

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



DIREZIONE TECNICA

U.O. ARCHITETTURA AMBIENTE E TERRITORIO

S.O. AMBIENTE

PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Progetto di Monitoraggio Ambientale

SCALA:

-

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

IF2O 00 E 22 RG AC0000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	 F. Caporaso E. Canale	Luglio 2022	 G. D'Amico F. Nigro	Luglio 2022	 M. Leogrande	Luglio 2022	 G. Esposito	Luglio 2022

ITALFERR S.p.A.  
Dott.ssa Carolina Erceg  
Ordine Agrotecnico Agronomo  
di Roma, Rieti e Viterbo  
n. 645

File: IF2O00E22RGAC000001A

n. Elab.:

## INDICE

1.	PREMESSA .....	6
1.1	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	8
1.2	DESCRIZIONE DELLA LINEA.....	9
1.3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	10
1.4	RISPONDENZA AL PROGETTO DEFINITIVO.....	11
2.	RICETTORI, PUNTI DI MISURA E TEMPI.....	22
2.1	I RICETTORI.....	22
2.2	PUNTI DI MISURA .....	26
2.3	TEMPI E FREQUENZE.....	26
3.	RELAZIONI SPECIFICHE DELLE SINGOLE COMPONENTI AMBIENTALI .....	27
3.1	ATMOSFERA.....	27
3.1.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	27
3.1.2	<i>Normativa di riferimento</i> .....	27
3.1.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i> .....	29
3.1.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i> .....	30
3.1.4.1	<i>Parametri convenzionali</i> .....	31
3.1.4.2	<i>Parametri non convenzionali</i> .....	31
3.1.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i> .....	32
3.1.5.1	<i>Metodologia di acquisizione parametri convenzionali</i> .....	32
3.1.5.2	<i>Metodologia di acquisizione parametri non convenzionali</i> .....	32
3.1.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i> .....	33
3.2	ACQUE SUPERFICIALI .....	37
3.2.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	37
3.2.2	<i>Normativa di riferimento</i> .....	37
3.2.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i> .....	40
3.2.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i> .....	44

**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**  
**Relazione Generale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF20	00 E 22	RG	AC0000 001	A	3 di 128

3.2.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i>	49
3.2.5.1	<i>Misure di Portata</i>	49
3.2.5.2	<i>Campionamento per Analisi di Laboratorio</i>	51
3.2.5.3	<i>Indice di Funzionalità fluviale</i>	52
3.2.5.4	<i>Indice STAR ICMI</i>	53
3.2.5.5	<i>Indice NISECI – Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche</i>	54
3.2.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	57
3.3	ACQUE SOTTERRANEE	59
3.3.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	59
3.3.2	<i>Normativa di riferimento</i>	59
3.3.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i>	59
3.3.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i>	62
3.3.5	<i>Specifiche e strumentazione di monitoraggio</i>	66
3.3.5.1	<i>Misure in situ</i>	66
3.3.5.2	<i>Prelievo campioni per analisi di laboratorio</i>	67
3.3.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	68
3.4	SUOLO E SOTTOSUOLO	71
3.4.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	71
3.4.2	<i>Normativa di riferimento</i>	71
3.4.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i>	72
3.4.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i>	73
3.4.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i>	75
3.4.5.1	<i>Generalità</i>	75
3.4.5.2	<i>Profilo del suolo</i>	76
3.4.5.3	<i>Descrizione del profilo</i>	78
3.4.5.4	<i>Parametri pedologici</i>	78
3.4.5.5	<i>Designazione orizzonti e parametri fisico-chimici</i>	80
3.4.5.6	<i>Parametri chimici</i>	82
3.4.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	83
3.5	VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI	85
3.5.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	85
3.5.1.1	<i>ZSC IT9110032 “Valle del Cervaro, Bosco dell’Incoronata”</i>	85
3.5.2	<i>Normativa di riferimento</i>	86

**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**  
**Relazione Generale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF20	00 E 22	RG	AC0000 001	A	4 di 128

3.5.2.1	Normativa comunitaria .....	86
3.5.2.2	Normativa Nazionale .....	86
3.5.3	Criteri di individuazione delle aree da monitorare .....	87
3.5.4	Parametri oggetto del monitoraggio .....	88
3.5.4.1	Comunità vegetali .....	88
3.5.4.2	Flora .....	88
3.5.4.3	Fauna .....	89
3.5.5	Metodiche e strumentazione di monitoraggio .....	92
3.5.5.1	Vegetazione e flora .....	92
3.5.5.1.1	Rilievo fitosociologico con metodo Braun-Blanquet che consente di registrare la presenza delle specie vegetali naturali ed alloctone invasive e di verificarne l'espansione e la contrazione nel corso del tempo ..	92
3.5.5.1.2	Rilievo della composizione floristica e della copertura percentuale delle singole specie .....	93
3.5.5.2	Fauna .....	94
3.5.5.2.1	Indagini sull'avifauna .....	96
3.5.5.2.2	Fauna mobile terrestre .....	96
3.5.5.2.3	Fauna mobile terrestre – Chiroterteri .....	97
3.5.6	Articolazione temporale delle attività di monitoraggio .....	98
3.5.6.1	Flora e vegetazione .....	98
3.5.6.2	ZSC IT9110032 “Valle del Cervaro, Bosco dell’Incoronata”_Flora e vegetazione .....	99
3.5.6.3	Fauna .....	100
3.5.6.4	ZSC IT9110032 “Valle del Cervaro, Bosco dell’Incoronata”_Fauna .....	101
3.6	RUMORE .....	102
3.6.1	Obiettivi del monitoraggio .....	102
3.6.2	Normativa di riferimento .....	102
3.6.3	Criteri di individuazione delle aree da monitorare .....	104
3.6.4	Metodiche e strumentazione di monitoraggio .....	105
3.6.5	Articolazione temporale delle attività di monitoraggio .....	106
3.7	VIBRAZIONI .....	108
3.7.1	Obiettivi del monitoraggio .....	108
3.7.2	Normativa di riferimento .....	108
3.7.3	Criteri di individuazione delle aree da monitorare .....	111
3.7.4	Modalità di monitoraggio e parametri .....	111
3.7.5	Elaborazioni delle misure .....	112
3.7.6	Articolazione temporale delle attività di monitoraggio .....	112

3.8	PAESAGGIO .....	115
3.8.1	<i>Obiettivi di monitoraggio</i> .....	115
3.8.2	<i>Il report sul paesaggio</i> .....	115
3.8.3	<i>Metodiche di monitoraggio</i> .....	116
3.8.4	<i>Criteri di scelta delle aree indagate</i> .....	117
3.8.5	<i>Elaborazione delle immagini e output</i> .....	118
3.8.6	<i>Articolazione temporale del monitoraggio</i> .....	119
3.9	AMBIENTE SOCIALE .....	120
3.9.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	120
3.9.2	<i>Aree oggetto di monitoraggio</i> .....	120
3.9.3	<i>Parametri oggetto di monitoraggio</i> .....	121
3.9.4	<i>Metodiche di monitoraggio</i> .....	121
3.9.5	<i>Articolazione temporale del monitoraggio</i> .....	127

## 1. **PREMESSA**

La presente relazione fa parte degli elaborati relativi al Progetto Esecutivo del Raddoppio Apice-Hirpinia-Orsara-Bovino relativamente alla tratta Orsara – Bovino. Il Progetto di Raddoppio si inserisce nel più ampio ambito di riqualificazione e potenziamento dell'itinerario ferroviario Roma – Napoli – Bari finalizzato a rispondere all'esigenza prioritaria di miglioramento delle connessioni interne del Mezzogiorno, con l'obiettivo di realizzare una rete di servizi al fine di ottimizzare lo scambio commerciale, culturale e turistico tra le varie città e relative aree.

Il tracciato di progetto si colloca quasi esclusivamente in Puglia nei comuni di Bovino e Orsara di Puglia, ad esclusione della bretella di connessione provvisoria di interconnessione con la linea L.S: che ricade in parte all'interno del comune di Montaguto. L'intervento ha un'estesa di c.ca 12 km in nuova sede, dei quali c.ca 10 km in galleria naturale.

Si evidenzia che il Progetto Definitivo a base gara è corredato di Studio di Impatto Ambientale, rielaborato a seguito degli approfondimenti progettuali richiesti nell'Ordinanza n. 27/2016, che hanno portato all'individuazione di un nuovo tracciato.

La presente relazione è stata redatta ai sensi della Normativa vigente in materia ambientale, e in conformità delle "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163" (norme tecniche di attuazione dell'allegato XXI) REV. 2 del 23 luglio 2007" predisposte dalla Commissione Speciale VIA, aggiornate nel 2014: "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 giugno 2014", "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 specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera REV. 1 del 16 giugno 2014", "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 specifici per componente fattore ambientale: Ambiente idrico REV.1 del 17/06/2015", "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 specifici per componente/fattore ambientale: Agenti fisici – Rumore REV. 1 del 30 dicembre 2014", "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 specifici per componente/fattore ambientale: Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) REV. 1 del 13 marzo 2015”.

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

Il presente PMA tiene conto anche dell’Ordinanza del Commissario n.48 del 29 Settembre 2020 per la realizzazione dell’Asse ferroviario Napoli – Bari che riporta le Prescrizioni espresse da parte delle Amministrazioni nei provvedimenti e negli atti depositati o acquisiti per il Progetto Definitivo del Raddoppio della tratta Orsara – Bovino.

In riscontro alle suddette prescrizioni si prevede in particolare che:

- *il presente PMA sarà trasmesso al MATTM prima dell’inizio dei lavori;*
- *nelle fasi ante operam, in itinere e post operam, saranno verificati i ricettori, le modalità di rilevamento e di restituzione dati, nonché la durata e la frequenza, in accordo e sotto la supervisione di ARPA Puglia;*
- *in relazione alla ZSC IT9110032 “Valle del Cervaro, Bosco dell’Incoronata”, è stato definito uno specifico monitoraggio e gestione, di durata quinquennale, dei neoecosistemi derivanti dagli interventi di rivegetazione;*
- *prima dell’avvio dei cantieri saranno effettuate apposite campagne di monitoraggio puntuale sui futuri siti di ubicazione dei cantieri, sullo stato attuale dell’atmosfera, da confrontarsi con quello conseguente alle attività propedeutiche all’installazione dei canteri stessi (piste etc.) già in fase ante operam, di durata pari o superiori a 30 giorni, in accordo con ARPA Puglia e Campania;*
- *lungo tutto il tracciato sono previsti 15 punti di monitoraggio delle acque superficiali e 12 punti per le acque sotterranee. I risultati verranno confrontati con i limiti previsti dal D.Lgs 152/06 (All.II Parte III; Tabella 3 All.V parte III; Tabella 2 All.V Parte IV) utilizzando i “Criteri per la classificazione dei corpi idrici a destinazione funzionale” (Allegato II Parte III del D. Lgs 152/06).*

## 1.1 Descrizione dell'Intervento

Per una migliore comprensione globale il progetto della tratta la linea Orsara-Bovino deve essere visto insieme al lotto successivo ovvero la Orsara-Hirpinia. In tale ambito il tracciato della Bovino – Orsara – Hirpinia è stato progressivato rispetto alla Linea Storica partendo da Bovino con la pk 29+050 (BP) fino ad Orsara con pk 40+889 (imbocco galleria Orsara), dove inizia la tratta Orsara – Hirpinia, che si estende fino a pk 68+953. I due interventi saranno eseguiti per fasi prevedendo, per motivazioni legate ai tempi di costruzione delle opere ed alla necessità di non interrompere l'esercizio sull'attuale linea, una prima fase funzionale con attivazione della Bovino-Orsara ed una bretella provvisoria di interconnessione con la LS nell'attuale fermata di Orsara, successivamente si potrà procedere all'attivazione della tratta Orsara - Hirpinia comprensiva della nuova Stazione di Orsara. In tale contesto l'attivazione della tratta Bovino-Orsara attraverso la fase funzionale rappresenta condizione necessaria per la successiva attivazione della tratta Orsara - Hirpinia.

