1999), è stato introdotto in Italia con il D.Lgs. n. 152/2006 e, specificatamente, con il decreto attuativo n. 260/2010 e soddisfa la Direttiva 2000/60/CE.

Il metodo prevede un campionamento di tipo multi-habitat proporzionale, con prelievo quantitativo di macroinvertebrati effettuato su una superficie nota in maniera proporzionale alla percentuale di microhabitat presenti nel tratto campionato e il calcolo di un indice composto da 6 metriche che descrivono i principali aspetti su cui la Direttiva 2000/60/CE pone l'attenzione (abbondanza, tolleranza/sensibilità, ricchezza/diversità) (Buffagni A., Erba S., 2007-2008).

Il protocollo di campionamento dell'indice suddetto dovrà essere conforme a quanto specificato nel Manuale e Linee Guida 111/2014 "Metodi Biologici per le acque superficiali interne. Delibera del Consiglio Federale delle Agenzie Ambientali. Seduta del 27 novembre 2013 Doc. n. 38/13CF".

In merito alla strumentazione da utilizzare si prevede:

- **Retino immanicato** Il retino immanicato verrà utilizzato nel caso di habitat caratterizzati da profondità maggiori di 0,5m. Il retino immanicato adottato deve essere compatibile con quanto contenuto nella norma EN 27828 e avere le seguenti caratteristiche: - costruzione con materiale resistente ma non troppo pesante (ad es. lega di alluminio); - imboccatura a telaio quadrato avente dimensioni preferibilmente di 250 x 250 mm; - manico avente lunghezza di almeno 150 cm oppure più sezioni estensibili di manico con - lunghezza complessiva almeno pari o superiore 150 cm (ad es. due sezioni di 100 cm, ecc.); - sacco di rete con N. di maglie per cm lineare pari a 21, avente profondità di 60 cm. L'aggiunta di un eventuale bicchiere terminale può aumentare la profondità a 80 cm.
- **Rete surber** L'uso del surber verrà utilizzato nel caso di habitat non molto profondi (< 0,5 m e preferibilmente a campionario non completamente sommerso) a corrente elevata o scarsa. La rete surber aperta è fornita di pareti laterali metalliche (in lega di alluminio), che individuano un'area pari a 0,1 m<sup>2</sup> (o 0,05 m<sup>2</sup>); la rete è aperta sul davanti. La forma dell'intelaiatura del retino è quadrata (o rettangolare). Le caratteristiche della rete sono: - dimensioni dell'intelaiatura che definiscono l'area di campionamento pari a - 0,22 X 0,23 m e 0,32 X 0,32 m per aree unitarie rispettivamente di 0,05 e 0,1 m<sup>2</sup>; - forma della rete a cono e di lunghezza approssimativa di 0,6-0,8 m; - dimensioni delle maglie di 500 μm. La rete può essere dotata della presenza di un bicchiere di raccolta nella parte terminale del sacco.

## 6.7 Punti di monitoraggio

La scelta dei punti di monitoraggio è stata effettuata considerando il contesto locale, i recettori presenti e la relativa sensibilità in relazione alle opere di progetto.

Sono stati individuati dunque i corsi d'acqua interessati dalle opere, il fiume Ellero per l'opera principale ed il torrente Ermena per l'opera a rione Borgato, e sono stati individuati dei punti di monitoraggio a monte ed a valle rispetto alle opere di attraversamento.

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura e le relative coordinate.

Punto di monitoraggio		Coordinate gauss boaga	
Codice punto	Posizione	X	Y
ASP_01	Fiume Ellero - monte	N: 4913684 m	E: 1405268 m
ASP_02	Fiume Ellero - valle	N: 4913283 m	E: 1405157 m
ASP_03	Torrente Ermena - monte	N: 4915078 m	E: 1406078 m
ASP_04	Torrente Ermena - valle	N: 4914908 m	E: 1406132 m

## 6.8 Documentazione di sintesi del monitoraggio

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, con la relativa articolazione temporale delle attività di monitoraggio e il numero minimo di campagne di misura da prevedere:

	Stazioni	Campagne				
		AO	CO Opera principale	CO Rione Borgato	PO	TOTALE
Parametri idrologici	ASP_01	4	14		4	22
	ASP_02	4	14		4	22
	ASP_03	4		4	4	12
	ASP_04	4		4	4	12
Parametri fisico- chimici, chimico- batteriologicali	ASP_01	4	14		4	22
	ASP_02	4	14		4	22
	ASP_03	4		4	4	12
	ASP_04	4		4	4	12
Macroinvertebrati	ASP_01	2	7		2	11
	ASP_02	2	7		2	11
	ASP_03	2		2	2	6
	ASP_04	2		2	2	6
Fauna ittica	ASP_01	2	7		4	13
	ASP_02	2	7		4	13
	ASP_03	2		2	4	8
	ASP_04	2		2	4	8

La documentazione di sintesi del piano di monitoraggio dovrà contenere le informazioni principali relativamente ad ogni campagna effettuata. Tale documentazione conterrà le principali risultanze di ogni campagna effettuata e le principali differenze rispetto allo stato Ante Operam. Qualora il monitoraggio dovesse rilevare un significativo peggioramento dello stato di conservazione della matrice in esame, e degli interventi di progetto ad essa legati (es. interventi di mitigazione ambientale) dovranno altresì essere individuati i necessari accorgimenti da attuarsi al fine di migliorare lo stato di conservazione e di mantenimento della matrice.

## 6.9 Gestione delle anomalie

Si indicano nel seguito le possibili fasi per la gestione di tali situazioni che potranno essere opportunamente adeguate in relazione al caso specifico ed al contesto di riferimento:

- descrizione dell'anomalia (in forma di scheda o rapporto) mediante: dati relativi alla rilevazione (data, luogo, situazioni a contorno naturali/antropiche, operatore prelievo, foto, altri elementi descrittivi), eventuali

analisi ed elaborazioni effettuate (metodiche utilizzate, operatore analisi/elaborazioni), descrizione dell'anomalia (valore rilevato e raffronto con gli eventuali valori limite di legge e con i range di variabilità stabiliti), descrizione delle cause ipotizzate (attività/pressioni connesse all'opera, altre attività/pressioni di origine antropica o naturale non imputabili all'opera);

- definizione delle indicazioni operative di prima fase – accertamento dell'anomalia mediante: effettuazione di nuovi rilievi/analisi/elaborazioni, controllo della strumentazione per il campionamento/analisi, verifiche in situ, comunicazioni e riscontri dai soggetti responsabili di attività di cantiere/esercizio dell'opera o di altre attività non imputabili all'opera.

Nel caso in cui a seguito delle attività di accertamento dell'anomalia questa risulti risolta, dovranno essere riportati gli esiti delle verifiche effettuate e le motivazioni per cui la condizione anomala rilevata non è imputabile alle attività di cantiere/esercizio dell'opera e non è necessario attivare ulteriori azioni per la sua risoluzione.

Qualora a seguito delle verifiche di cui sopra l'anomalia persista e sia imputabile all'opera (attività di cantiere/esercizio) per la sua risoluzione è necessaria la definizione delle indicazioni operative di seconda fase per la risoluzione dell'anomalia mediante: comunicazione dei dati e delle valutazioni effettuate agli Organi di controllo, attivazione di misure correttive per la mitigazione degli impatti ambientali imprevisi o di entità superiore a quella attesa in accordo con gli Organo di controllo, programmazione di ulteriori rilievi/analisi/elaborazioni in accordo con gli Organi di controllo.

## 7 MONITORAGGIO ACQUE SOTTERRANEE

### 7.1 Premessa

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo ha lo scopo di valutare lo stato di qualità delle acque sotterranee allo stato attuale e di controllare l'eventuale impatto della costruzione delle opere sul sistema idrogeologico, al fine di prevenire alterazioni di tipo quali-quantitativo delle acque ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.

Le attività che possono comportare ripercussioni sul livello e sulla qualità della falda sono principalmente legate alla costruzione delle fondazioni profonde (viadotti e galleria), oltre alle lavorazioni ed attività di cantiere che potrebbero comportare rischi di contaminazione per il verificarsi di eventi di sversamento accidentale di sostanze potenzialmente inquinanti, riversamento nel suolo di acque delle piattaforma, malfunzionamenti di macchinari o impianti...

Per tutta la durata del cantiere è prevista l'adozione di misure di mitigazione atte ad abbattere il rischio di inquinamento delle acque superficiali, sotterranee e del suolo e a ridurre al minimo il rischio di accadimento degli eventi accidentali.

Per accertare l'efficacia delle misure di mitigazione adottate e consentire di intervenire tempestivamente nel caso si verifichi un evento imprevisto o accidentale, il PMA prevede il monitoraggio delle acque sotterranee in corrispondenza delle aree soggette ad interventi più significativi, quali la realizzazione delle gallerie e viadotti.

Si premette che sarà necessario prevedere una certa flessibilità ed adattabilità del monitoraggio alle condizioni meteo-climatiche dell'area e, in caso di impossibilità ad eseguire i rilievi nel periodo previsto, le misure dovranno essere rinviate al primo giorno utile in cui nei piezometri sarà rinvenuta una quantità d'acqua sufficiente per effettuare il campionamento chimico-fisico.

### 7.2 Monitoraggio ante operam

Per effettuare i rilievi, in tale fase si dovrà provvedere a eseguire preliminarmente i fori di sondaggi in cui installare i piezometri. Per disporre di un set di dati significativi, il monitoraggio AO dovrà prevedere:

- rilievi con frequenza mensile per **12 mesi**, per la misura del livello piezometrico, al fine della corretta individuazione dell'andamento della falda;
- rilievi con frequenza trimestrale per la durata di **12 mesi**, per la misura dei parametri chimico-fisici e batteriologici.

Le misure dovranno coincidere, possibilmente, con la fase di morbida e di massima della falda.



### 7.3 Monitoraggio corso d'opera

Nella fase in CO il monitoraggio sarà condotto per tutta la durata del cantiere, 3,5 anni in totale, con una frequenza semestrale, per il rilevamento di tutti i parametri.

In funzione degli avanzamenti delle lavorazioni, le cadenze d'indagine potranno eventualmente variare per adattarsi alle particolari condizioni locali.

### 7.4 Monitoraggio post operam

Il monitoraggio di tale matrice sarà svolto per la durata di **12 mesi**, con l'esecuzione di 1 campagna di misura ogni trimestre, per il rilevamento di tutti i parametri.

Di seguito si riporta la tabella di sintesi con le attività previste per le tre fasi e una sintesi delle attività previste dal PMA per il monitoraggio della componente.