La tratta Bovino-Orsara si sviluppa prevalentemente in galleria con una velocità compresa tra 200 e 250 Km/h ed ha una lunghezza complessiva  $L = 11,8$  km. Il collegamento provvisorio, a doppio binario, è progettato con una velocità di 90 Km/h ed ha una lunghezza complessiva  $L = 1,08$  km.

Ricade all'interno del progetto in oggetto la demolizione del corrispondente tratto di Linea Storica.





Figura 1-1. Corografia della linea. In blu la tratta in galleria, in arancio la tratta in rilevato ed in giallo le nuove viabilità.

## 1.2 Descrizione della linea

I primi 2 km di tracciato sono all'aperto prima in rilevato fino alla pk 30+950 poi in trincea fino all'imbocco della galleria. In questo ambito sono previsti prima la deviazione della SS90, per la quale si realizza un nuovo sottovia stradale che sotto-attraversa la ferrovia alla pk 30+639, successivamente il piazzale tecnologico e di sicurezza alla pk 30+872 ed infine i marciapiedi FFP di lunghezza L=410 m.

Nella prima parte del tracciato l'interasse dei binari è di 4m poi gli assi divergono fino all'imbocco della galleria Orsara lato Bari per la quale è previsto l'imbocco a canne separate (pk 31+044).

Nella galleria di Orsara, dopo l'imbocco, le canne separate continuano a divergere fino a raggiungere la distanza l=50 m (per esigenze geomorfologiche); dalla pk 36+600 circa si avvicinano e si portano alla distanza di 40 m, per l'intera galleria sono presenti by-pass trasversali a passo 500 m per l'esodo dei passeggeri.

La galleria sviluppa complessivamente 9871 m circa, nel tratto finale la doppia canna confluisce in un camerone di lunghezza L=320 m che consente ai binari di riavvicinarsi e di portarsi all'interasse di 4m.

L'imbocco della galleria lato Napoli è alla pk 40+915.41 e si presenta con una canna singola a doppio binario.

In prossimità di questa uscita è previsto il collegamento con la linea storica, infatti al km 40+913.63 (BD) ha inizio l'allaccio provvisorio di 1<sup>a</sup> fase.

### 1.3 Descrizione del progetto

Il nuovo tracciato ferroviario ha inizio alla pk 29+050.29 in corrispondenza della P.S.E. dell'attuale comunicazione P/D S60U/1200/0.040 in prossimità del termine della tratta Cervaro - Bovino recentemente attivata. Il tracciato quindi prosegue come prolungamento della nuova linea a doppio binario e dopo un breve tratto di affiancamento all'attuale ferrovia piega verso Nord per dirigersi verso la fermata attuale di Orsara (termine della tratta).

Nella prima parte del tracciato l'interasse dei binari è di 4m poi gli assi divergono fino all'imbocco della galleria Orsara lato Bari per la quale è previsto l'imbocco a canne separate (pk 31+036).

Per i primi 2 km quindi la ferrovia è allo scoperto prima in rilevato poi in trincea fino all'imbocco della galleria. In questo ambito sono previsti prima la deviazione della SS90, per la quale si realizza un nuovo sottovia stradale che sotto-attraversa la ferrovia alla pk 30+630, successivamente il piazzale tecnologico e di sicurezza RI11 alla pk 30+872 ed infine i marciapiedi FFP di L=410 m.

Importante in questo ambito è la riorganizzazione della sistemazione idraulica esistente, nel primissimo tratto il canale Cantalanotte viene deviato per consentire il sotto-attraversamento della nuova viabilità SS90. Si realizzano poi due canali di gronda a Nord e Sud della nuova infrastruttura ferroviaria e stradale.

Nella galleria di Orsara, dopo l'imbocco, le canne separate continuano a divergere fino a raggiungere la distanza di l=50 m (per esigenze geomorfologiche) dalla pk 36+600 circa si avvicinano e si portano alla distanza di 40 m, per l'intera galleria sono presenti by-pass trasversali a passo 500 m per l'esodo dei passeggeri. Lungo la linea sono presenti due ulteriori bypass per ospitare impianti tecnologici.

La galleria a doppia canna si sviluppa complessivamente per 9324 m circa, nel tratto finale la doppia canna confluisce in un camerone di che via via si rastrema e consente ai binari di riavvicinarsi e di portarsi all'interasse di 4m. La tratta a doppio binario si sviluppa per circa 553m. Questo porta la lunghezza complessiva della galleria Orsara ad un valore di 9877m.

L'imbocco della galleria lato Napoli è alla pk 40+920.

In prossimità di questa uscita è previsto il collegamento con la linea storica, infatti al km 40+895.62 (BD) è presente la P.S.E. per l'allaccio provvisorio di 1<sup>a</sup> fase.

La linea AV/AC è progettata nel tratto allo scoperto con una velocità di tracciato di 200 Km/h, con una velocità di 250 Km/h nella galleria "Orsara" e nella parte finale in corrispondenza del camerone di chiusura a V=200 Km/h.

Il collegamento provvisorio è progettato per una V=90 Km/h.

Dall'uscita della galleria Orsara si procede con la realizzazione:

- del rilevato ferroviario di approccio al "futuro" viadotto Cervaro fino alla pk 41+051
- dei piazzali tecnologici e di sicurezza a Nord (RI12) e per la ventilazione a Sud (RI13)
- della SSE Montaguto (RI14)
- del sottopasso stradale di accesso al piazzale della SSE pk 41+048
- della viabilità di collegamento con la SS90.

Queste opere sono tutte compatibili con il collegamento ferroviario provvisorio di 1<sup>a</sup> fase che prevede la chiusura della tratta Bovino – Orsara sulla linea esistente Foggia – Napoli in prossimità dell'attuale fermata di Orsara.

Lungo il collegamento provvisorio sono posizionati i marciapiedi FFP di L=405 m e un ponte ferroviario per il superamento del torrente Acquara alla pk 0+434.

#### **1.4 Rispondenza al Progetto Definitivo**

Il progetto esecutivo risponde al progetto definitivo ed alle prescrizioni ricevute in sede di approvazione dello stesso.

Il Progetto Esecutivo ricalca quasi integralmente il Progetto Definitivo: le variazioni sono essenzialmente dovute al recepimento delle prescrizioni di cui all' Ordinanza del Commissario n°48 del 29 Settembre 2020 e ad approfondimenti progettuali dovuti al maggior livello di dettaglio connessi al nuovo studio.

Le ottimizzazioni introdotte in sede di progetto esecutivo sono tali da risultare all'interno del corridoio urbanistico definito e approvato nel Progetto Definitivo.

Il dettaglio di tutte le osservazioni di cui all'Ordinanza n°48 del 29 Settembre 2020 e delle relative azioni di ottemperanza previste in progetto esecutivo è illustrato nell'elaborato di progetto IF2000EZZRGMD0000007 – "Relazione di attestazione della rispondenza del Progetto Esecutivo al Progetto Definitivo e alle prescrizioni contenute nell'Ordinanza n. 48."

Nel progetto esecutivo rispetto a quanto previsto nel progetto definitivo, le aree di cantiere sono state rimodulate/ottimizzate in modo da consentire la realizzazione dei lavori, tenendo conto di tutti i vincoli al contorno e della necessità di ridurre le superfici di cantiere, nonché gli impatti delle lavorazioni sul territorio. La redistribuzione è stata operata all'interno o in zone limitrofe alle aree già previste in PD, nel rispetto del regime dei vincoli e delle valutazioni di impatto ambientale, già effettuate in PD; conseguentemente alla rimodulazione / ottimizzazione delle aree di cantiere è stato necessario rivedere il PMA al fine di adeguarlo a tali ottimizzazioni, pertanto si riportano nel seguito una sintesi delle modifiche effettuate sulle aree di cantiere previste da PD.

La principale ottimizzazione al piano di cantierizzazione di PD dei cantieri lato Bari della Galleria Orsara ha riguardato la ricollocazione dell'impianto di prefabbricazione e stoccaggio conci nell'area destinata nel PD a Deposito intermedio terre DT.01 e Cantiere base CB.01.

Tale ottimizzazione è stata originata dalla constatazione che l'area C0.01 identificata in sede di PD per l'installazione dell'impianto di prefabbricazione è in parte non fruibile per la presenza del metanodotto in configurazione attuale e successivamente deviata per risolvere le interferenze con le opere in progetto.

Le immagini seguenti evidenziano l'interferenza con il metanodotto nell'area C.01; nella stessa immagine e in quella successiva è data anche evidenza della doppia interferenza del cantiere AS.02, non solo con l'area di rispetto della Masseria Cofollone, ma anche con le due linee di metanodotto esistenti.

Si riporta infine in Figura 1-3 e Figura 1-4 un dettaglio delle interferenze del metanodotto in configurazione attuale e modificata per la risoluzione delle interferenze con le opere in progetto.

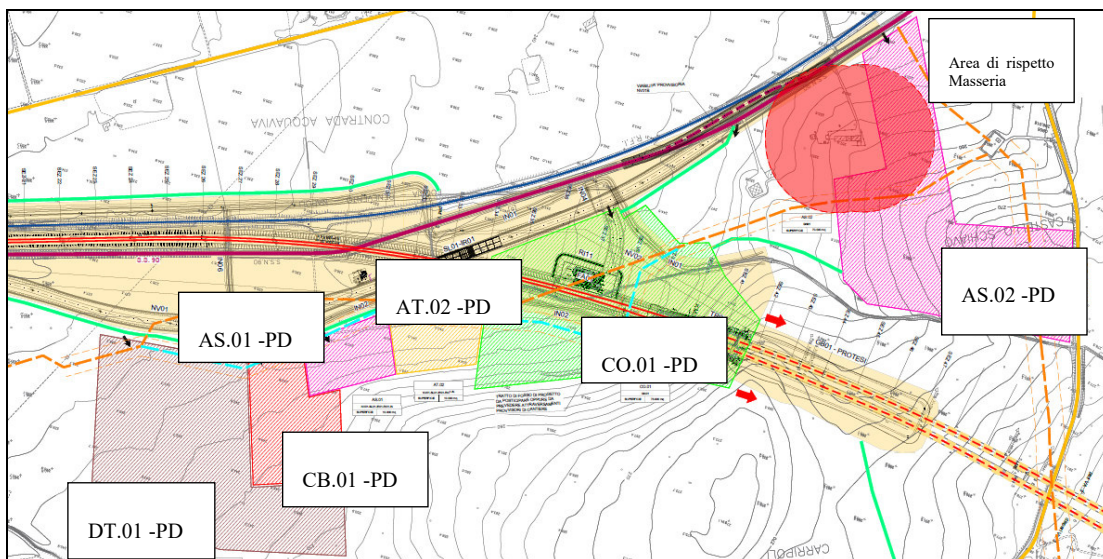


Figura 1-2. Cantieri PD con evidenziata l'interferenza Metanodotti SNAM (linee tratteggiate gialle) e area di rispetto Masseria Cofollone (area rossa)

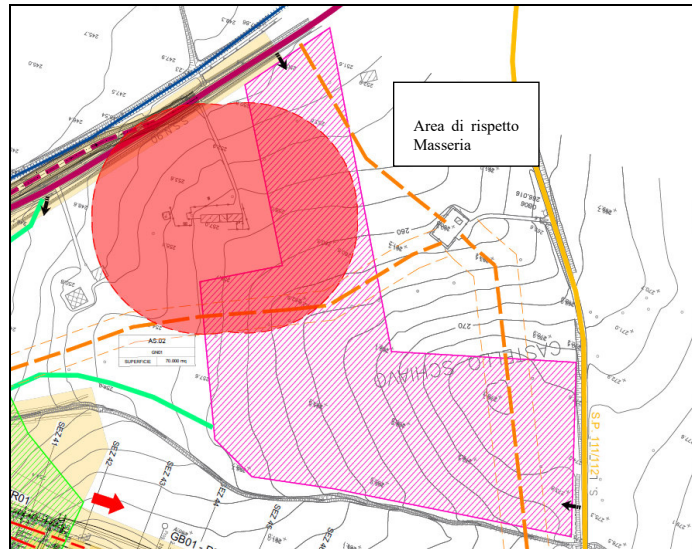


Figura 1-3 Cantiere PD AS.02 con interferenza Metanodotti SNAM e area di rispetto Masseria Cofollone di Sopra

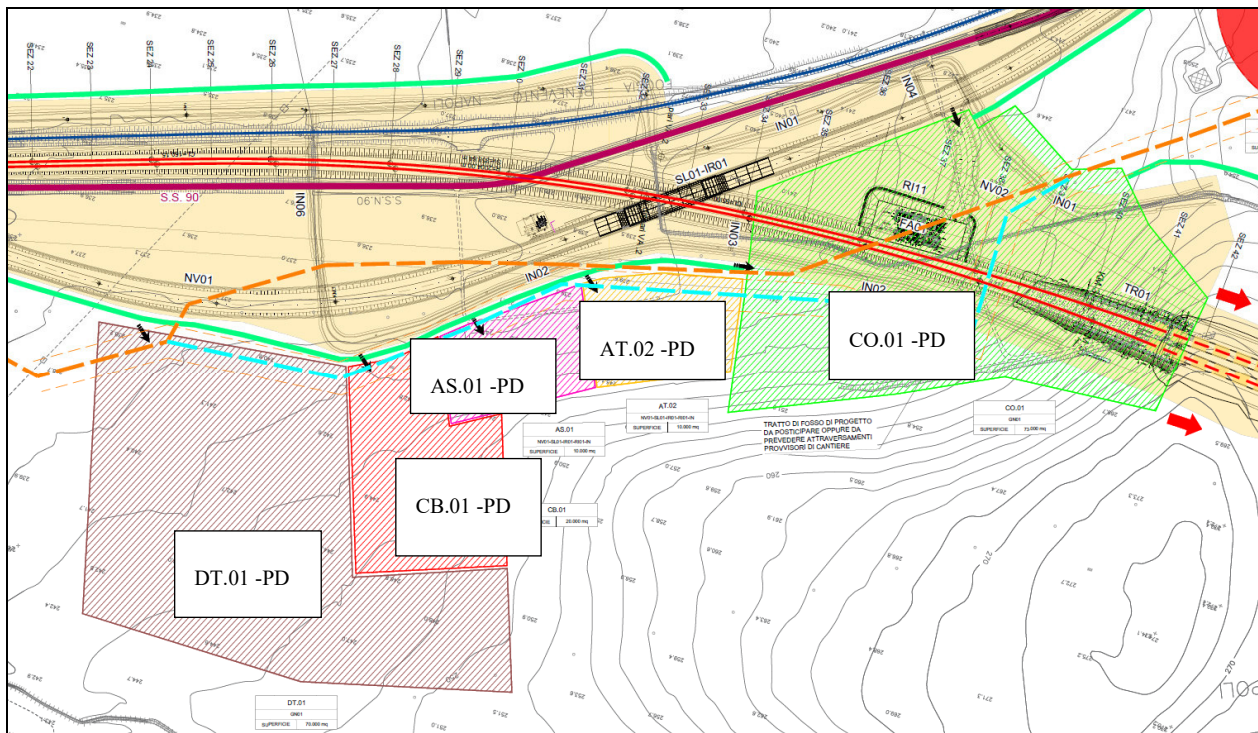


Figura 1-4 Cantieri PD con evidenziata l'interferenza Metanodotti SNAM

In conseguenza delle suddette interferenze, il Cantiere Base CB.01 è stato spostato nelle aree di cantiere precedentemente individuate come AS.01, AT.02 e parzialmente come CO.01.

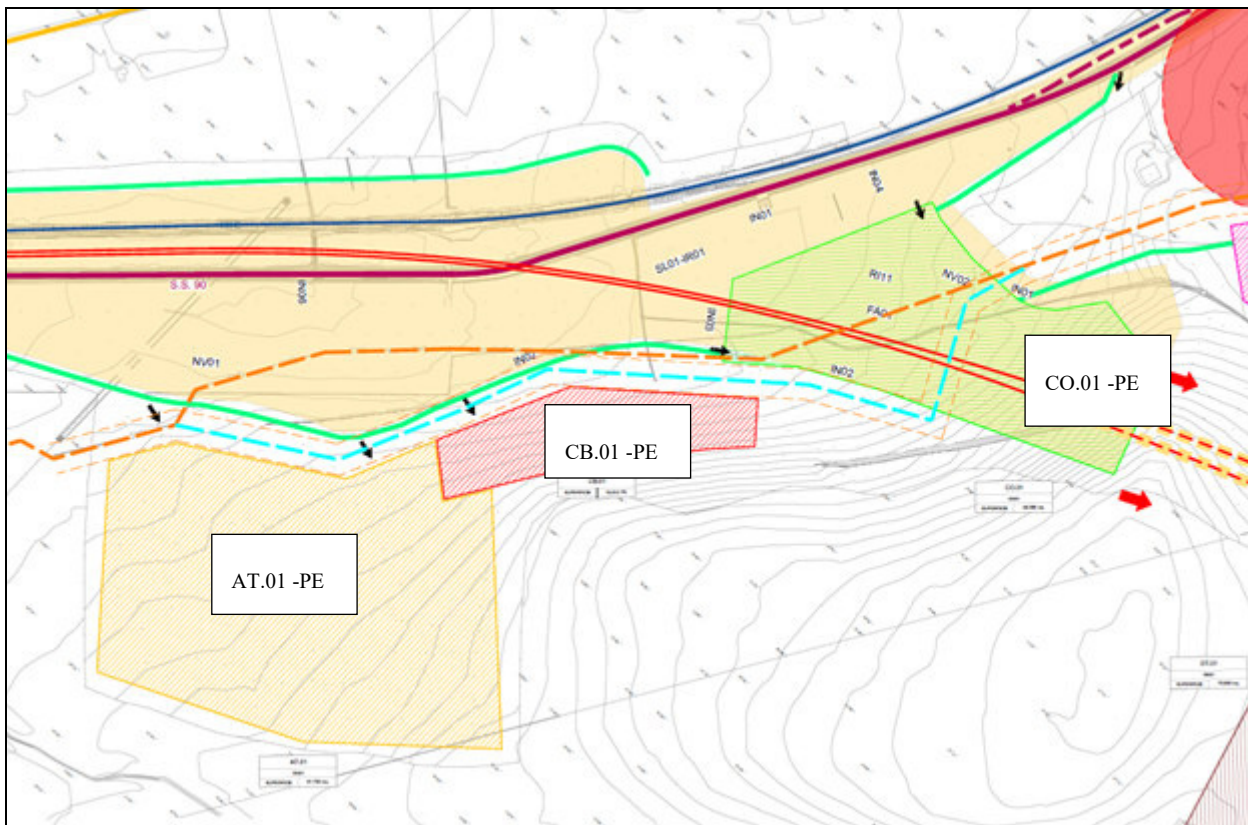


Figura 1-5. Cantieri PE AT.01, CB.01 e CO.01

Come area sostitutiva del DT.01 si è proposto di utilizzare il terreno agricolo contiguo al DT.02 per una superficie equivalente pari a 70.000 mq.

L'area di cantiere DT.02, di dimensione 53.000 m<sup>2</sup>, si presenta in una zona agricola in lieve pendenza. Il cantiere ricade nel comune di Savignano Irpino (AV) circa alla pk 31+350.

L'area è stata indicata per lo stoccaggio delle terre di scavo nel caso in cui, durante i lavori in appalto, i depositi per il conferimento finale si dovessero rendere indisponibili per un qualsiasi motivo.

All'interno dell'area non si prevede l'installazione di strutture o impianti, ma unicamente la realizzazione di aree per lo stoccaggio delle terre.

La figura successiva mostra un dettaglio della ricollocazione del deposito DT.01 a fianco del DT.02 mantenendo invariata la superficie disponibile pari a 70.000 m<sup>2</sup>.

L'area di stoccaggio AS.02 verrà modificata per tenere conto sia della fascia di rispetto della Masseria Cofollone di Sopra, secondo le richieste dell'Ordinanza 48 del 29 Settembre 2020, sia degli impatti generati dalla presenza del metanodotto Snam 48" Massafra-Biccari.

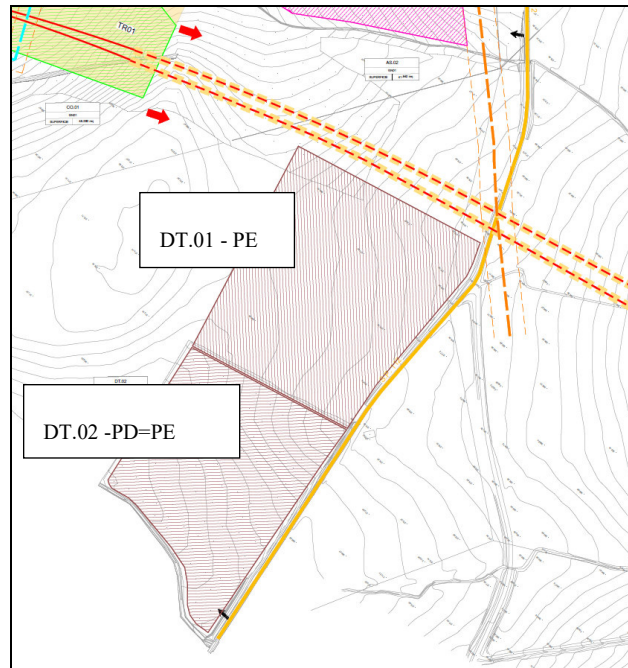


Figura 1-6. Ricollocazione area DT.01 in adiacenza a DT.02

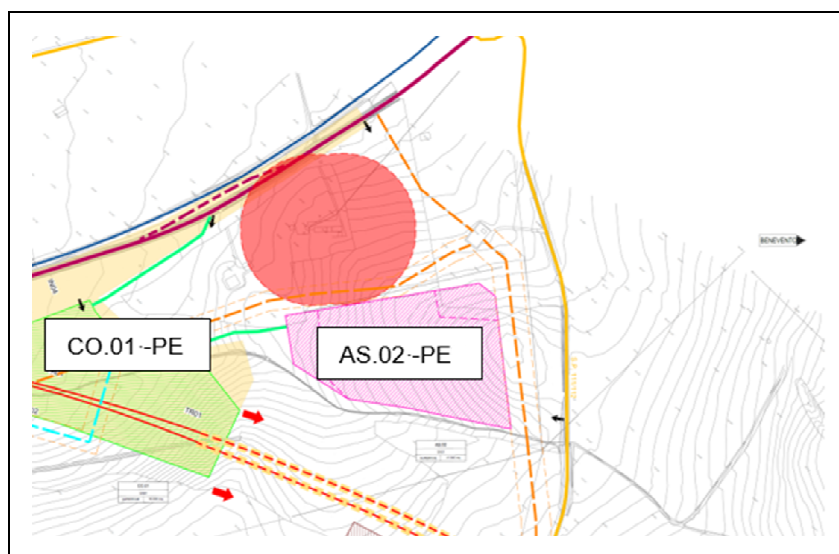


Figura 1-7 Area di stoccaggio AS.02 nel PE

L'area di stoccaggio è ubicata circa alla pk 31+200 nel comune di Bovino (FG) in un contesto pianeggiante a carattere prevalentemente agricolo. L'area è stata indicata per lo stoccaggio delle terre scavate per la biodegradazione e asciugatura dei materiali da scavo della galleria naturale GN01 Orsara, (imbocco lato Foggia in meccanizzato) e interessa una superficie di circa 41.840 m2.