Fase	Durata fase	
	Livello piezometrico	Parametri chimico-fisici
AO	12 mesi	12 mesi
CO Opera principale	3,5 anni	3,5 anni
CO Rione Borgato	1 anno	1 anno
PO	12 mesi	12 mesi
Fase	Frequenza	
AO	mensile	trimestrale
CO Opera principale	semestrale	semestrale
CO Rione Borgato	semestrale	semestrale
PO	trimestrale	trimestrale
Fase	Campagne	
AO	12	4
CO Opera principale	7	7
CO Rione Borgato	2	2
PO	4	4

## 7.5 Riferimenti normativi e standard

- ❖ Direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.
- ❖ Direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive del Consiglio 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.
- ❖ Direttiva 2006/118/CE sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
- ❖ Direttiva 2000/60/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.
- ❖ Decreto 8 novembre 2010, n. 260. Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.
- ❖ Decreto 17 luglio 2009. Individuazione delle informazioni territoriali e modalità per la raccolta, lo scambio e l'utilizzazione dei dati necessari alla predisposizione dei rapporti conoscitivi sullo stato di attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque.
- ❖ D.Lgs 16 marzo 2009, n. 30. Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
- ❖ D.Lgs 152/2006. Norme in materia ambientale.

## 7.6 Metodologia di rilevamento

Le misure verranno effettuate mediante piezometri, del tipo a tubo aperto, appositamente installati nei fori di sondaggio.

Il sondaggio, a carotaggio continuo, permetterà di accertare la stratigrafia locale e di conseguenza definire la profondità di posa del piezometro. Questo sarà costituito da un tubo in PVC, con diametro interno tale da consentire le operazioni di prelievo dei campioni d'acqua (si consiglia 4"), che sarà fenestrato per tutta l'altezza o nel tratto corrispondente alla strato permeabile e, in linea di principio, dovrà permettere di monitorare la falda più superficiale.

Il fondo del piezometro dovrà raggiungere il substrato impermeabile e intestarsi per almeno 50 cm, mentre la quota di posizionamento della porzione filtrante sarà stabilita in funzione dei risultati della perforazione. Il fondo del tubo piezometrico dovrà essere chiuso mediante fondello cieco impermeabile.

La posa del piezometro dovrà essere preceduta da un accurato lavaggio del foro di sondaggio (fino a quando non esce acqua chiara) e da misure per controllare l'effettiva profondità raggiunta dalla perforazione. Il tubo in PVC sarà circondato da rete REP o da feltro in tessuto non tessuto e da un filtro in sabbia grossolana pulita o in ghiaietto siliceo calibrato, da posizionare nell'intercapedine perforo-tubazione in corrispondenza del tratto fenestrato.

Al termine di questa fase verrà estratta la tubazione di rivestimento del foro, curando di aggiungere sabbia se necessario. È opportuno che il tratto terminale del foro, per la lunghezza di almeno 1 metro, sia sigillato con un tappo in materiale argilloso o cementato, per impedire l'ingresso nel piezometro di acque superficiali. La tubazione di misura dovrà sporgere 20-30 cm dal piano campagna e sarà protetta da un chiusino carrabile in ghisa, munito di lucchetto.

Al termine della perforazione si dovrà redigere la stratigrafia del sondaggio, indicando anche la profondità di posa del piezometro e la lunghezza del tratto forato.

Mediante i piezometri, verranno effettuate le seguenti attività di rilevamento:

- misura del livello piezometro,
- prelievo di campioni d'acqua e analisi di laboratorio dei parametri fisico-chimici e batteriologici.

#### Misura del livello piezometrico

Le misure del livello piezometrico saranno eseguite mediante sondina elettrica (freatimetro) e riportate in apposite schede di rilevamento delle acque sotterranee. Per meglio caratterizzare le connessioni esistenti tra le oscillazioni stagionali della falda e l'andamento delle piogge sulla scheda andranno anche riportati i dati pluviometrici dell'area registrati nel giorno in cui si eseguono le letture piezometriche.

#### Prelievo di campioni d'acqua e analisi di laboratorio

Nel corso del campionamento saranno effettuate le seguenti misure in campagna: Temperatura aria/acqua, pH, Conducibilità elettrica, Ossigeno disciolto.

I campioni d'acqua raccolti in idonei contenitori andranno etichettati indicando il codice della stazione di monitoraggio, la data e l'ora del prelievo e dovranno essere recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo, prevedendone il trasporto mediante contenitore refrigerato alla temperatura di 4°C. Lo scopo del campionamento è quello di controllare periodicamente l'eventuale presenza di inquinanti nelle acque sotterranee che possano derivare dalle attività svolte nelle aree di cantiere e dalla costruzione delle opere previste dal progetto.

Al riguardo si evidenzia che la selezione dei parametri è stata indirizzata su alcuni elementi inquinanti che potrebbero essere accidentalmente rilasciati durante le attività di cantiere. Tali parametri potranno essere eventualmente modificati oppure integrati per analizzare particolari situazioni locali.

I parametri che si prevede di analizzare in campagna e in laboratorio sono indicati nella tabella alla pagina seguente.

Parametri chimico-fisici Tipo A (misure di campagna)	
Temperatura aria/acqua	Conducibilità elettrica
PH	Ossigeno disciolto
Parametri chimico-fisici Tipo B (misure di laboratorio)	
Residuo fisso	Cloruri
Alluminio	Azoto ammoniacale
Calcio	Magnesio
Sodio	Potassio
Alcalinità da bicarbonato	Alcalinità da carbonati
Arsenico	Azoto nitroso
Cadmio	Azoto nitrico
Cromo	Fosforo totale
Cromo (IV)	Solfati
Ferro	Idrocarburi totali
Mercurio	Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)
Nichel	Idrocarburi aromatici (BTEX)
Piombo	Alifatici clorurati cancerogeni
Rame	Tensioattivi anionici
Manganese	Tensioattivi non ionici
Zinco	
Potenziale redox	Alifatici clorurati non cancerogeni
Parametri batteriologici Tipo C (misure di laboratorio)	
Coliformi totali	Streptococchi fecali
Coliformi fecali	

## 7.7 Punti di monitoraggio

Nella seguente tabella sono riportati i punti di monitoraggio individuati:

Punto di monitoraggio		Coordinate gauss boaga	
Codice punto	Posizione	X	Y
AST_01	A nord di galleria artificiale	N: 4913492 m	E: 1404668 m
AST_02	A sud di galleria artificiale	N: 4913327 m	E: 1404646 m
AST_03	Imbocco galleria est	N: 4913584 m	E: 1406741 m
AST_04	Imbocco galleria ovest	N: 4913713 m	E: 1405369 m
AST_05	Destra idrografica t. Ermena	N: 4914965 m	E: 1406052 m
AST_06	Sinistra idrografica t. Ermena	N: 4914985 m	E: 1406180 m
AST_07	Imbocco a sud Galleria San Leonardo	N: 4913451 m	E: 1406765 m

## 7.8 Documentazione di sintesi del monitoraggio

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, con la relativa articolazione temporale delle attività di monitoraggio e il numero minimo di campagne di misura da prevedere:

	Stazioni	Campagne				
		AO	CO Opera principale	CO Rione Borgato	PO	TOTALE
Livello piezometrico	AST_01	12	7		4	23
	AST_02	12	7		4	23
	AST_03	12	7		4	23
	AST_04	12	7		4	23
	AST_05	12		2	4	18
	AST_06	12		2	4	18
	AST_07	12	7		4	23
Parametri chimico- fisici	AST_01	4	7		4	15
	AST_02	4	7		4	15
	AST_03	4	7		4	15
	AST_04	4	7		4	15
	AST_05	4		2	4	10
	AST_06	4		2	4	10
	AST_07	4	7		4	15

La documentazione di sintesi del piano di monitoraggio dovrà contenere le informazioni principali relativamente ad ogni campagna effettuata. Tale documentazione conterrà le principali risultanze di ogni campagna effettuata e le principali differenze rispetto allo stato Ante Operam.

Qualora il monitoraggio dovesse rilevare un significativo peggioramento dello stato di conservazione della matrice in esame, e degli interventi di progetto ad essa legati (es. interventi di mitigazione ambientale) dovranno altresì essere individuati i necessari accorgimenti da attuarsi al fine di migliorare lo stato di conservazione e di mantenimento della matrice.

## 8 MONITORAGGIO SUOLO

### 8.1 Premessa

Il monitoraggio della componente suolo è previsto in corrispondenza delle aree di cantiere fisso e di deposito temporaneo, per le quali si prevede lo scotico e l'impermeabilizzazione.

Lo scopo è quello di:

- valutare le modifiche delle caratteristiche pedologiche e geochimiche dei suoli indotte dalla realizzazione dell'infrastruttura in progetto;
- rilevare eventuali emergenze ambientali per potere intervenire con adeguati provvedimenti;
- garantire, a fine lavori, il corretto ripristino dei suoli.

L'individuazione dei suddetti obiettivi è stata effettuata in considerazione della tipologia di impatti che possono essere determinati sui terreni in seguito all'impianto del cantiere che riguardano in particolare i seguenti aspetti:

- modifica delle caratteristiche chimico-fisiche e biologiche dei terreni;
- riduzione della fertilità dei terreni dovuta alla rimozione degli strati organici superficiali per operazioni di scotico, alle modifiche delle caratteristiche di drenaggio, al rimescolamento degli strati costitutivi, alla infiltrazione di sostanze chimiche, ecc.;
- inquinamento chimico del suolo dovuta all'immissione e dispersione di metalli pesanti.

Come indicato, non è previsto alcun monitoraggio in fase di cantiere, in quanto in tale fase sarà predisposto qualora si verificano eventi di sversamento accidentale: l'impresa dovrà predisporre, dunque, una campagna di monitoraggio ad hoc, finalizzata alla verifica della potenziale contaminazione indotta dall'evento accidentale.

Come indicato nella relazione geologica 03.01\_P00\_GE00\_GEO\_RE01\_D, inoltre, si è prevista la prosecuzione ed integrazione del monitoraggio su piezometri ed inclinometri durante la fase di tempo intercorrente fra progettazione definitiva ed esecutiva, nonché nella fase di ante operam, corso d'opera e post operam dei lavori

### 8.2 Monitoraggio ante operam

La fase AO prevede **2 campagne di rilievo con frequenza semestrale per 12 mesi**, da effettuare prima dell'apertura dei cantieri.

### 8.3 Monitoraggio corso d'opera

In corrispondenza delle aree di cantiere fisso e di deposito temporaneo, durante il CO, sarà onere dell'Impresa incaricata dei lavori di effettuare rilievi solo nel caso si verificano eventi di sversamento accidentale. Nel caso di tale eventualità, l'Impresa dovrà predisporre campagne di monitoraggio ad hoc in corrispondenza delle aree

interessate da sversamento e monitorare le variazioni indotte sulle caratteristiche del suolo, oltre ad applicare, nel caso di contaminazione del sito, quanto previsto dal Titolo V Parte IV del D.lgs 152/2006.

Durante il CO saranno inoltre mantenuti i cumuli relativi allo scotico del terreno realizzando cumuli di altezza non superiore ai 2,5 m e saranno protetti con teli pacciamanti tali da permettere la conservazione senza attecchimento di erbe, permettendo così la respirazione del terreno ed evitando il dilavamento e l'erosione legati agli agenti atmosferici.

Si prevedono inoltre indagini semestrali, chimiche e fisiche, volte alla valutazione dell'efficacia delle cure manutentive da effettuarsi per mantenere le caratteristiche di fertilità di detti cumuli, ovvero:

- Tessitura: è la granulometria in cui sono suddivise le particelle che compongono il suolo; più sono piccole le particelle, maggiore è la superficie per unità di volume.
- Struttura: indica le modalità con cui le singole particelle si riuniscono per formare aggregati mantenuti insieme da sostanze dette cementi e separati fra loro da superfici di rottura. La presenza di una buona struttura assicura generalmente una maggiore qualità del suolo.
- Porosità: esprime il volume degli spazi vuoti del terreno come rapporto percentuale sul volume totale.
- Temperatura.
- Colore. Tramite Sistema Munsell dei colori
- Adesione e altri parametri.
- Potere assorbente del terreno: è la proprietà che ha un suolo di trattenere l'acqua e gli elementi nutritivi indispensabili per la crescita delle piante e dei microrganismi.
- pH: il pH ottimale dei terreni è in genere compreso tra 5,5 e 8,5; al di fuori di questi valori, la possibilità di avere una vita biologica consistente diventa piuttosto difficile.
- Soluzione circolante: è la soluzione molto diluita di sali dalla quale le piante traggono le sostanze nutritive e l'acqua necessaria alla loro crescita.

## 8.4 Monitoraggio post operam

La fase PO prevede 2 campagne di rilievo con frequenza semestrale per 12 mesi, di cui la prima entro 3 mesi dalle attività di sgombero e rinaturalizzazione del sito interessato del cantiere o dall'area di stoccaggio temporaneo.

In ciascuna fase, AO, CO e PO, il campione analizzato dovrà essere di tipo composito.

Di seguito si riporta la tabella di sintesi con le attività previste dal PMA per la componente.

Fase	Durata fase	Parametri	Frequenza	n. campagne
AO	12 mesi	Parametri pedologici, fisico chimici e chimici dei terreni	Semestrale	2
CO	3,5 anni		Semestrale	7
PO	12 mesi		Semestrale	2

Fase	Durata fase	Parametri	Frequenza	n. campagne
AO	12 mesi	Inclinometri e piezometri	Trimestrale	4
CO	3,5 anni		Trimestrale	14
PO	12 mesi		Trimestrale	4

## 8.5 Riferimenti normativi e standard

- ❖ Legge n. 183/1989 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo"
- ❖ D.M. 01/08/1997 Approvazione dei metodi ufficiali di analisi fisica dei suoli
- ❖ D.M. 13/09/1999 Approvazione dei Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo (G.U. n. 50.0. 185 del 21/10/1999) e D.M. 25/03/2002 Rettifiche al Decreto 13/09/1999 (G.U. n. 84 del 10/04/2002)
- ❖ D.lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii., Parte III "Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche" e Parte IV Titolo quinto "Bonifica di siti contaminati"
- ❖ D.P.R. n. 120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164", dalla cui entrata in vigore è abrogato il D.M. n.161/12 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo".
- ❖ Delibera n.54 del 9 maggio 2019 ha approvato "*Linee guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo*".

## 8.6 Metodologia di rilevamento

Il monitoraggio degli aspetti pedologici e geochimici consiste nell'analisi delle caratteristiche dei terreni attraverso la determinazione dei parametri fisici, chimici e biologici, in corrispondenza delle area di cantiere fisso (operativo e di base).

Preliminarmente dovranno essere definiti i parametri stazionali di ogni punto di indagine e raccolte le informazioni relative all'uso attuale del suolo, la valutazione della capacità d'uso e la definizione delle pratiche culturali precedenti all'insediamento del cantiere.

Per il monitoraggio sono previste attività di campionamento (profilo/trivellata) la cui profondità è determinata dall'intercettazione della porzione di suolo biologicamente attivo utilizzabile dalle piante. La profondità cui attestarsi, in genere, corrisponde a 1,5 metri. Tuttavia potrebbero essere presenti, localmente, suoli più o meno profondi e dunque la profondità massima di prelievo andrà definita in base alle caratteristiche stazionali del sito da monitorare.

Nell'ambito di tale orizzonte verranno raccolti 3 campioni a 3 diverse profondità:

- raccolta di un campione nei primi 40 cm di spessore del terreno;



- raccolta di un campione intermedio tra i 40 cm e la profondità di fondo scavo;
- raccolta di un campione in corrispondenza della profondità di fondo scavo.

Per una maggiore rappresentatività del campione, in corrispondenza di ciascuna stazione, il campione andrà raccolto prelevando il terreno in tre punti diversi. Il campione sarà quindi di tipo 'composito'.

Quale superficie minima per la raccolta di ciascun campione composito è stata prevista un'area di riferimento di 5.000 mq c.a.. In tal modo si ha una copertura pressoché continua dell'area.

Per la definizione degli effetti indotti dalla realizzazione dell'opera in progetto è fondamentale la caratterizzazione AO della componente. Infatti, alcuni parametri fisico-chimici (quali il pH, la tessitura, la sostanza organica e la capacità di scambio cationico) rappresentano i caratteri base la cui variazione può condizionare fortemente le caratteristiche del suolo e modificarne in maniera significativa la capacità protettiva, filtrante o adsorbente nei confronti di sostanze potenzialmente inquinanti. In particolare, si evidenzia che alcuni parametri chimici (come azoto, fosforo, potassio, ecc.) definiscono il livello di concentrazione e, quindi, l'eventuale grado di contaminazione indotto sul suolo a seguito, per esempio, delle pratiche di concimazione o difesa antiparassitaria normalmente eseguite in agricoltura; mentre i metalli pesanti (quali rame, arsenico, cadmio, cromo, ecc.) possono dipendere dall'utilizzo di fitofarmaci, concimi minerali e/o organici, liquami zootecnici, fanghi di depurazione, ecc.

Ciò premesso, in tutte fasi del monitoraggio è previsto il rilevamento e determinazione delle seguenti tipologie di parametri:

- parametri pedologici;
- parametri fisico-chimici dei terreni;
- parametri chimici dei terreni.

Qualora nel corso della raccolta del campione di terreno (profilo/trivellata) dovesse essere intercettata la falda, si dovrà eseguire un foro di sondaggio in cui installare un piezometro, per il rilevamento e controllo nel tempo del livello piezometrico.

Di seguito vengono elencati i parametri oggetto delle indagini:

- Parametri pedologici
  - esposizione
  - pendenza
  - uso del suolo
  - microrilievo
  - pietrosità superficiale
  - rocciosità affiorante
  - fenditure superficiali
  - vegetazione
  - stato erosivo
  - permeabilità
  - classe di drenaggio

- substrato pedogenetico
  
- Parametri fisici (rilievi e misure in situ e/o in laboratorio)
  - designazione orizzonte
  - profondità falda
  - limiti di passaggio
  - colore allo stato secco e umido
  - tessitura
  - struttura
  - consistenza
  - porosità
  - umidità
  - contenuto in scheletro
  - concrezioni e noduli
  - efflorescenze saline
  - fenditure Ph
  
- Parametri chimici (analisi di laboratorio)
  - Metalli pesanti: Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Cromo (VI), Rame, Mercurio, Nichel, Piombo, Vanadio, Zinco, Alluminio, Ferro
  - Fitofarmaci: Alaclor, Aldrin, Atrazina,  $\alpha$ -Esacloroesano,  $\beta$ -Esacloroesano,  $\gamma$ -Esacloroesano (lindano), Clordano, DDD, DDT, DDE, Dieldrin, Endrin
  - Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA): Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k) fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Crisene, Dibenzo(a)pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Indenopirene, Pirene, Sommatoria policiclici aromatici.
  - Idrocarburi C<12, C>12
  - PCB
  - BTEX: Benzene, Etilbenzene, Stirene, Toluene, Xilene, Sommatoria organici aromatici.
  
- Sostanza organica (contenuto di carbonio organico)

Per quanto riguarda il 'contenuto in carbonio organico', si intende il rilevamento dei composti del carbonio che derivano da processi di trasformazione di componenti di organismi viventi e la cui presenza determina la struttura e la porosità del suolo, influenzando di conseguenza i fenomeni di ritenzione, accumulo, permeabilità, drenaggio e ruscellamento dell'acqua che arriva al suolo ed i relativi fenomeni di erosione. In particolare, per la caratterizzazione della sostanza organica il contenuto in Carbonio organico verrà espresso in percentuale e determinato secondo il metodo Walkley e Black (ossidazione con bicromato di potassio del carbonio organico stesso).

## 8.7 Punti di monitoraggio

Per tale componente si indicano le aree entro cui dovrà essere svolto il monitoraggio secondo le metodiche descritte in precedenza (per ciascuna area andrà prelevato 1 campione ogni 5.000 mq ca.). Le aree individuate per il monitoraggio sono le zone di cantiere.

Nella tabella seguente sono elencati le aree al cui interno saranno individuati i punti di monitoraggio per la componente suolo:

<b>Aree di monitoraggio Chimico-Fisico</b>	
<b>Codice area</b>	<b>Posizione</b>
SUO_01	Cantiere base
SUO_02	Cantiere operativo 1
SUO_03	Cantiere operativo 2
SUO_04	Cantiere operativo 3

<b>Aree di monitoraggio Geologia</b>	
<b>Codice area</b>	<b>Analisi</b>
S2_Pz	Piezometro
S4_I	Inclinometro
S5_Pz	Piezometro
S5bis_I	Inclinometro
S6_I	Inclinometro
S7_Pz	Piezometro
S8_Pz	Piezometro
S9_Pz	Piezometro
S10_Pz	Piezometro
S11_Pz	Piezometro
S13_I	Inclinometro

## 8.8 Documentazione di sintesi del monitoraggio

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, con la relativa articolazione temporale delle attività di monitoraggio e il numero minimo di campagne di misura da prevedere:

Punto di misura	Campagne Piezometri ed Inclinatori				
	AO	CO Opera principale	CO Rione Borgato	PO	TOTALE
S2_Pz	4	10	4	4	22
S4_I	4	10	4	4	22
S5_Pz	4	10	4	4	22
S5bis_I	4	10	4	4	22
S6_I	4	10	4	4	22
S7_Pz	4	10	4	4	22
S8_Pz	4	10	4	4	22
S9_Pz	4	10	4	4	22
S10_Pz	4	10	4	4	22
S11_Pz	4	10	4	4	22
S13_I	4	10	4	4	22

Punto di misura	Campagne Campionamento Chimico-Fisico				
	AO	CO Opera principale	CO Rione Borgato	PO	TOTALE
SUO_01	2	7		2	11
SUO_02	2	7		2	11
SUO_03	2	7		2	11
SUO_04	2		2	2	6

In base all'estensione areale delle singole aree da indagare per ciascuna campagna dovrà essere prelevato il numero di campioni indicato nella tabella seguente:

Punto di misura	Nro di campioni per campagna
SUO_01	8
SUO_02	5
SUO_03	6
SUO_04	1

La documentazione di sintesi del piano di monitoraggio dovrà contenere le informazioni principali relativamente ad ogni campagna effettuata. Tale documentazione conterrà le principali risultanze di ogni campagna effettuata e le principali differenze rispetto allo stato Ante Operam.