L'area è stata rimodulata prevedendo una riduzione totale della superficie, ed una configurazione planimetrica differente per poter essere utilizzabile ai fini della logistica di cantiere.

La successiva figura mostra la configurazione finale complessiva dei cantieri lato Bari, interessati dalle modifiche descritte nei paragrafi precedenti e illustrati nelle varie immagini.

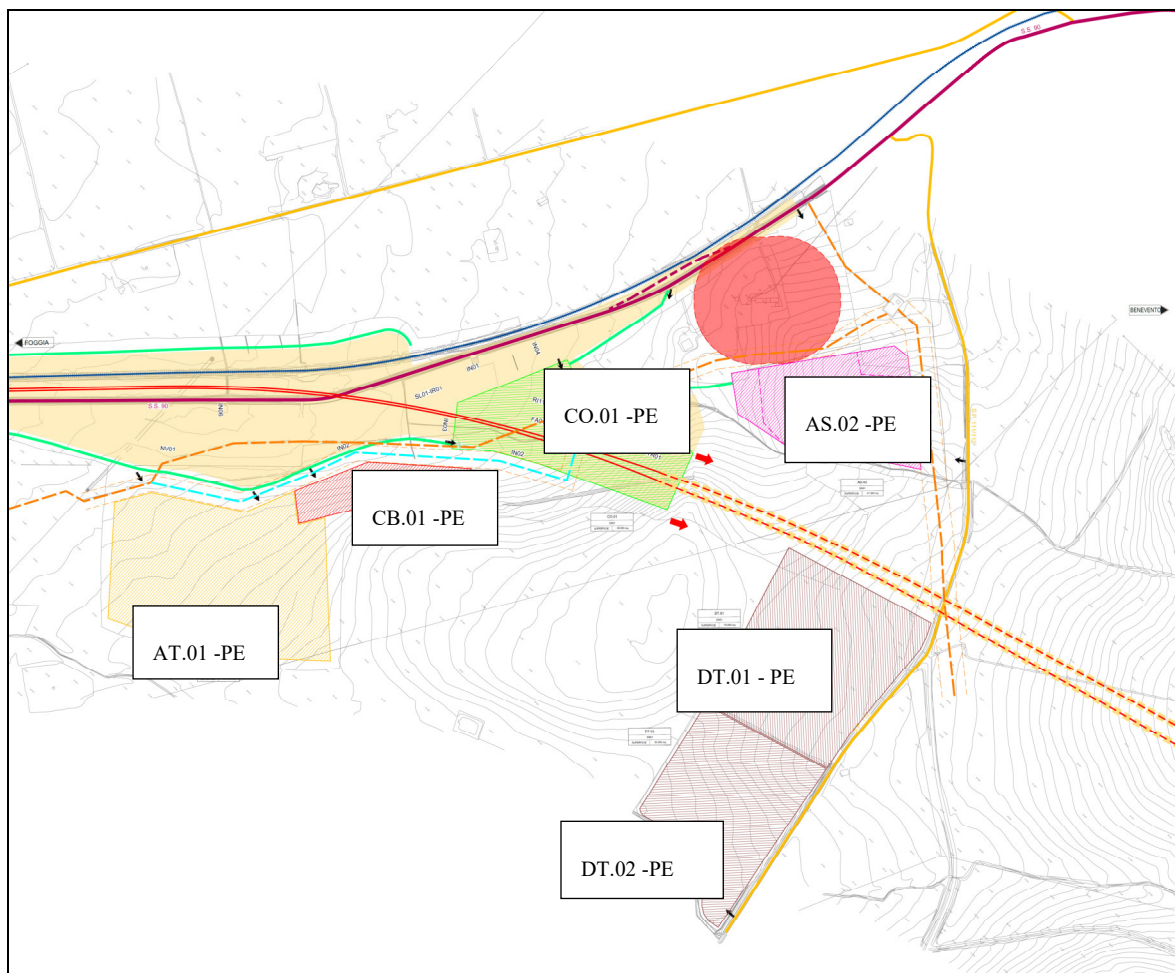


Figura 1-8. Lay-out complessivo cantieri lato Bari – Progetto esecutivo

Per quanto riguarda i cantieri ubicati nell'imbocco lato Napoli, si prevede la ricollocazione dell'area di stoccaggio AS.03, coerentemente con l'offerta tecnica di gara, in modo da ridurre gli impatti di



cantiere, tenuto conto del delicato contesto idrogeologico in cui l'area indicata in PD veniva a collocarsi.

Le terre di scavo verranno stoccate provvisoriamente in parte dell'area di cantiere C0.02 rimodulata in PE in accordo alle miglierie di offerta e nell'area AS.03.

L'area di cantiere AT.03 rimane invariata rispetto al PD mentre la superficie dell'area di cantiere AT.04 viene ridotta nel PE, per preservare un lembo forestale.

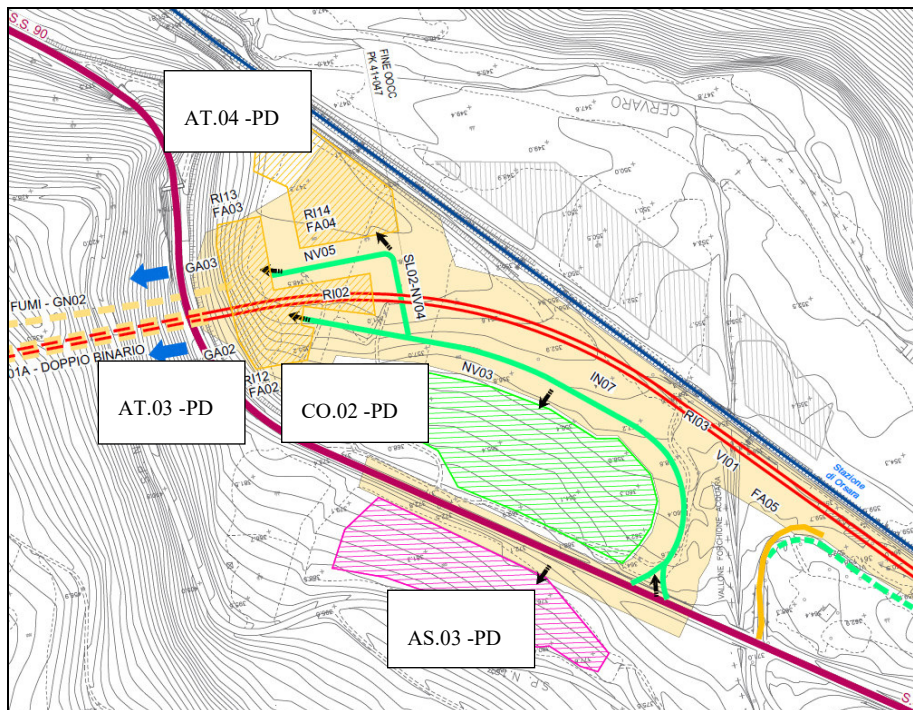


Figura 1-9. Cantieri lato Napoli – Configurazione PD

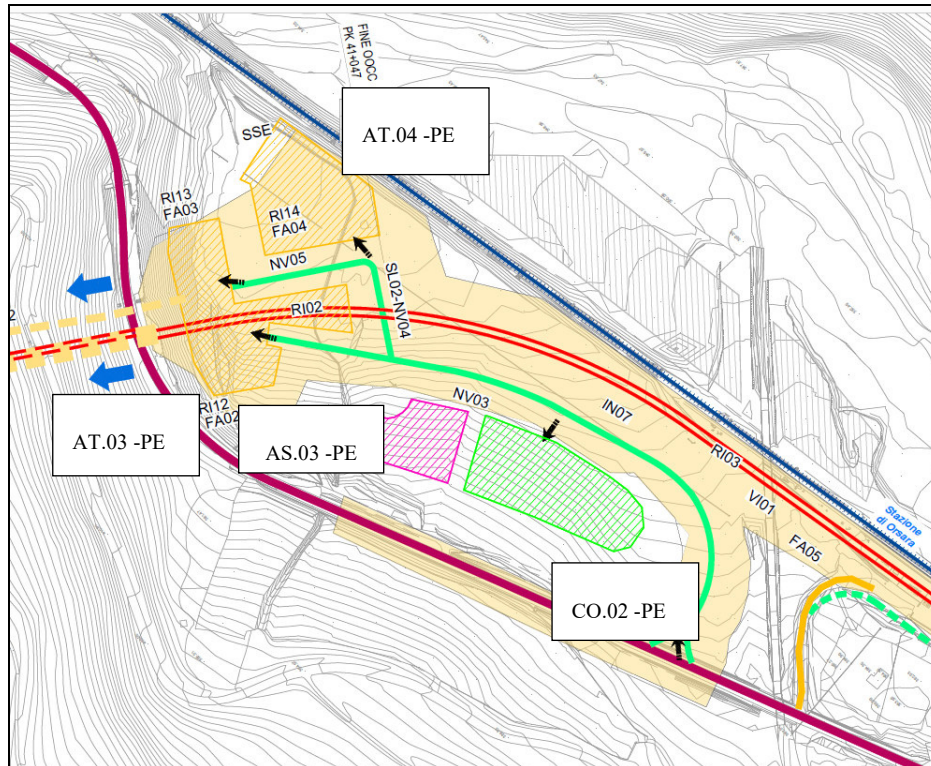


Figura 1-10. Cantieri lato Napoli – Configurazione PE

L'area di cantiere DT.03, invariata rispetto al PD, si presenta in un'area adibita ad uso agricolo, su una superficie di circa 24.000 m<sup>2</sup> e risulta ubicata nel Comune di Orsara di Puglia (FG) circa alla pk 37+200. L'area è indicata per lo stoccaggio delle terre di scavo nel caso in cui, durante i lavori in appalto, i depositi per il conferimento finale si dovessero rendere indisponibili per un qualsiasi motivo. All'interno dell'area non si prevede l'installazione di strutture o impianti, ma unicamente la realizzazione di aree per lo stoccaggio delle terre.



Figura 1-11. Ubicazione DT.03

L'area interessata dal deposito DT.04. anch'essa invariata rispetto al PD. si presenta su una superficie in pendenza e sopraelevata rispetto il piano stradale, adibita ad uso agricolo di circa 13.000 m<sup>2</sup>, la quale risulta ubicata all'interno del Comune di Orsara di Puglia (FG) circa alla pk 37+650. L'area è impiegata per lo stoccaggio delle terre di scavo nel caso in cui, durante i lavori in appalto, i depositi per il conferimento finale si dovessero rendere indisponibili per un qualsiasi motivo. All'interno dell'area non si prevede l'installazione di strutture o impianti, ma unicamente la realizzazione di aree per lo stoccaggio delle terre.



Figura 1-12 Ubicazione DT.04

L'area interessata dal deposito DT.05, invariata, si presenta in lieve pendenza in un'area adibita ad uso agricolo e presenta un'estensione pari a circa 18.000 m<sup>2</sup> e risulta ubicata all'interno del Comune di Orsara di Puglia (FG) circa alla pk 37+750. L'area è stata indicata idonea per lo stoccaggio delle terre di scavo nel caso in cui, durante i lavori in appalto, i depositi per il conferimento finale si dovessero rendere indisponibili per un qualsiasi motivo.

All'interno dell'area non si prevede l'installazione di strutture o impianti, ma unicamente la realizzazione di aree per lo stoccaggio delle terre.



Figura 1-13. Ubicazione DT.05

La seguente tabella riepiloga tutte le aree di cantiere relative al PE, nonché le superfici utili associate a ciascuna area.

ID	TIPO	AREA
AT.01	Area Tecnica	81,700
DT.01	Deposito Temporaneo	70,000
CB.01	Cantiere Base	16,510
CO.01	Cantiere Operativo	48,000
AS.02	Area Stoccaggio	41,840
DT.02	Deposito Temporaneo	53,000
AR.01	Cantiere Armamento	2,500
AR.02	Cantiere Armamento	6,000
DT.03	Deposito Temporaneo	24,000
DT.04	Deposito Temporaneo	13,000
DT.05	Deposito Temporaneo	18,000
AS.03	Area Stoccaggio	2,500
AT.03	Area Tecnica	6,000
AT.04	Area Tecnica	5,000
CO.02	Cantiere Operativo	5,500

Tabella 1-1 Riepilogo aree di cantiere PE

## 2. RICETTORI, PUNTI DI MISURA E TEMPI

### 2.1 I ricettori

I ricettori sono stati individuati sulla base di un'analisi del territorio e degli studi ambientali svolti per il progetto in esame.

Il territorio interessato dal progetto è caratterizzato prevalentemente da utilizzi tradizionali (prevalentemente aree ad uso agricolo a seminativi erbacei, seminativi arborati, frutteti, oliveti, incolti e filari arborati), in corrispondenza del comune di Orsara di Puglia si rilevano parti del territorio in cui tutt'oggi il territorio permane ancora naturale.

I ricettori presenti sul territorio attraversato dalle opere in progetto, nonché dal sistema di cantierizzazione, individuati all'interno di una fascia di 250 metri dall'asse del tracciato, sono costituiti principalmente da residenze sparse e annessi agricoli.

Dall'analisi del territorio in cui si andrà ad inserire l'opera, si evince come la maggior parte dei ricettori sia concentrata nella parte iniziale del tracciato, in quanto nella parte finale permangono le aree a maggiore naturalità.

Per quanto riguarda invece la presenza di ricettori ad elevata sensibilità, la ricerca è stata estesa ad una fascia di 500 metri dall'asse del tracciato, dando esito negativo.

Per l'ubicazione dei principali ricettori che potrebbero essere interessati dalle lavorazioni di cantiere si rimanda alla consultazione degli elaborati grafici IF1W00D69P5CA0000001-2 "Planimetrie localizzazione interventi di mitigazione".

Di seguito si riportano gli stralci di queste aree, con le caratteristiche e le tipologie dei ricettori afferenti alle stesse:

- **1° macroarea:** l'area, ubicata in prossimità del corso del torrente Cervaro, in località "Boscariello" è compresa tra le pk 29+050 e 30+000, nell'area ad uso essenzialmente agricolo seminativo, sono presenti dei poderi, alcuni edifici residenziali sparsi e depositi agricoli all'interno dell'area si individuano gli allacci della ferrovia e della variante stradale alla ferrovia esistente ed alla SS.90 esistente.



- **2° macroarea:** l'area, ubicata in corrispondenza dell'imbocco e dell'allacciamento con la Linea Storica, è compresa tra le pk 30+100 e 31+600, nell'area ad uso essenzialmente agricolo seminativo, è presenti alcuni edifici residenziali sparsi, alcuni poderi e dei ruderi, nell'area sono presenti alcune opere d'arte costituite dall'imbocco lato Bari della Galleria Bovino, da alcuni piazzali tecnologici e vede la presenza di una viabilità di ricucitura che scavalca il tracciato di progetto. all'interno dell'area si individuano, da Est verso Ovest AT.01 (81.700 mq), CB.01 (16.510 mq), CO.01 (48.000 mq), A2.02 (41.840 mq), DT.01 (70.000 mq), DT.02 (53.000 mq);

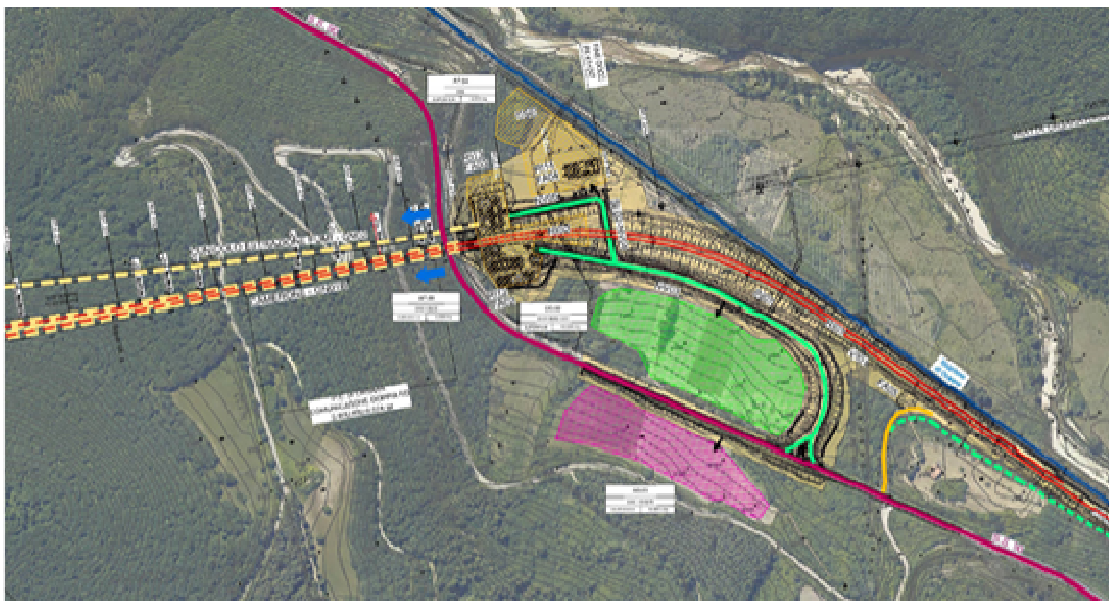




**3° macroarea:** l'area è ubicata in prossimità del torrente Cervaro, è compresa tra le pk 36+900 e la pk 37+900, i ricettori presenti sono costituiti da alcuni edifici rurali, con annessi agricoli, depositi, attrezzi e box e un'attività di rottamazione auto. Le aree di cantiere presenti sono costituite esclusivamente da aree di deposito temporaneo e sono le seguenti: DT.03, DT.04, DT.05



**4° macroarea:** l'area è compresa tra le pk 40+200 e la fine dell'intervento è ubicata in corrispondenza dell'area di imbocco della galleria "Bovino" e della futura stazione di Orsara, nell'area sono presenti alcuni ricettori residenziali ed annessi agricoli ed alcune pertinenze FS. Nell'area si individua il cantiere AT.03 (6.000 mq), AT.04 (6.500 mq), CO.02 (15.500 mq) e AS.03 (10.000 mq)



## 2.2 Punti di misura

Nel presente PMA per le aree di intervento e per ciascuna area di cantiere sono state individuate le componenti ambientali da monitorare, la tipologia di monitoraggio (orario, 24 h, settimanale, bisettimanale) e la frequenza delle campagne di misura nelle diverse fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam (una volta, mensile, trimestrale).

Per ognuna delle componenti ambientali selezionate sono stati definiti univocamente i siti nei quali predisporre le stazioni di monitoraggio per eseguire misure e prelievi, a seconda dei casi specifici.

Ciascun punto di monitoraggio è stato posizionato sulla base di analisi di dettaglio in campo, condotte in fase di progettazione definitiva, delle criticità e significatività specifica per singola componente ambientale messa in evidenza nel Piano Ambientale della Cantierizzazione (in seguito denominato PAC), sottoponendo il punto ad accertamento delle condizioni di accessibilità e mappandolo in carta. Per ognuno di tali punti si è previsto di individuarne la fase in cui esso verrà monitorato, le attività di monitoraggio che in esso avranno luogo e le relative frequenze e durate.

L'esatta localizzazione dei punti di monitoraggio è riportata nelle tavole IF1W00D22P5AC0000001-3A "Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio".

## 2.3 Tempi e frequenze

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

Per quanto riguarda la durata delle misure, essa è legata generalmente ad aspetti normativi o ad aspetti di significatività e rappresentatività dei dati. In particolare, per la fase corso d'opera le frequenze sono legate soprattutto ai tempi di realizzazione dell'opera o ai tempi di permanenza dei cantieri. La durata complessiva del monitoraggio in corso d'opera quindi dipenderà chiaramente dai tempi di realizzazione delle opere stesse ma soprattutto dalla durata delle lavorazioni più impattanti legate alle componenti da monitorare.

### 3. RELAZIONI SPECIFICHE DELLE SINGOLE COMPONENTI AMBIENTALI

#### 3.1 Atmosfera

##### 3.1.1 Obiettivi del monitoraggio

Le finalità del monitoraggio ambientale per la componente atmosfera sono:

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

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

##### 3.1.2 Normativa di riferimento

###### Normativa nazionale

I principali riferimenti sono rappresentati da:

- D.P.C.M. 28/3/1983 - Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno;
- D.P.R. 203/88 (relativamente agli impianti preesistenti) ed altri decreti attuativi - Attuazione Direttive n. 80/779, 82/884, 84/360, 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali ai sensi dell'art. 15 della Legge 16/4/87 n. 183;
- D.M. 15/4/1994 - Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli artt. 3 e 4 del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203 e dell'art. 9 del D.M. 20 maggio 1991;
- D.M. 25/11/1994 - Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di

livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994;

- D.Lgs. 4/8/99 n. 351 - Attuazione della direttiva 96/62 in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria;
- D.M. 1/10/2002 n.261 - Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione dei piani e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351;
- D. Lgs. 13/8/2010 n.155, Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- D. Lgs. 250/2012, Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio della componente atmosfera, descritto di seguito, è stato redatto in conformità 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.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera REV. 1 del 16 giugno 2014".

Inoltre il progetto di monitoraggio della componente atmosfera descritto in questo elaborato è stato definito sulla base del documento "Linee Guida per il monitoraggio dell'atmosfera nei cantieri di grandi opere" prodotto da Italferr a Giugno 2012.