Qualora il monitoraggio dovesse rilevare un significativo peggioramento dello stato di conservazione della matrice in esame, e degli interventi di progetto ad essa legati (es. interventi di mitigazione ambientale) dovranno altresì essere individuati i necessari accorgimenti da attuarsi al fine di migliorare lo stato di conservazione e di mantenimento della matrice.

## 9 MONITORAGGIO VEGETAZIONE - ECOSISTEMI

### 9.1 Premessa

Oggetto del monitoraggio è la comunità biologica, rappresentata dalla vegetazione naturale e seminaturale e dalle specie appartenenti alla flora e alla fauna (con particolare riguardo a specie e habitat inseriti nella normativa comunitaria, nazionale e regionale), le interazioni svolte all'interno della comunità e con l'ambiente abiotico, nonché le relative funzioni che si realizzano a livello di ecosistema.

Il monitoraggio degli ecosistemi è finalizzato principalmente alla valutazione dello stato di conservazione degli ambienti naturalisticamente rilevanti presenti nell'area di indagine valutata all'interno dello studio di impatto ambientale. Come riportato nel quadro di riferimento ambientale del SIA allegato al progetto, l'intervento in esame non è localizzato all'interno di zone naturalisticamente rilevanti dal punto di vista ecosistemico.

Il monitoraggio degli ecosistemi presenti si basa sulle risultanze dei monitoraggi effettuati per la componente faunistica e floristica. Particolare attenzione andrà riservata agli ambienti ripari presenti nei pressi dei corpi idrici interessati dalla realizzazione dell'intervento in esame. In particolare sarà da valutarsi lo stato di conservazione di tali ambienti ripari, analizzando eventuali variazioni nelle popolazioni floristiche e faunistiche presenti.

L'obiettivo delle indagini è, quindi, il monitoraggio delle popolazioni animali e vegetali, delle loro dinamiche, delle eventuali modifiche della struttura e composizione delle biocenosi e dello stato di salute delle popolazioni di specie target, indotte dalle attività di cantiere e/o dall'esercizio dell'opera.

In particolare il PMA per la componente Vegetazione sarà finalizzato a:

- caratterizzare la situazione ante operam in relazione ai diversi habitat, alla copertura del suolo ed alle condizioni fitosanitarie della vegetazione naturale e seminaturale, con particolare riferimento ai singoli individui di pregio ed alle aree di particolare sensibilità ambientale;
- controllare nella fase post operam l'evoluzione della vegetazione e degli habitat caratterizzati nella fase ante operam ed evidenziare l'eventuale instaurarsi di fitopatologie e disturbi alla componente vegetazione, correlabili alle attività di costruzione e alla fase di esercizio della nuova infrastruttura;
- controllare la rimozione di vegetazione e la conseguente sottrazione di habitat
- controllare la frammentazione di vegetazione ripariale
- controllare la perdita di elementi dell'ecomosaico quali filari e siepi
- controllare l'alterazione di composizione e struttura della fitocenosi
- controllare l'introduzione di specie estranee alla flora locale
- predisporre, ove necessario, interventi correttivi per ridurre o eliminare gli impatti sulla componente;

## 9.2 Monitoraggio ante operam

Il monitoraggio Ante Operam viene eseguito mediante la realizzazione di rilievi fitosociologici della vegetazione presente nell'area di intervento e nelle aree potenzialmente interessate dalla sua realizzazione. Tale monitoraggio sarà finalizzato all'individuazione di cenosi ed associazioni vegetazionali riconducibili agli habitat come descritti nella direttiva 92/43/Cee e all'eventuale presenza di habitat non riferibili alla direttiva 92/43/CEE (ad es. canneti, altre tipologie forestali non indicate nell'all.2 di detta Direttiva) ma comunque importanti per la nidificazione e riproduzione di specie (habitat di specie) e di valore ecologico.

Il censimento delle specie presenti nell'area di rilievo provvederà alla restituzione, su apposita scheda di rilievo, delle tipologie delle specie e dell'estensione delle popolazioni di specie.

La fase AO prevede 2 campagne di rilievi floristici in primavera ed autunno, da effettuare prima dell'apertura dei cantieri.

## 9.3 Monitoraggio corso d'opera

Non si ritiene necessario un monitoraggio in CO data la presenza dei cantieri.

## 9.4 Monitoraggio post operam

La fase PO prevede n. 2 campagne di rilievo floristico per due anni consecutivi alla fine dei lavori, da iniziare entro tre mesi dalla realizzazione degli interventi di ripristino e da realizzarsi sempre in primavera ed autunno.

Di seguito si riporta la tabella di sintesi con le attività previste per le fasi AO, CO e PO.

Fase	Durata Fase	Parametri	Frequenza
AO	6 mesi	Identificazione e conteggio delle specie	2 (primavera ed autunno)
CO	2,5 (Asse principale)	Non si ritiene necessario un monitoraggio in CO data la presenza dei cantieri.	
	1 (Rione Borgato)		
PO	2 anni consecutivi	Valutazione di eventuali differenze rispetto allo stato AO e CO.  Identificazione e conteggio delle specie.	2 (primavera ed autunno)

## 9.5 Riferimenti normativi e standard

Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.).

## 9.6 Metodologia di rilevamento

Dopo aver identificato le aree in cui effettuare il monitoraggio, si provvede, nella stagione fenologicamente adeguata, ad effettuare rilievi fitosociologici (Braun-Blanquet, 1928, 1964; Pignatti, 1959), censimento ed inventario floristico nei plot e nei quadrati permanenti lungo i transetti individuati.

Durante la realizzazione del monitoraggio è necessario evidenziare:

- Stato fitosanitario: L'osservazione dello stato fitosanitario deve preliminarmente identificare eventuali processi già esistenti nell'ambito considerato. A partire da tali dati è necessario, in relazione alla tipologia di impatto individuato, monitorare periodicamente i popolamenti di specie individuati in relazione all'aumento e la comparsa di patologie.
- Tasso mortalità/infestazione specie chiave: Qualsiasi tipo di infrastruttura può direttamente o indirettamente determinare un aumento della mortalità delle specie chiave negli habitat di interesse naturalistico interferiti o in altri ambiti di pregio naturalistico e paesaggistico (ad es. sistemi di siepi, alberi secolari etc.). Negli ambiti territoriali di interesse è necessario, nelle tre fasi, ante, in corso d'opera e post operam, monitorare la mortalità delle specie di particolare rilevanza ecologica.
- Stato delle popolazioni: L'analisi floristica prevede una ricognizione dettagliata della fascia d'interesse con sopralluoghi nel corso della stagione vegetativa.
- Stato degli habitat: In fase ante operam devono essere elencati, localizzati, cartografati e caratterizzati tutti gli habitat significativi per la distribuzione di specie rare e protette presenti nell'area di ricaduta dei potenziali effetti dell'opera considerata. Gli habitat da rilevare sono quelli che hanno significato ecologico dal punto di vista strutturale (foreste, macchie, cespuglieti, brughiere), in quanto habitat di interesse comunitario (Dir. 92/43/CEE), oppure che rivestono importanza per la tutela di specie protette sia animali che vegetali (habitat di specie).
- Frequenza delle specie ruderali, esotiche e sinantropiche: Questo indicatore è utilizzato per valutare il grado di integrità della flora e della vegetazione presenti nell'habitat.
- Rapporto tra specie alloctone e specie autoctone: Lo studio floristico deve prevedere l'analisi delle condizioni e dei trend di specie o gruppi di specie vegetali pregiate, la qualità e la ricchezza delle popolazioni. In particolare l'analisi del rapporto tra specie alloctone, sinantropiche, ruderali e specie autoctone è una fase fondamentale nella valutazione dell'integrità floristica degli ambiti territoriali di interesse in relazione agli impatti determinati dall'opera.



## 9.7 Punti di monitoraggio

I punti di misura corrispondono ai recettori naturalistici sensibili individuati nell'ambito dello studio della componente floristica.

I punti di misura sono stati localizzati in presenza delle aree di vegetazione a maggior interesse riscontrate durante i rilievi fitosociologici effettuati, ed in ragione della loro localizzazione nelle aree a maggior interesse da un punto di vista progettuale, come ad esempio l'imbocco delle gallerie. In ogni caso ci si concentrerà sulle aree umide le quali, così come esposto nel quadro di caratterizzazione ambientale dello SIA, rappresentano le aree in cui sono presenti formazioni di maggior interesse naturalistico per la presenza di aree boscate e corpi idrici a minor disturbo antropico.

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, le relative coordinate X, Y, i recettori presso cui sono ubicati e l'obiettivo dell'attività di monitoraggio degli stessi.

Punto di monitoraggio				Coordinate gauss boaga	
Codice punto	Tipo ricettore	Codice ricettore da censimento	Obiettivo monitoraggio	X	Y
AMB_01	Vegetazione riparia	/	Valutazione della condizione fitosanitaria degli elementi floristici	N: 4913552 m	E: 1405102 m
AMB_02	Vegetazione boscata	/	Valutazione della condizione fitosanitaria degli elementi floristici	N: 4913711 m	E: 1406687 m
AMB_03	Vegetazione riparia	/	Valutazione della condizione fitosanitaria degli elementi floristici	N: 4915014 m	E: 1406086 m

## 9.8 Documentazione di sintesi del monitoraggio

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, con la relativa articolazione temporale delle attività di monitoraggio e il numero minimo di campagne di misura da prevedere:

Punto di misura	Campagne			
	AO	CO	PO	TOTALE
AMB_01	2	/	2	4
AMB_02				
AMB_03				

La documentazione di sintesi del piano di monitoraggio dovrà contenere le informazioni principali relativamente ad ogni campagna effettuata. Tale documentazione conterrà le principali risultanze di ogni campagna effettuata e le principali differenze rispetto allo stato Ante Operam.

Qualora il monitoraggio dovesse rilevare un significativo peggioramento dello stato di conservazione della matrice in esame, e degli interventi di progetto ad essa legati (es. interventi di mitigazione ambientale) dovranno altresì essere individuati i necessari accorgimenti da attuarsi al fine di migliorare lo stato di conservazione e di mantenimento della matrice.

Relativamente alla verifica dello stato di conservazione degli habitat potenzialmente presenti sarà necessario individuare gli opportuni interventi finalizzati al miglioramento dello stato di conservazione di tali ambienti.

In merito alla verifica dello stato fitosanitario delle piantumazioni di progetto, sarà necessario individuare le situazioni di non attecchimento e redigere un documento finalizzato all'individuazione degli opportuni interventi per la sostituzione di tali fallanze.

## 10 MONITORAGGIO FAUNA

### 10.1 Premessa

Lo studio della componente fauna è finalizzato a:

- caratterizzare la situazione AO nelle aree interessate dai lavori, con particolare riferimento alle specie che potrebbero essere maggiormente interferite;
- monitorare l'evoluzione delle specie durante le fasi progettuali CO e PO;
- valutare l'efficacia degli interventi di mitigazione messi in atto;
- segnalare eventuali criticità al fine di intervenire con ulteriori misure cautelative o, al limite, compensative.

I protocolli di monitoraggio variano da gruppo faunistico a gruppo faunistico. Per ottimizzare le risorse, il PMA concentra gli obiettivi del monitoraggio sulle specie ritenute più sensibili rispetto all'intervento in progetto e che possono fornire importanti indicazioni sullo stato complessivo della qualità ambientale.

Oggetto del monitoraggio sono quindi:

- avifauna nidificante,
- ittiofauna (come specificato nel paragrafo 6) ,
- anfibi e rettili.

### 10.2 Monitoraggio ante operam

Il monitoraggio dei diversi gruppi faunistici verrà effettuato mediante un rilievo quali-quantitativo, finalizzato alla verifica dell'esecuzione a regola d'arte degli interventi di piantagione realizzati nell'ambito degli interventi di inserimento paesaggistico ambientale. L'attività comprende:

- individuazione e determinazione delle specie target ed esotiche e ruderali presenti secondo i codici di nomenclatura tassonomica, fino al livello di specie e, ove necessario, di sub specie;
- n° di esemplari per specie;
- n° di esemplari per specie per unità di superficie;
- rapporto % tra specie target e specie esotiche/ruderali.

La fase AO prevede n° 1 monitoraggio annuale per i gruppi faunistici di anfibi e rettili, n° 1 monitoraggio annuale della componente ittica e n. 2 campagne di monitoraggio nel periodo primaverile per l'avifauna nidificante.

### 10.3 Monitoraggio corso d'opera

La fase CO avrà la stessa durata del cantiere, ovvero 3,5 anni. Il rilevamento avverrà con le medesime modalità e frequenze previste per la fase AO.

### 10.4 Monitoraggio post operam

Per la fase PO il rilevamento avverrà con le medesime frequenze previste per la fase AO, per la durata complessiva di 2 anni.

#### Avifauna, Anfibi e Rettili

Fase	Durata Fase	Parametri	Frequenza
AO	1 anno	Identificazione e conteggio delle specie di anfibi e rettili	1
	1 anno	Identificazione e conteggio delle specie ittiche	2
	1 anno	Identificazione e conteggio dell'avifauna	2 (in primavera)
CO	2,5 anni (Asse principale)	Identificazione e conteggio delle specie di anfibi e rettili	2
	2,5 anni (Asse principale)	Identificazione e conteggio dell'avifauna	4 (in primavera)
	2,5 anni (Asse principale)	Identificazione e conteggio delle specie ittiche	2
	1 anno (Rione Borgato)	Identificazione e conteggio delle specie di anfibi e rettili	1
	1 anno (Rione Borgato)	Identificazione e conteggio dell'avifauna	2 (in primavera)
	1 anno (Rione Borgato)	Identificazione e conteggio delle specie ittiche	1
PO	2 anni	Valutazione di eventuali differenze rispetto allo stato AO e CO. Identificazione e conteggio delle specie di anfibi e rettili	2
	2 anni	Valutazione di eventuali differenze rispetto allo stato AO e CO. Identificazione e conteggio delle specie	2

		ittiche	
	2 anni	Valutazione di eventuali differenze rispetto allo stato AO e CO. Identificazione e conteggio dell'avifauna	4 (in primavera)

## 10.5 Riferimenti normativi e standard

Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)

## 10.6 Metodologia di rilevamento

### Avifauna

Sono previste due possibili metodologie di indagine:

- transetto lineare (line transect method), con calcolo dell'Indice Chilometrico di Abbondanza (I.K.A.), consiste nel campionare, annotando su apposita scheda, tutti gli individui osservati e uditi, in verso o in canto, in una fascia di 100 m a destra e a sinistra del rilevatore. I transetti saranno di lunghezza almeno pari a 1km;
- Play Back, consiste nello stimolare una risposta territoriale della specie da censire, mediante la riproduzione del canto con un registratore, simulando la presenza di un conspecifico. Le stazioni sono fissate su punti prestabiliti, ciascuna distante minimo 200 m dall'altra. Le sessioni di censimento prevedranno almeno 3 minuti di ascolto passivo; la stimolazione acustica, costituita da tre emissioni del verso intervallate da pause di circa 30 secondi; l'ascolto della risposta allo stimolo per i successivi 10 minuti. Saranno condotte sessioni diurne e sessioni crepuscolari/notturne in funzione delle abitudini delle specie da contattare.

### Anfibi e rettili

Sono presenti numerose metodologie per il monitoraggio della fauna amphibia e dei rettili.

Ricerca visiva: si identificano le aree con maggiore idoneità per le specie di interesse comunitario e si identificano eventuali segni di presenza delle specie ricercate.

Transetti (visivi e audio): si esegue un percorso lineare di lunghezza definita e vengono contati gli individui presenti a destra e sinistra del percorso. La distanza tra un transetto e l'altro deve essere fissa e non deve essere inferiore a 5 metri.

Nel caso di anfibi acquatici canori, quali ad esempio gli anuri, vengono contati i richiami dei maschi lungo il transetto o in punti d'ascolto. Il transetto (della lunghezza di circa 1 km) deve essere collocato in modo casuale intorno ad un sito riproduttivo. Questa tecnica prevede un'elevata specializzazione da parte dell'operatore, in quanto ogni canto deve corrispondere ad un solo individuo e non deve essere contato più volte. Le ore in cui si rileva la maggiore attività canora sono quelle comprese tra le 18:00 e le 24:00.

Il night driving è invece un transetto rappresentato dalla strada percorsa e la tecnica consiste nel contare gli individui incontrati nell'unità di tempo durante le ore notturne.

Cattura mediante trappole: metodo utilizzato per rettili terrestri consistente in trappole a caduta che possono essere posizionate nelle vicinanze degli habitat preferenziali. Le trappole possono anche essere posizionate insieme a barriere al fine di incrementare il successo di cattura.

La ricerca visiva, i transetti al canto, il controllo dei siti riproduttivi e la stima quantitativa delle larve forniscono informazioni sull'abbondanza relativa delle specie. I quadrati, i transetti, i patch e la stima quantitativa delle larve forniscono informazioni sulla densità. La compilazione di checklist e il visualencountersurveys forniscono informazioni sulla ricchezza specifica.

### Componente ittica

L'attività di monitoraggio dovrà essere svolta nel rispetto del "Protocollo di campionamento e analisi della fauna ittica dei sistemi lotici guadabili" ISPRA 2040/2014.

Il campionamento deve essere effettuato in un periodo in cui le portate idrologiche permettano l'accesso in sicurezza alla stazione di campionamento, le condizioni di trasparenza dell'acqua siano le migliori possibili, evitando nel contempo di interferire con i periodi riproduttivi e con le esigenze biologiche delle specie presenti.

Il campionamento viene effettuato esclusivamente tramite elettro-pesca, utilizzando un elettrostorditore in grado di emettere sia corrente continua (DC) che corrente continua pulsata (PDC).

Nel tratto quantitativo il campionamento deve garantire un livello di efficienza tale da rappresentare la completa comunità ittica presente nel tratto. A tale scopo devono essere eseguite almeno 2 passate. Qualora nella seconda passata il numero di pesci complessivamente catturato non sia inferiore della metà rispetto al numero di pesci catturati con la precedente, si procede ad un'ulteriore passata con le medesime modalità. Tale procedura va ripetuta fino a quando in una passata il numero di esemplari catturati sia inferiore alla metà di quelli prelevati nella passata precedente. Nel caso in cui alla prima passata non venga catturato alcun esemplare (comunità pressoché inesistente), può non essere eseguita la seconda passata.

Prima di iniziare il campionamento è necessario rilevare temperatura, torbidità e conducibilità dell'acqua, anche per determinare le opportune impostazioni (dosaggio) dell'elettrostorditore. L'elettrostorditore deve essere utilizzato col dosaggio minimo efficace, da stabilirsi prima del campionamento in un tratto a valle e a debita distanza dalla stazione di campionamento.

Per ciascuno degli individui catturati devono essere annotati:

1) Specie

2) Lunghezza totale (in mm)

3) Peso (rilevato alla precisione minima di 1 grammo).

4) Eventuali anomalie esterne di coda, pinna dorsale, pinna anale, pinne pettorali, corpo, testa, occhi, narici, labbri, opercoli, barbigli, quali:

- pigmentazione anomala;
- forma anomala;
- riduzione anomala (es. accorciamento opercoli);
- aumento anomalo (es. esoftalmia: occhio rigonfio, protruso);
- assenza anomala (es. assenza di barbigli);
- erosione delle pinne;
- escrescenze, rigonfiamenti, tumefazioni, noduli;
- lesioni;
- emboli (vescicole gassose);
- emorragie;
- presenza di funghi;
- presenza di vermi.

## 10.7 Punti di monitoraggio

I punti di misura corrispondono ai recettori naturalistici sensibili individuati nell'ambito dello studio della componente faunistica.

Le aree di rilevamento andranno dimensionate considerando un buffer circolare di 500 m dai punti di monitoraggio riportato. Qualora in sede di monitoraggio non fosse possibile considerare tali aree, sarà in ogni caso necessario garantire una standardizzazione dei rilievi e la registrazione della raccolta dei dati, al fine di valutare eventuali trend. A tal proposito dovranno essere tracciati i percorsi seguiti e le aree di monitoraggio indagate, e dovranno essere trasmessi unitamente agli esiti del monitoraggio in formato georeferenziato, permettendo, in conclusione al piano, una corretta valutazione del dato ottenuto.