## **Normativa Regionale**

- Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della qualità dell'aria (PRRM, 2005)
- Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della qualità dell'aria, approvato con emendamenti, dal Consiglio Regionale della Campania nella seduta del 27 giugno 2007. Obiettivo principale del PRRMQA è il conseguimento del rispetto dei limiti normativi per gli inquinanti;
- Legge Regionale n. 9/2010: Norme per la tutela della qualità dell'aria ambiente
- Delibera della Giunta Regionale n. 811 del 27/12/2012, che integra il Piano con delle misure aggiuntive volte al contenimento dell'inquinamento atmosferico;

- Delibera della Giunta Regionale n. 683 del 23/12/2014, che integra il Piano con la nuova zonizzazione regionale ed il nuovo progetto di rete.

### 3.1.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

La scelta della localizzazione delle aree di indagine e, nell'ambito di queste, dei punti (stazioni) di monitoraggio, è effettuata sulla base delle analisi e delle valutazioni degli impatti sulla qualità dell'aria contenute nel SIA e/o nel Piano Ambientale della Cantierizzazione.

Di seguito si elencano i principali criteri per la localizzazione dei punti di monitoraggio nelle diverse fasi (AO, CO, PO), così come riportati nelle Linee Guida ministeriali:

- presenza di ricettori sensibili in relazione alla protezione della salute, della vegetazione e degli ecosistemi, dei beni archeologici e monumentali e dei materiali;
- punti di massima rappresentatività territoriale delle aree potenzialmente interferite e/o dei punti di massima di ricaduta degli inquinanti (CO e PO) in base alle analisi e valutazioni condotte mediante modelli e stime nell'ambito dello SIA;
- caratteristiche microclimatiche dell'area di indagine (con particolare riferimento all'anemologia);
- presenza di altre stazioni di monitoraggio afferenti a reti di monitoraggio pubbliche/private che permettano un'efficace correlazione dei dati;
- morfologia dell'area di indagine;
- aspetti logistici e fattibilità a macroscala e microscala;
- tipologia di inquinanti e relative caratteristiche fisico-chimiche;
- possibilità di individuare e discriminare eventuali altre fonti emissive, non imputabili all'opera, che possano generare interferenze con il monitoraggio;
- caratteristiche geometriche (in base alla tipologia - puntuale, lineare, areale, volumetrica) ed emissive (profilo temporale) della/e sorgente/i (per il monitoraggio CO e PO).

Dall'analisi del territorio in cui si andrà ad inserire l'opera, si evince come la maggior parte dei ricettori sia concentrata nella parte iniziale del tracciato, in quanto nella parte finale permangono le aree a maggiore naturalità, pertanto l'ubicazione dei punti di monitoraggio è stata fatta valutando sia il posizionamento dei ricettori, sia la severità dei potenziali impatti (legata alla tipologia delle lavorazioni e alla sensibilità del territorio) e della durata delle attività connesse alla realizzazione dell'opera; sono state quindi individuate 4 macroaree di studio, come meglio descritte al precedente capitolo 2.1.

Il monitoraggio verrà effettuato in alcuni punti significativi denominati “stazioni di monitoraggio”.

Per “stazione” si intende una zona definita in cui si ritiene necessario prevedere la determinazione del potenziale contributo della cantierizzazione in termini di inquinanti atmosferici.

Per la sezione di monitoraggio, sempre secondo le finalità definite sopra, si prevede l’ubicazione di almeno due punti di monitoraggio, in particolare:

- un punto di monitoraggio in un’area interessata da emissioni atmosferiche prodotte dall’attività di cantiere (Influenzata);
- un secondo punto di monitoraggio in una postazione di misura assolutamente equivalente alla prima in termini di condizioni ambientali al contorno, ma non influenzato dal cantiere e, ovviamente, non influenzato da altri cantieri o punti di immissione singolare (Non Influenzata).

Nel caso in esame, in funzione dell’ampiezza delle aree interferite, del numero di ricettori presenti, della severità dei potenziali impatti e della durata delle attività connesse alla realizzazione dell’opera, la rete di monitoraggio sarà composta da 1 sezione di monitoraggio, costituita da 2 punti influenzati dalle attività di cantiere e 1 punto di monitoraggio non influenzato dalle attività di cantiere, per un totale di 3 punti di monitoraggio.

Tutti i punti saranno monitorati sia in fase di ante- operam che in corso d’opera. In virtù della natura dell’opera, non si presumono elementi di impatto per la componente atmosfera durante l’esercizio dell’opera, quindi non si prevede di eseguire monitoraggi in fase post-operam, per detta componente.

La localizzazione delle sezioni di monitoraggio con indicazione dei possibili punti di monitoraggio viene rappresentata negli elaborati grafici IF2O00EDEFINITI22P5AC0000001-3A “Planimetrie di localizzazione punti di monitoraggio”.

L’ubicazione dei punti di monitoraggio che costituiranno la sezione è determinata in riferimento ai risultati delle analisi ambientali di progetto e potrà essere modificata durante la fase di corso d’opera, sempre con la finalità di evidenziare nella sezione il contributo delle emissioni di cantiere.

### **3.1.4 Parametri oggetto del monitoraggio**

Sulla base del documento “Linee Guida per il monitoraggio dell’atmosfera nei cantieri di grandi opere” prodotto da Italferr a Giugno 2012, i parametri della qualità dell’aria di cui si prevede il monitoraggio sono di due tipi: il primo tipo si riferisce ad inquinanti convenzionali, ovvero quelli inclusi nella legislazione vigente per i quali sono stati stabiliti limiti normativi, mentre il secondo tipo riguarda una serie di parametri ed analisi non convenzionali che non sono previsti dalla vigente legislazione sulla

qualità dell'aria ma che sono necessari per definire il potenziale contributo di inquinanti verosimilmente prodotti durante le fasi di cantierizzazione dell'opera.

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

#### 3.1.4.1 Parametri convenzionali

- particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 10  $\mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>) e inferiore a 2.5  $\mu\text{m}$  (PM<sub>2.5</sub>) con metodo gravimetrico e con metodologia light scattering (contatore ottico dotato di certificato di equivalenza) con dettaglio orario dei dati acquisiti;

#### 3.1.4.2 Parametri non convenzionali

- misura ed interpretazione quali-quantitativa dei dati relativi al particolato sedimentabile (deposizioni) comprensiva dell'analisi della composizione chimica relativamente agli elementi terrigeni;

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

- velocità del vento;
- direzione del vento;
- umidità relativa;
- temperatura;
- precipitazioni atmosferiche;
- pressione barometrica;
- radiazione solare;

Il monitoraggio ambientale per la componente atmosfera prevede:

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

### 3.1.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

#### 3.1.5.1 Metodologia di acquisizione parametri convenzionali

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

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

In particolare per il campionamento e le analisi dei parametri sopra indicati verranno utilizzate strumentazione e metodiche previste dalla normativa vigente in materia (D. Lgs. 155/2010 e s.m.i.) e le principali norme tecniche (ad esempio per le polveri sottili la UNI EN 12341) così da ottenere dei dati validati e confrontabili con le centraline degli Enti territoriali competenti per la determinazione della qualità dell'aria ai sensi dell'art. 1 del D. Lgs. 155/10 e s.m.i. ed avere delle indicazioni sull'andamento della qualità dell'aria delle zone territoriali su cui insistono le aree di cantiere e l'eventuale contributo delle attività di realizzazione dell'opera ferroviaria.

#### 3.1.5.2 Metodologia di acquisizione parametri non convenzionali

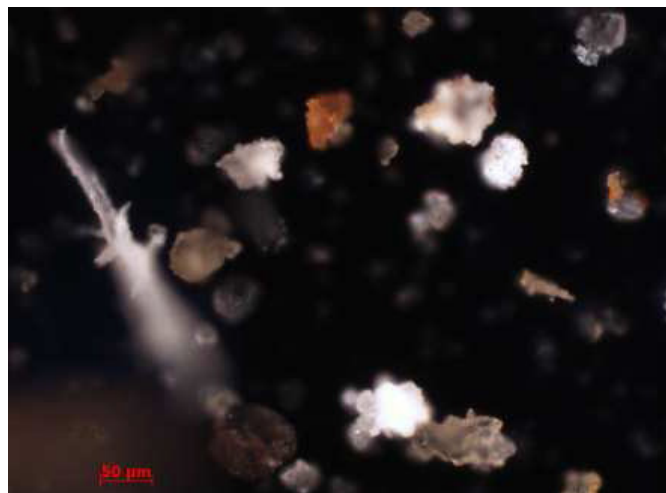
Deposizione e microscopia: questa tecnica consente l'acquisizione, sulla base di periodi più lunghi (7 gg) di campioni di materiale particolato depositato, ossia la frazione più pesante del particolato aerotrasportato. Utilizzando un campionatore che si attiva solo in assenza di precipitazione (Dry-Only),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

Al fine di chiarire meglio il senso delle osservazioni, nelle figure sono mostrate le apparecchiature per questo tipo di valutazione. Nella fase di campionamento viene impiegata un'apparecchiatura molto simile a quella presentata nella seguente fotografia.





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



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

### **3.1.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio**

Il monitoraggio della componente atmosfera viene svolto nelle fasi di:

- Ante-Operam: in assenza di attività di cantiere;

- Corso d'opera: durante la realizzazione delle attività di cantiere.

Di seguito si riporta il dettaglio delle attività di monitoraggio previste, delle misure e le relative frequenze riferite alle diverse metodiche di rilievo selezionate.

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

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

- analisi bibliografica e conoscitiva;
- sopralluogo ed identificazione dei punti di monitoraggio;
- espletamento di tutte le attività relative al reperimento in situ delle connessioni alle reti necessarie alla strumentazione e all'ottenimento dei permessi necessari;
- esecuzione delle campagne di rilievo;
- analisi ed elaborazione dei risultati;
- restituzione dei risultati secondo quanto indicato nelle schede di rilevamento;
- produzione del rapporto descrittivo e inserimento dei dati nel sistema informativo.

Si prevede di effettuare le misure della fase ante-operam entro la fase di prima cantierizzazione e comunque non oltre l'effettivo inizio delle lavorazioni nei cantieri.

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

Le attività di monitoraggio sono state precedute da un'analisi dell'effettiva cantierizzazione del progetto esecutivo.

Le attività previste per lo svolgimento del monitoraggio nella fase di CO sono da eseguirsi per ogni anno di durata dei lavori e sono così definite:

- verifica della tempistica di campionamento in funzione delle fasi di costruzione dell'opera e delle relative attività di lavorazione;
- sopralluogo e riconoscimento dei punti di monitoraggio;
- espletamento di tutte le attività relative al reperimento in situ delle connessioni alle reti necessarie alla strumentazione e all'ottenimento dei permessi necessari con particolare riferimento all'installazione delle centraline per il monitoraggio in continuo;
- esecuzione delle campagne di rilievo secondo quanto descritto nelle specifiche tecniche;
- restituzione dei risultati nelle schede di rilievo;
- valutazione dei risultati;
- inserimento dei dati nel Sistema Informativo.

Le misure saranno condotte in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole IF2000E22P5AC0000001-3A "Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio", con le metodiche di riferimento indicate al par. 4.1.5 con durata e frequenza come di seguito riportato:

#### **Fase ante operam (punti ATC)**

- durata: 6 mesi;
- frequenza: due volte, a distanza di almeno tre mesi tra le 2 misure, prima dell'inizio lavori per postazione.