In ogni caso sarà necessario effettuare una valutazione circa il passaggio della fauna attraverso i punti di attraversamento faunistico, rappresentati dai tombini idraulici e la galleria artificiale. Tale funzionalità dovrà essere valutata in considerazione del numero di specie ed individui che utilizzano tali attraversamenti, anche mediante l'utilizzo di fototrappole idoneamente posizionate.

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, le relative coordinate X, Y, i recettori presso cui sono ubicati e l'obiettivo dell'attività di monitoraggio degli stessi.

Punto di monitoraggio				Coordinate gauss boaga	
Codice punto	Tipo ricettore	Codice ricettore da censimento	Obiettivo monitoraggio	X	Y
AMB_01	Vegetazione riparia e Torrente Ellero	/	Valutazione della condizione fitosanitaria degli elementi faunistici	N: 4913552	E: 1405102
AMB_02	Vegetazione boscata	/	Valutazione della condizione fitosanitaria degli elementi faunistici	N: 4913711	E: 1406687
AMB_03	Vegetazione riparia e Torrente Ermena	/	Valutazione della condizione fitosanitaria degli elementi faunistici	N: 4915014	E: 1406086



La fauna ittica sarà monitorata come specificato nel paragrafo 6 nei seguenti punti di misura:

Punto di monitoraggio		Coordinate gauss boaga	
Codice punto	Posizione	X	Y
ASP_01	Fiume Ellero - monte	N: 4913684 m	E: 1405268 m
ASP_02	Fiume Ellero - valle	N: 4913283 m	E: 1405157 m
ASP_03	Torrente Ermena - monte	N: 4915078 m	E: 1406078 m
ASP_04	Torrente Ermena - valle	N: 4914908 m	E: 1406132 m

## 10.8 Documentazione di sintesi del monitoraggio

La documentazione di sintesi del piano di monitoraggio dovrà contenere le informazioni principali relativamente ad ogni campagna effettuata. Tale documentazione conterrà le principali risultanze di ogni campagna effettuata e le principali differenze rispetto allo stato Ante Operam.

Punto di misura	Campagne			
	AO	CO	PO	TOTALE
AMB_01	3	9	6	18
AMB_02				
AMB_03				

Relativamente alle specie ittiche:

Punto di monitoraggio	Posizione	Campagne			
		AO	CO	PO	TOTALE
ASP_01	Fiume Ellero - monte	2	5	2	9
ASP_02	Fiume Ellero - valle	2	5	2	9
ASP_03	Torrente Ermena - monte	2	2	2	6
ASP_04	Torrente Ermena - valle	2	2	2	6

Qualora il monitoraggio dovesse rilevare un significativo peggioramento dello stato di conservazione della matrice in esame, e degli interventi di progetto ad essa legati (es. realizzazione dei passaggi faunistici) dovranno altresì essere individuati i necessari accorgimenti da attuarsi al fine di migliorare lo stato di conservazione e di mantenimento della matrice.

Per quanto riguarda i passaggi faunistici dovrà essere valutata l'effettiva funzionalità di tali interventi e, se necessario, dovranno essere individuati e realizzati i necessari accorgimenti al fine di migliorare tali opere.

## 11 MONITORAGGIO RUMORE E VIBRAZIONI

### 11.1 Premessa

Il monitoraggio ambientale per la componente rumore avrà il compito di stabilire sia in fase di cantiere che in fase di esercizio, la coerenza con i valori calcolati e, qualora si verificassero discrepanze significative e negative, si dovranno adottare ulteriori misure di mitigazione.

Per quel che concerne la fase di cantiere, le misure di monitoraggio dovranno essere rivolte al ricettore più esposto per ciascuna area di lavoro. Le misure dovranno riguardare le attività che, visto il crono programma di dettaglio, risultino più onerose sul piano delle emissioni rumorose sia da un punto di vista della durata sia per la concomitanza e sovrapposizione delle lavorazioni. La durata delle misurazioni dovrà coprire un intero periodo diurno di apertura di cantiere e in numero rappresentativo (non inferiore a 1 misura, per area, per mese di apertura del cantiere). Le misure dovranno essere comunque concordate con gli uffici Comunali competenti.

Le misure di attenuazione applicabili in fase di cantiere riguardano essenzialmente la sostituzione delle sorgenti più rumorose con attrezzature a ridotto impatto ovvero la riduzione del periodo di emissione limitando l'uso delle attrezzature rumorose a periodi più contenuti.

Per quel che concerne la fase di esercizio (Post Operam al 2025), un confronto coerente rispetto al modello previsionale richiede misure nei medesimi punti in cui erano state eseguite le misure Ante Operam nel Giugno 2019. In questo modo si potrà verificare l'attendibilità del modello.

Alternativamente si potrà prevedere la realizzazione di una campagna di misure presso i ricettori più impattati dall'opera; in particolare si ritiene sufficiente l'esecuzione di una misura di durata settimanale con cadenza trimestrale in corrispondenza del ricettore più esposto in ognuna delle 4 aree individuate (area innesto Ovest, Area via Vecchia Frabosa, Area innesto Est e area ione Borgato).

Le misure di adozione riguardo la fase di esercizio si limita al controllo della velocità e, in caso di particolari criticità, ad interventi diretti ai ricettori per garantire comunque il rispetto di quanto disposto dall'art. 6 del DPR 142/2004.

### 11.2 Monitoraggio ante operam

Il monitoraggio ANTE-OPERAM è stato eseguito nel Giugno 2019. La calibrazione della catena strumentale è stata eseguita prima e dopo le misure, non riscontrando variazioni superiori a 0,5dB. Sono stati eseguiti n. 5 rilievi di durata giornaliera presso ricettori rappresentativi delle aree attraversate dal progetto e potenzialmente disturbati dai nuovi flussi di traffico. In particolare sono stati individuati 4 edifici ricadenti nella fascia di pertinenza del tracciato stradale e 1 edificio particolarmente esposto al potenziale impatto generato dal nuovo ponte tra SS28 e via Monastero vecchia. Successive valutazioni del progettista hanno determinato varianti sostanziali dei tracciati che sono state considerate, per quanto possibile, nei modelli previsionali ma che potrebbero richiedere successivi approfondimenti.

ID	Tipo	UTM_x	UTM_y	Zona	Note
1L	Settimanale	404305 m E	4913364 m N	SP5	
2L	Settimanale	406777 m E	4914013 m N	SS28	Mascherati eventi meteo
3B	Giornaliero	405944 m E	4914907 m N	R. Borgato	Mascherato evento anomalo
4B	Giornaliero	404338 m E	4913090 m N	SP5	
5B	Giornaliero	406666 m E	4913577 m N	SS28	
6B	Giornaliero	406792 m E	4913672 m N	SS28	Mascherati eventi meteo
7B	Giornaliero	405205 m E	4912920 m N	v. V. Frabosa	Mascherati eventi meteo. Presenza di rumore faunistico

In aggiunta a quanto già eseguito, è previsto per i recettori più esposti al traffico veicolare che sarà presente in PO di effettuare campagne di monitoraggio settimanali con cadenza trimestrale, mentre per i ricettori esposti al traffico e alle attività di cantiere si prevede di effettuare campagne di 24 ore con cadenza trimestrale.

### 11.3 Monitoraggio corso d'opera

Per quel che concerne la fase di cantiere, le misure di monitoraggio dovranno essere rivolte al ricettore più esposto per ciascuna area di lavoro ed al traffico di cantiere. Le misure dovranno riguardare le attività che, visto il crono programma di dettaglio, risultino più onerose sul piano delle emissioni rumorose sia da un punto di vista della durata sia per la concomitanza e sovrapposizione delle lavorazioni.

Per i ricettori esposti al traffico e alle attività di cantiere si prevede di effettuare campagne di 24 ore con cadenza trimestrali per l'intera durata della fase di cantiere.

Le misure dovranno essere comunque concordate con gli uffici Comunali competenti.

### 11.4 Monitoraggio post operam

Per quel che concerne la fase di esercizio (Post Operam al 2025), un confronto coerente rispetto al modello previsionale richiede misure nei medesimi punti in cui erano state eseguite le misure Ante Operam nel Giugno 2019. In questo modo si potrà verificare l'attendibilità del modello.

Alternativamente si potrà prevedere la realizzazione di una campagna di misure presso i ricettori più impattati dall'opera, più esposti al traffico veicolare presente in PO; in particolare si prevede di effettuare campagne settimanali con cadenza trimestrale in corrispondenza del ricettore più esposto in ognuna delle 4 aree individuate (area innesto Ovest, Area via Vecchia Frabosa, Area innesto Est e area Rione Borgato).

Di seguito si riporta la tabella di sintesi con le attività previste per le tre fasi.

Fase	Durata fase	Frequenza	n. campagne	Tipo misura
AO	6 mesi	24 h ogni 6 mesi	1	tipo_VIB
	1 anno	7 gg ogni 3 mesi	4	tipo_RUM
	1 anno	24 h ogni 3 mesi	4	tipo_RUM
CO Asse principale	3,5 anni	24 h ogni 3 mesi	14	tipo_RUM
	3,5 anni	24 h ogni mese	42	tipo_VIB
CO Rione Borgato	1 anno	24 h ogni 3 mesi	4	tipo_RUM
PO	1 anno	7 gg ogni 3 mesi	4	tipo_RUM

## 11.5 Riferimenti normativi e standard

- ❖ DPCM 01/03/1991 "Limiti di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- ❖ Legge 447, 26/10/1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- ❖ DPCM 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- ❖ DPR 11/12/1997 n. 496 "Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto da aeromobili civili";
- ❖ DM 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- ❖ DPCM 31/93/1998 "Atto di indirizzo ... per l'esercizio dell'attività del tecnico competente...";
- ❖ DPR 18/11/1998 n. 459 "Regolamento recante norme ... in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario";
- ❖ D.lgs n.262/2002 "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente acustica ambientale delle macchine e attrezzature destinate a funzionare all'aperto";
- ❖ DPR 30/03/2004 n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare";
- ❖ ISO 9613-2: 1996 "Attenuazione del rumore nei fenomeni di propagazione nell'ambiente esterno".
- ❖ ISO 226:1994 "Acoustics – Normal equal-loudness level contours".
- ❖ UNI ISO 1996:2010 "Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale".
- ❖ NMPB – Routes – 96 (Guide du Bruit)
- ❖ UNI EN ISO 16032/2005
- ❖ UNI 9433 "Descrizione e misurazione del rumore immesso negli ambienti abitativi".
- ❖ UNI 9435 "Sistemi schermanti. Misura della attenuazione acustica degli schermi sottili in campo libero simulato".
- ❖ UNI 9884 "Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale".
- ❖ UNI EN 27574 "Metodi statistici per la determinazione ed il controllo dei valori dichiarati di emissione acustica delle macchine e delle apparecchiature".

- ❖ UNI EN ISO 11202 "Rumore emesso dalle macchine e dalle apparecchiature".
- ❖ UNI ISO 7188 "Misurazione del rumore emesso dalle autovetture nelle condizioni rappresentative di traffico urbano".
- ❖ IEC651 / IEC804 / IEC61672
- ❖ IEC-601272 2002-1 Classe 1

## 11.6 Metodologia di rilevamento - Rumore

### TIPO DI INDAGINI

#### Indagini RUM-TR

Queste indagini consistono in misure fonometriche in ambiente esterno in corrispondenza di un ricettore esposto verso una sorgente di traffico veicolare. Il microfono dovrà essere posizionato in corrispondenza della facciata esposta verso la strada utilizzata dai mezzi d'opera.

Le indagini RUM-TR saranno eseguite sia con riferimento al traffico di cantiere (fase AO e CO) sia con riferimento al traffico ordinario (AO e PO). Le indagini RUM-TR riferite al traffico dei mezzi di cantiere e al traffico veicolare ordinario dovranno essere eseguite contemporaneamente

Il microfono dovrà essere posizionato all'altezza di 4 metri sul piano campagna e ad una distanza di 1 metro dalla facciata dell'edificio. Nel caso di edifici monopiano l'altezza del microfono dal piano campagna dovrà essere di 1,5 m.

L'indagine sarà eseguita in continuo e avrà una durata di almeno una settimana in conformità con quanto prescritto dal D.M.A. 16.03.1998: "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico". Si ritiene opportuno che la misura abbia una durata tale da garantire all'interno almeno n°7 periodi di riferimento diurni interi e consecutivi. Nel corso della campagna di monitoraggio saranno rilevati i seguenti parametri meteorologici:

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

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

- velocità del vento > 5 m/sec;
- presenza di pioggia e di neve.

Per ogni transito veicolare sarà rilevata:

- la direzione di marcia;
- la velocità;
- la lunghezza.

I dati rilevati saranno aggregati su base oraria, giornaliera diurna, notturna (per le fasi AO e PO) e settimanale in modo da ottenere dei flussi veicolari direttamente associabili con le grandezze acustiche rilevate nell'indagine RUM-TR associata.

I flussi veicolari dovranno essere accompagnati dai corrispondenti dati relativi alle velocità medie di transito dei veicoli.

#### Indagini RUM-CF

Queste indagini consistono in misure fonometriche in ambiente esterno e interno in corrispondenza di un ricevitore esposto verso i cantieri e/o le lavorazioni necessari alla costruzione della nuova strada. L'indagine complessiva è svolta mediante due sottoindagini correlate tra loro. Una sottoindagine eseguita in ambiente esterno e una in ambiente interno.

#### Misura in ambiente esterno

Per quanto riguarda il rumore in ambiente esterno il microfono dovrà essere posizionato in corrispondenza della facciata esposta verso il cantiere e/o fronte avanzamento lavori. Il microfono dovrà essere posizionato all'altezza di 4 metri sul piano campagna e ad una distanza di 1 metro dalla facciata dell'edificio. Nel caso di edifici monopiano l'altezza del microfono dal piano campagna dovrà essere di 1,5 m.

L'indagine sarà eseguita in continuo e avrà una durata di 24 ore.

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

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

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

- velocità del vento > 5 m/sec;
- presenza di pioggia e di neve.

I parametri saranno rilevati con intervallo di campionamento orario.

## 11.7 Metodologia e strumentazione di rilevamento - Vibrazioni

### TIPOLOGIA DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio è finalizzato alla verifica dei livelli vibrazionali indotti dalle attività di cantiere rispetto al tema del disturbo, ovvero alla valutazione delle vibrazioni in termini di accelerazione e il confronto con i valori di riferimento indicati dalla UNI 9614. Ai fini della valutazione dell'opera sull'ambiente, e quindi del monitoraggio ambientale, tale scelta appare cautelativa in quanto la norma UNI 9614 individua dei valori di riferimento per il comfort delle persone, che se rispettati, implica una condizione di consistenza anche con quelli individuati dalla norma UNI 9916 per la valutazione del danno. Seppur la comparazione non sia direttamente valutabile in quanto le due norme definiscono differenti tipologie di valutazione e curve di ponderazione, dall'analisi lineare in frequenza si riscontra che i fenomeni che non comportano situazioni di non comfort secondo la UNI 9614, se analizzati secondo quanto richiesto dalla UNI 9916 i limiti sono ampiamente rispettati.

### PARAMETRI DA MONITORARE

I parametri da rilevare per ciascuna misura sono:

- Accelerazione complessiva ( $a_w$ ) in  $\text{mm/s}^2$  lungo i tre assi di propagazione (x,y e z);
- Livello di accelerazione complessiva ( $L_w$ ) in dB lungo i tre assi di propagazione (x,y e z);
- Velocità massima ( $V_{\text{max}}$ ) in mm/s lungo i tre assi di propagazione (x,y e z);
- Time history e spettri in 1/3 di ottava lungo i tre assi di propagazione.

### METODICHE DI MONITORAGGIO

La metodica di monitoraggio consta di un'unica attività di rilevamento nella fase AO e di rilievi a cadenza mensile in fase di cantiere. Stante le attività di cantiere, si prevedono misure di durata pari a 24 ore.

### Rilievo vibrazione in continuo

I rilievi dovranno essere effettuati con strumentazione rispondente alle Norme IEC 184, IEC 222 e IEC 225, così come indicato nella Norma UNI 9614, che è tipicamente costituita da accelerometri triassiali (ovvero monoassiali, nel numero di 3), analizzatori di spettro in tempo reale, cavi schermati per la trasmissione del segnale, oltre che dal software per l'acquisizione dei dati; nel dettaglio, gli accelerometri dovranno essere ottemperanti alla Norme ISO 2631/1 e 2, UNI 9614 ed UNI 9916.

La catena complessiva di misura dovrà essere corredata da Certificato di Taratura, non anteriore a 2 anni dalla misura, rilasciato da laboratorio qualificato, così come richiesto dalle Norme UNI ISO 5347; è inoltre ammessa la taratura indiretta della strumentazione, che consiste nel confronto tra le indicazioni del sensore da tarare/calibrare ed un sensore campione munito di certificato SIT.

All'inizio ed alla fine di ogni rilievo, dovrà essere eseguita la calibrazione della catena di misura, utilizzando a tale proposito degli appositi calibratori tarati.



Nel corso delle misurazioni dei livelli di vibrazione, è inoltre compresa la caratterizzazione della postazione di misura (coordinate geografiche, Comune, toponimo, indirizzo, tipologia e numero piani del ricettore, presenza di eventuali lesioni nell'edificio, documentazione fotografica) e del territorio circostante (destinazione d'uso e tipologia dell'edificato).

Nel corso della misura, in contemporanea lungo i 3 assi di propagazione x, y, z, dovranno essere rilevati l'accelerazione complessiva ( $a_w$ ) espressa in  $\text{mm/s}^2$ , il livello di accelerazione complessiva ( $L_w$ ) espresso in dB e la velocità massima ( $V_{\text{max}}$ ) espressa in  $\text{mm/s}$ ; inoltre, dovranno essere riportate la time-history del livello dell'accelerazione complessiva, i grafici e gli spettri ad 1/3 di ottava.

Le misure, che dovranno essere eseguite contestualmente al piano terra ed all'ultimo piano dell'edificio (nel caso di edifici particolarmente alti, è possibile prevedere anche una misura in corrispondenza di un piano intermedio), saranno svolte in corrispondenza della mezzeria del solaio della stanza individuata; per quanto riguarda le modalità di fissaggio dei trasduttori al solaio, dovranno essere rispettate le indicazioni riportate nella Norma UNI ISO 5348, caratteristiche dei terreni, sorgente di vibrazioni principale ed eventuale presenza di altre sorgenti inquinanti, stradali e/o ferroviarie e/o puntuali).

Per ogni ciclo di misura verrà predisposto un report contenente i dati di inquadramento territoriale che permettono l'esatta localizzazione sul territorio dei punti di misura, i parametri vibrazionali, meteo, i valori limite propri secondo il quadro normativo di riferimento e i certificati di taratura della strumentazione.

Nello specifico quindi ciascun report contiene:

- Coordinate geografiche;
- Stralcio planimetrico ed ortofoto con localizzazione del punto di misura rispetto l'asse stradale;
- Caratteristiche di posizionamento del microfono;
- Documentazione fotografica relativa al posizionamento della strumentazione;
- Caratteristiche della strumentazione fonometrica utilizzata
- Comune territorialmente competente;
- Valori limite dei livelli acustici secondo il quadro normativo;
- Data inizio e fine misura;
- Esito della calibrazione della strumentazione;
- Parametri acustici monitorati;
- Parametri meteo rilevati;
- Certificati di taratura della strumentazione.

## 11.8 Punti di monitoraggio

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, le relative coordinate X, Y, i recettori presso cui sono ubicati e l'obiettivo dell'attività di monitoraggio degli stessi.

Punto di monitoraggio				Coordinate gauss boaga	
Codice punto	Tipo ricettore	Codice ricettore da SIA	Obiettivo monitoraggio	X	Y
RUM_01	Fondo	CP1	Misure rumore di lungo termine fase di esercizio	1404330	4913390
RUM_02	Fondo	CP2	Misure rumore di lungo termine fase di esercizio	1406803	4914028
RUM_03	Civile	R17	Misure rumore di breve termine fase di esercizio	1404868	4913456
RUM_04	Civile	R21	Misure rumore di breve termine fase di esercizio Misure vibrazioni fase di cantiere	1405549	4913522
RUM_05	Civile	R23	Misure rumore di breve termine fase di esercizio Misure vibrazioni fase di cantiere	1406697	4913591
RUM_06	Civile	R26	Misure rumore di breve termine fase di esercizio Misure rumore fase di cantiere	1406821	4913692
RUM_07	Civile	R11	Misure rumore di breve termine fase di esercizio Misure rumore fase di cantiere	1405969	4914917
RUM_08	Civile	R16	Misure rumore fase di cantiere	1404374	4913075
RUM_09	Civile	R19	Misure rumore fase di cantiere	1405375	4913620

Per quanto riguarda le vibrazioni, sono state individuate allo scopo 5 posizioni di monitoraggio vibrazionale da effettuarsi in corso d'opera nel corso delle lavorazioni individuate come maggiormente impattanti.