Le campagne di misura in ciascun punto di monitoraggio avranno durata di 30 giorni come prescritto dalla Condizione ambientale n. 12 del Parere n. 3427 del 22 maggio 2020 della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA e VAS, che riporta:

*"Si prescrive di:*

*- procedere, prima dell'avvio dei cantieri, all'effettuazione di apposite campagne di monitoraggio puntuale sui futuri siti di ubicazione dei cantieri, sullo stato attuale dell'atmosfera, da confrontarsi con quello conseguente alle attività propedeutiche all'installazione dei canteri stessi (piste etc.) già in fase ante operam, di durata pari o superiori a 30 giorni, in accordo con ARPA Puglia e Campania."*

#### **Fase corso d'opera (Punti ATC)**

- durata: per tutta la durata dei lavori, circa 5 anni;
- frequenza: quattro volte l'anno per tutta la durata dei lavori.

Le campagne di misura in ciascun punto di monitoraggio avranno durata di 15 giorni; la tabella che segue riporta il numero di campagne di monitoraggio previste per ogni fase.

Codice punto	Opera/cantiere monitorato	Frequenza	N° campagne Ante Operam (6 mesi)	N° campagne Corso d'opera (~5 anni)	Localizzazione
ATC_01	RI01 NV01 IN05	trimestrale	2	21	Strada Statale 90, km 60, 71027 Orsara di Puglia FG
ATC_02	AS.02 CO.01	trimestrale	2	21	Strada Statale 90, km 54, 71027 Orsara di Puglia FG
ATNI.01		trimestrale	2	21	Contrada Spuntoni, 71027 Orsara di Puglia FG

Nello stralcio di seguito si riporta la posizione dei punti; i punti individuati potranno subire variazioni a seguito di accertamenti sul campo per la verifica della fattibilità logistica (allacci corrente, permessi in aree private, ecc.).



Figura 14 Posizionamento dei Punti di monitoraggio dell'atmosfera.

## 3.2 Acque superficiali

### 3.2.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio relativo alla componente “Ambiente idrico superficiale” è finalizzato a valutare, in relazione alla costruzione e all’esercizio dell’opera, le eventuali variazioni, rispetto alla situazione ante-operam, che intervengono sui corpi idrici superficiali interferiti dall’opera o prossimi ad essa, ed a risalire alle cause, così da ricercare gli eventuali correttivi per ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l’ambiente idrico pre-esistente.

### 3.2.2 Normativa di riferimento

Per quanto riguarda le norme a cui far riferimento per l’esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare e le grandezze da misurare, si citano i seguenti riferimenti:

#### Normativa Comunitaria

- Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 12 agosto 2013, n. 2013/39/UE - Direttiva che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque;
- Direttiva della Commissione delle Comunità europee 31 luglio 2009, n. 2009/90/Ce - Direttiva 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 del Parlamento europeo e del Consiglio 16 dicembre 2008, n. 2008/105/CE - Direttiva sugli standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque (modifica e abrogazione delle Dir. 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE e modifica della Dir. 2000/60/CE);
- Direttiva del Parlamento europeo, 15 febbraio 2006, n. 2006/11/CE - Direttiva 2006/11/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 15 febbraio 2006 concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità;
- Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque;
- Direttiva 1991/271/CE del 21 maggio 1991 concernente il trattamento delle acque reflue urbane, ovvero la tipologia di trattamento che devono subire le acque reflue che confluiscono in reti

fognarie prima dello scarico;

- Direttiva del Consiglio del 4 maggio 1976, n. 76/464/CEE - Direttiva concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità.

### Normativa Nazionale

- Legge 28 dicembre 2015, n. 221 - Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali;
- D.Lgs. 13 ottobre 2015, n. 172 - 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. Entrata in vigore del provvedimento: 11/11/2015;
- Legge 22 maggio 2015, n. 68 - Disposizioni in materia di delitti contro l'ambiente;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 27 novembre 2013, n. 156 - Regolamento recante i criteri tecnici per l'identificazione dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati per le acque fluviali e lacustri, per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
- 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;
- D.M. 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;
- Legge 25 febbraio 2010, n. 36 - Disciplina sanzionatoria dello scarico di acque reflue.
- D.M. 14 aprile 2009, n. 56 - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento 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 decreto legislativo medesimo";
- Legge 27 febbraio 2009, n. 13 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30

dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente;

- D.L. 30 dicembre 2008, n. 208 e s.m.i. - Misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente;
- D.M. 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. 16 gennaio 2008, n. 4 - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
- D.Lgs. 8 novembre 2006, n. 284 - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
- D.M. 2 maggio 2006 - Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue, ai sensi dell'articolo 99, comma 1, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152;
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. - Norme in materia Ambientale (TU ambientale). In particolare, la Parte Terza del suddetto decreto, concernente: "Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche" e successivi Decreti legislativi correttivi (D.Lgs. n. 284 del 8 novembre 2006, D.Lgs. n. 4 del 16 gennaio 2008);
- Direttiva del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare 27 maggio 2004 - Disposizioni interpretative delle norme relative agli standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose;
- D.M. 6 aprile 2004, n.174 - Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano;
- D.M. 12 giugno 2003, n. 185 – Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152;
- D. M. 18 settembre 2002 e s.m.i. - Modalità di informazione sullo stato di qualità delle acque, ai sensi dell'art. 3, comma 7, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 52;
- D.Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31 e s.m.i. - Attuazione della direttiva 98/83/Ce - Qualità delle acque destinate al consumo umano.

### 3.2.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio per la componente in esame è stato redatto in conformità agli "Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Ambiente idrico REV. 1 del 17 giugno 2015".

In base ai dettami del documento, le aree oggetto di monitoraggio dovranno essere individuate in base alla tipologia di opera e in relazione alla sensibilità e/o vulnerabilità dell'area potenzialmente interferita, pertanto l'individuazione dei punti dovrà essere strettamente connessa a:

- interferenze opera – ambiente idrico e alla valutazione dei relativi impatti;
- punti di monitoraggio considerati in fase di caratterizzazione ante-operam;
- reti di monitoraggio (nazionale, regionale e locale) meteo idro–pluviometriche e quali – quantitative esistenti, in base alla normativa di settore.

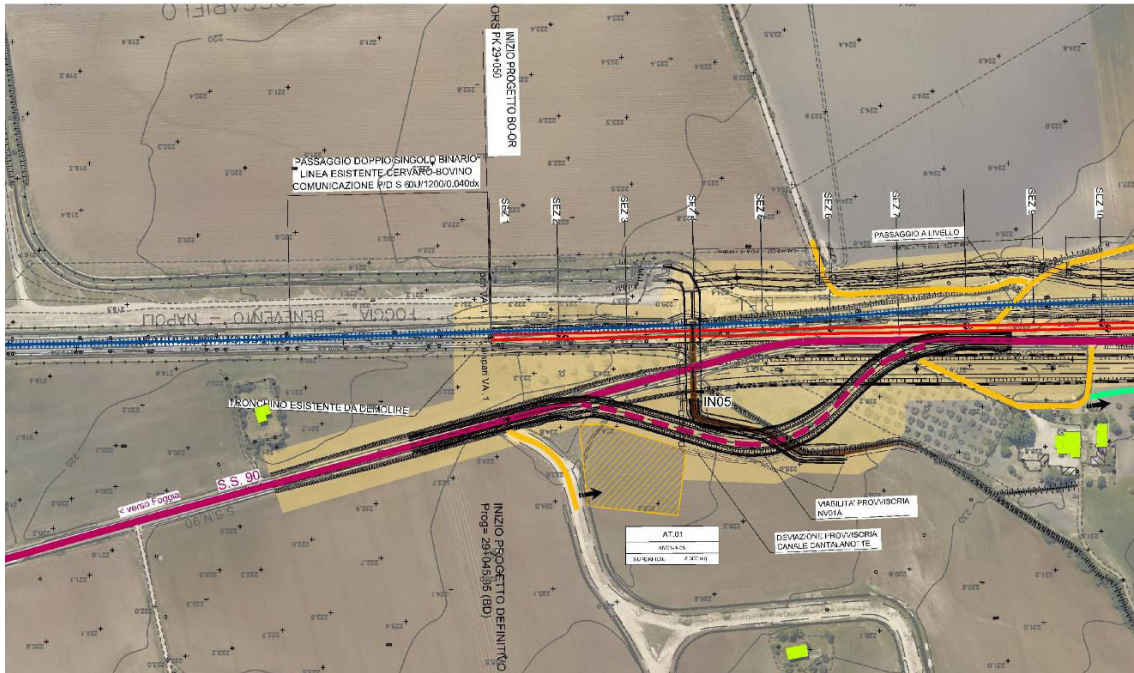
Nel presente PMA sono indicati i siti di monitoraggio puntuali atti ad eseguire un'analisi a scala di sito, e quindi strettamente calati sulle emergenze idriche da monitorare, pertanto in corrispondenza dei più significativi corpi idrici potenzialmente interferiti dovranno essere posizionati due punti di monitoraggio secondo il criterio idrogeologico "M-V", così da poter valutare in tutte le fasi del monitoraggio la variazione degli specifici parametri/indicatori tra i due punti "M-V" ed eventualmente individuare gli impatti derivanti dalle attività connesse al progetto.

Dall'analisi dell'assetto idrografico della zona in esame e delle tipologie di opere che saranno realizzate nell'ambito del progetto si ritiene di eseguire il monitoraggio delle acque sui corpi idrici superficiali significativi interferiti dal tracciato in progetto, e per tale motivo potenzialmente esposti ad eventuale contaminazione connessa alle attività di cantiere (a seguito ad esempio di sversamenti accidentali di sostanze inquinanti).

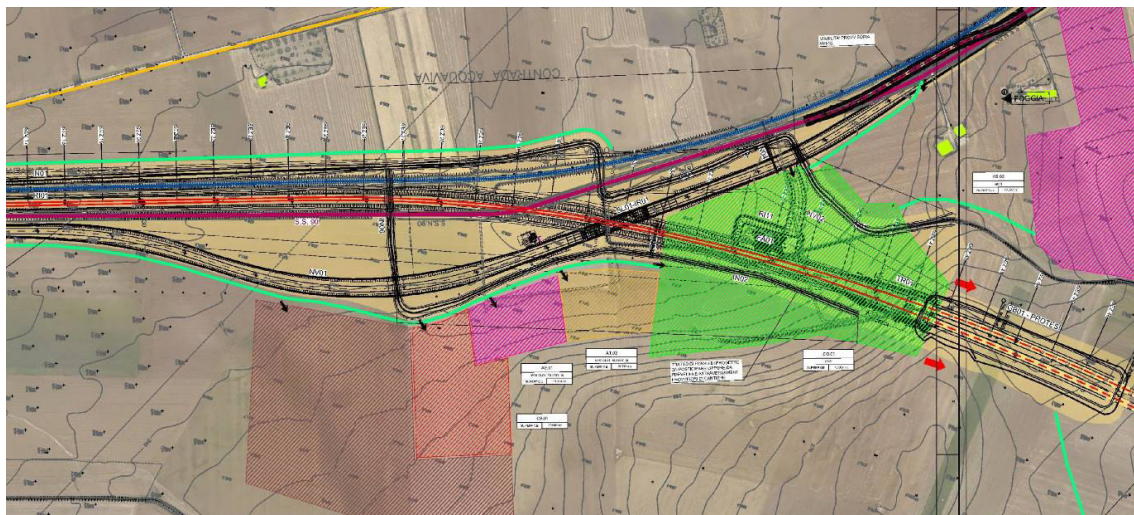
La realizzazione del tracciato, e il sistema delle aree di cantiere comporta una serie di interferenze, sia dirette che indirette, con il reticolo idrografico dell'area di studio, si riportano di seguito le principali interferenze individuate che saranno oggetto di monitoraggio.