I punti VIB\_04 e VIB\_05 coincidono con punti di monitoraggio del rumore individuati nel Piano di monitoraggio ambientale [11] mentre i punti VIB\_10-11-12 risultano di nuova individuazione.

La posizione dei punti di monitoraggio fa riferimento ai ricettori individuati e rappresentati nella valutazione di impatto Vibrazionale.

	<b>ID</b>	<b>Ricettori di riferimento</b>
<b>Asse principale</b>	VIB_04	R02-R020
	VIB_05	R023-R024
	VIB_10	V01-V09
<b>Asse secondario</b>	VIB_11	R005-R007
	VIB_12	R010

<b>Coordinate Gauss Boaga</b>		
<b>Codice punto</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
VIB_05	4983021.186	1637763.379
VIB_06	4913545.413	1405855.286
VIB_07	4913402.461	1406633.127
VIB_11	4914759.475	1405984.354
VIB_12	4914732.803	1406122.08

## 11.9 Documentazione di sintesi del monitoraggio

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, con la relativa articolazione temporale delle attività di monitoraggio e il numero minimo di campagne di misura da prevedere:

Fase	Durata fase	Frequenza	n. campagne	Tipo misura
AO	6 mesi	24 h ogni 6 mesi	1	tipo_VIB
	1 anno	7 gg ogni 3 mesi	4	tipo_RUM
	1 anno	24 h ogni 3 mesi	4	tipo_RUM
CO Asse principale	3,5 anni	24 h ogni 3 mesi	14	tipo_RUM
	3,5 anni	24 h ogni mese	42	tipo_VIB
CO Rione Borgato	1 anno	24 h ogni 3 mesi	4	tipo_RUM
PO	1 anno	7 gg ogni 3 mesi	4	tipo_RUM

Punto di misura	Campagne							
	AO			CO Asse principale		CO Rione Borgato	PO	TOTALE
	Vibrazioni	Rumore Lungo termine (7gg)	Rumore Breve termine (24h)	Vibrazioni	Rumore Breve termine (24h)	Rumore Breve termine (24h)	Rumore Lungo termine (7gg)	
RUM_01		4					4	8
RUM_02		4					4	8
RUM_03		4					4	8
RUM_04	1	4		42			4	51
RUM_05	1	4		42			4	51
RUM_06		4	4		14		4	26
RUM_07		4	4			4	4	16
RUM_08			4		14			18
RUM_09			4		14			18
VIB_10				42				
VIB_11				42				
VIB_12				42				

## 11.10 Gestione delle anomalie

In fase di esercizio, nel caso in cui si riscontrassero superamenti dei limiti della classificazione acustica comunale o dei limiti stabiliti dal D.P.R. 142/2004 (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) per i ricettori ricadenti nella fascia di pertinenza saranno previste barriere acustiche per limitare l'inquinamento sonoro ai limiti di cui alla vigente legislazione.

In fase di cantiere dovrà essere richiesta al Comune di Mondovì l'autorizzazione in deroga ai limiti di cui alla Legge Regionale n.52 del 25/10/2000 con le modalità previste dalla DGR 27/6/2012 n.24- 4049

## 12 MONITORAGGIO PAESAGGIO

### 12.1 Premessa

L'attività di monitoraggio di tale componente sarà integrata e strettamente correlata con le azioni ed i supporti documentali degli altri ambiti di studio, le specifiche indagini valutative mirano al riscontro degli effetti dell'Opera sul tipo e sull'intensità di utilizzo del paesaggio stesso, sulla sua articolazione e funzionalità ecologica, sugli aspetti fisionomici, storici, socio-culturali e strutturali.

Sarà posta attenzione verso la messa a punto di tutti gli strumenti idonei al contenimento del rischio di perdita d'identità paesaggistica, con tutte le comprensibili conseguenze in termini di futuro sviluppo e valorizzazione di un patrimonio irriproducibile.

La pratica metodologica di analisi visivo-sensoriali mirerà ad una "lettura oggettiva" del paesaggio per l'individuazione ed evidenziazione di:

- componenti emergenti e "qualificanti" le scene interessate dall'inserimento paesaggistico dell'Opera;
- elementi e/o configurazioni ambientali principali, qualificabili come "detrattori" di valore del paesaggio indagato;
- aree e/o porzioni di ambiti territoriali, a maggiore "vulnerabilità" d'impatto paesaggistico.

Conseguentemente le integrazioni documentali indispensabili alla costruzione di una quadro di conoscenze adeguato prevederanno:

- Caratteri e dati ecologico-ambientali e naturalistici
- Caratteri e dati visuali-percettivi e delle sensibilità paesaggistiche
- Caratteri e dati socio-culturali, storico-insediativi e architettonici

L'attuazione delle azioni di monitoraggio tiene conto degli effetti e dei rapporti tra Opera in realizzazione e paesaggio, focalizzando i momenti propizi per il raggiungimento degli obiettivi del PMA, nella frazione temporale in cui è possibile incidere per una correzione progettuale o esecutiva e salvaguardare così l'ambiente da un eventuale errore dagli effetti difficilmente reversibili.

### 12.2 Monitoraggio ante operam

La fase AO prevede 2 campagne di rilievo (rilievi fotografici con restituzione di schede descrittive) stagionali, una in autunno/inverno ed una in primavera/estate, da effettuare entro 6 mesi dall'inizio dei lavori.

### 12.3 Monitoraggio corso d'opera

La fase CO prevede 2 campagne di rilievo (rilievi fotografici con restituzione di schede descrittive) stagionali, una in autunno/inverno ed una in primavera/estate, da effettuare ogni 6 mesi dall'inizio dei lavori.

## 12.4 Monitoraggio post operam

La fase AO prevede 2 campagne di rilievo (rilievi fotografici con restituzione di schede descrittive) stagionali, una in inverno ed una in estate, da effettuare entro 6 mesi dal ripristino delle aree ed entrata in esercizio dell'opera.

Le frequenze stabilite per le fasi di AO, e PO del monitoraggio sono riportate nella tabella seguente:

Fase	Durata fase	Frequenza	n. campagne
AO	6 mesi	2 indagini (1 invernale ed una estiva)	2
CO	3,5 anni	2 indagini (1 invernale ed una estiva)	7
PO	6 mesi	2 indagini (1 invernale ed una estiva)	2

## 12.5 Riferimenti normativi e standard

Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)

## 12.6 Metodologia di rilevamento

Le indagini consisteranno nell'esecuzione di rilievi fotografici svolti seguendo determinate specifiche tecniche del monitoraggio di ante operam. La ripresa fotografica dovrà essere effettuata con degli obiettivi che riproducano più fedelmente possibile il campo di visione umana (50 mm o 35 mm), oppure al fine di rendere anche la spazialità della visuale optare per una ripresa statica grandangolare (24mm o 28mm). Per le riprese dai punti panoramici si effettueranno delle ripetizioni alle diverse angolazioni al fine di ricostruire poi una vista a 360° con un fotomosaico. Le riprese verranno effettuate da stativo preferenzialmente all'altezza di 1,70 m.

Tutti i parametri saranno fissati nel corso delle indagini ante operam in modo tale da garantire la riproducibilità delle medesime condizioni di scatto, e riprodotte nella fase di indagine successiva in modo da consentire il confronto della fase di AO con il PO. I rilievi dovrebbero essere eseguiti portando con sé dei rilevatori GPS, in modo da definire univocamente e nel modo più preciso possibile la posizione dell'osservatore.

Il rilievo fotografico in fase AO è finalizzato a documentare lo stato dell'area di indagine prima dell'inizio dei lavori e all'esecuzione dei fotoinserti secondo le indicazioni progettuali definite nel progetto.

In fase post operam verrà documentato il lavoro svolto e verrà verificata l'efficacia della metodologia operativa adottata mediante:

1. l'effettuazione di una ricognizione fotografica dell'area di intervento dal recettore, ossia dal punto panoramico individuato, con le stesse modalità indicate per le fasi precedenti, in modo che la documentazione sia confrontabile;
2. la redazione di una scheda di classificazione dell'indagine e di uno stralcio planimetrico in scala 1:5.000 con individuazione dei coni visuali e dei principali elementi del progetto presenti nel campo visivo (opere d'arte, rilevati, trincee, ecc);
3. la redazione di una relazione descrittiva che illustri, per ogni ambito di indagine, i risultati ottenuti in termini di mitigazione paesaggistica – ambientale dell'infrastruttura, illustrandone i punti di forza e di debolezza.

La fase post operam avrà inizio non prima del completo smantellamento dei cantieri e sarà effettuata dopo un tempo minimo ritenuto sufficiente per verificare l'effettiva efficacia e la buona riuscita degli interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale, ed in particolare delle opere a verde.

Il fine di questa indagine è quello di avere un riscontro confrontabile con quanto ipotizzato in fase di progettazione rappresentato dalle fotosimulazioni, per cui si procederà al raffronto fra queste e le foto delle indagini post operam per valutare l'effettiva efficacia di mitigazione e di inserimento nel contesto paesaggistico pregresso.

## 12.7 Punti di monitoraggio

I punti di presa sono quattro ed i coni visivi inquadrano le varie parti dell'opera nell'ambiente circostante, in particolare:

1. Rilevato stradale ad OVEST
2. Imbocco Galleria ad OVEDST
3. Imbocco Galleria e Rotonda ad EST
4. Opera Rione Borgato



Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura e le relative coordinate X, Y:

Punto di monitoraggio		Coordinate gauss boaga	
Codice punto	Posizione	X	Y
PAE_01	Punto di presa fotografica 1	N: 4913744 m	E: 1404413 m
PAE_02	Punto di presa fotografica 2	N: 4913550 m	E: 1405055 m
PAE_03	Punto di presa fotografica 3	N: 4913736 m	E: 1406951 m
PAE_04	Punto di presa fotografica 4	N: 4915093 m	E: 1406031 m

## 12.8 Documentazione di sintesi del monitoraggio

Nella tabella seguente è riportato il numero minimo di rilievi da prevedere in ciascuna fase:

Punto di misura	Campagne			
	AO	CO	PO	TOTALE
PAE_01	2	7	2	11
PAE_02	2	7	2	11
PAE_03	2	7	2	11
PAE_04	2	7	2	11

Si prevede la redazione di una scheda di classificazione dell'indagine e di uno stralcio planimetrico in scala con individuazione dei coni visuali e dei principali elementi del progetto presenti nel campo visivo. Inoltre è prevista la redazione di una relazione descrittiva che illustri i risultati ottenuti in termini di mitigazione paesaggistica – ambientale dell'infrastruttura, illustrandone i punti di forza e di debolezza.

Infine si riportano eventuali interventi necessari al miglioramento della situazione post operam, nel caso in cui gli interventi di mitigazione realizzati non abbiano portato alla situazione prevista.