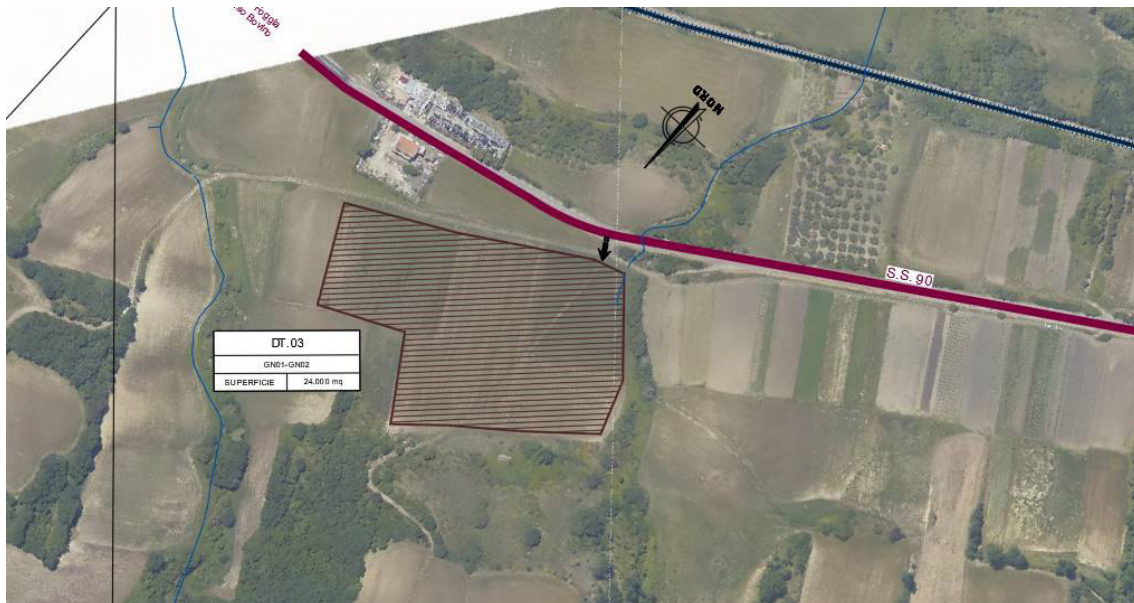
- Prog 29+050 opera idrauliche IN05



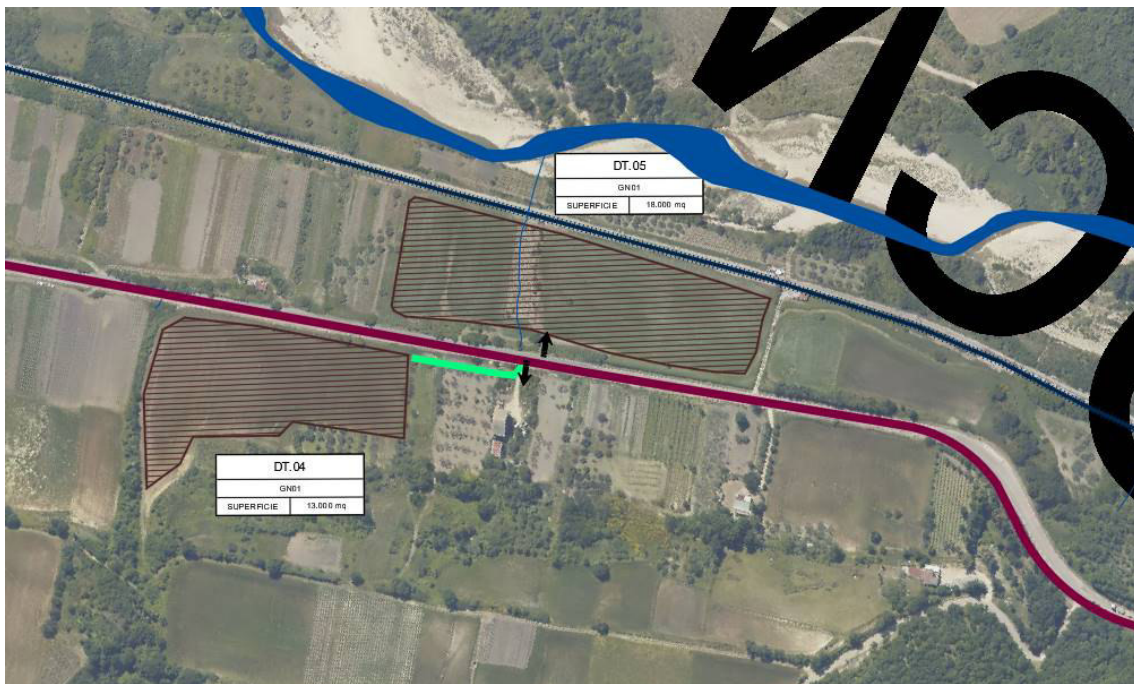
- Prog 31+600 opere idrauliche IN01 e IN04



- Prog 37+100 canale immissario del Cervaro in prossimità del DT.03



- Prog 37+800 le due aree di cantiere sono prossime all'alveo del Cervaro, alcuni canali immissari del Cervaro hanno interferenza dirette o indirette con i cantieri DT.04, DT.05.



- Prog 41+000 il complesso delle aree protette AS.03, CO.02, AT.03 e AT.04 si trova in area protetta e nelle vicinanze dell'alveo del Cervaro e di un suo affluente il torrente Acquara.



### 3.2.4 Parametri oggetto del monitoraggio

Secondo quanto indicato nelle citate linee guida ministeriali, la scelta degli indicatori deve essere fatta in funzione della tipologia del corpo idrico potenzialmente interferito, ponendo particolare attenzione alla valutazione dell'obiettivo di "non deterioramento" delle componenti ecosistemiche del corpo idrico, introdotto dalla Direttiva Quadro sulle Acque.

Dal momento che non si può escludere a priori che la realizzazione delle opere in progetto non comprometta il raggiungimento degli "obiettivi di qualità" e/o variazioni di "stato/classe di qualità" del corpo idrico, così come definiti dalla normativa di settore e contenuti negli strumenti settoriali di pianificazione/programmazione, verranno utilizzati gli indicatori/indici (con le relative metriche di valutazione) indicati dal D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

I risultati del monitoraggio vengono confrontati con i limiti della "Tabella 3 - Limiti di emissione degli scarichi idrici" Allegato V parte III del D. Lgs 152/06 e utilizzando i "Criteri per la classificazione dei corpi idrici a destinazione funzionale" Allegato II Parte III del D. Lgs 152/06 (come da prescrizione n°17 dell'Ordinanza del Commissario n.48 del 29 Settembre 2020)

Le attività di monitoraggio prevedono controlli mirati all'accertamento dello stato quali-quantitativo delle risorse idriche superficiali. Tali controlli consistono in indagini del seguente tipo:

- Indagini quantitative: misure di portata;
- Indagini qualitative: specifici parametri chimico-fisici, chimici e batteriologici.

#### Indagini quantitative

Il monitoraggio quantitativo è mirato alla contestualizzazione dei valori provenienti dalle analisi qualitative chimiche, fisiche e batteriologiche, pertanto verrà rilevato il seguente parametro:

- **Portata (in situ)**

È il parametro che quantifica l'entità dei deflussi, fornendo un dato che può essere messo in correlazione sia al quadro di riferimento idrologico del corso d'acqua, per identificare eventuali impatti dovuti alle lavorazioni limitrofe impattanti il regime idrologico, sia ai parametri chimico-fisici di qualità dell'acqua per valutare l'entità dei carichi di inquinanti che defluiscono nella sezione di controllo (dato essenziale per la stima di bilanci di inquinanti nella rete idrografica).

Nelle campagne di misura la rilevazione della portata verrà eseguita effettuando misure correntometriche. Tali misure saranno eseguite utilizzando mulinelli, provvisti di un set di eliche,

idonee per misure in qualsiasi condizione di velocità. Quando necessario le sezioni di misura verranno predisposte al rilievo eseguendo la pulizia del fondo e delle sponde o i manufatti esistenti per applicare i dispositivi di supporto e di calata. Sulla stessa sezione fluviale, nel caso di misure ripetute in periodi diversi, verranno, per quanto possibile, mantenute metodiche e condizioni di misura analoghe, per favorire la confrontabilità dei dati.

### Indagini qualitative

- **Parametri chimico-fisici**

I parametri chimico-fisici potranno fornire un'indicazione generale sullo stato di qualità delle acque dei corsi d'acqua preliminare all'inizio dei lavori, ed in relazione alle problematiche di interferenza con le opere in costruzione. Verranno rilevati i seguenti parametri:

- *Temperatura acqua*
- *Temperatura aria*
- *pH*
- *Conducibilità elettrica*
- *Ossigeno disciolto*
- *Solidi disciolti totali (TDS)*
- *Solidi sospesi totali (TSS)*

Nelle acque superficiali il pH è caratterizzato da variazioni giornaliere e stagionali, ma anche dal rilascio di scarichi di sostanze acide e/o basiche; la conducibilità elettrica specifica esprime il contenuto di sali disciolti ed è strettamente correlata al grado di mineralizzazione e quindi della solubilità delle rocce a contatto con le acque; brusche variazioni di conducibilità possono evidenziare la presenza d'inquinanti. La concentrazione dell'ossigeno disciolto dipende da diversi fattori naturali, tra i quali la pressione parziale in atmosfera, la temperatura, la salinità, l'azione fotosintetica, le condizioni cinetiche di deflusso. Brusche variazioni di ossigeno disciolto possono essere correlate a scarichi civili, industriali e agricoli. Una carenza di ossigeno indica la presenza di quantità di sostanza organica o di sostanze inorganiche riducenti. La solubilità dell'ossigeno è in funzione della temperatura e della pressione barometrica pertanto, i risultati analitici devono essere riferiti al valore di saturazione caratteristico delle condizioni effettive registrate al momento del prelievo. La presenza di organismi fotosintetici (alghe, periphyton e macrofite acquatiche)

influenza il valore di saturazione di ossigeno, comportando potenziali condizioni di ipersaturazione nelle ore diurne e di debito di ossigeno in quelle notturne. I solidi in sospensione totali sono indicativi, eventualmente in associazione con la torbidità rilevata strumentalmente e con la misura del trasporto solido in sospensione, di potenziali alterazioni riconducibili ad attività dirette di cantiere o ad interventi in grado di alterare il regime delle velocità di flusso in alveo o l'erosibilità del suolo (sistemazioni idrauliche, aree di cantiere, di cava o discarica; sistemazioni idrogeologiche, dissesti, ecc.). L'entità e la durata di concentrazioni acute di solidi in sospensione ha ripercussioni sulla quantità degli habitat per macroinvertebrati e fauna ittica.

- **Parametri chimici e microbiologici acqua**

Le analisi chimiche e microbiologiche daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di "bianco" dei corsi d'acqua. Verranno analizzati parametri tipicamente legati alle attività di lavorazione e secondariamente all'esercizio dell'infrastruttura ferroviaria. Verranno rilevati i seguenti parametri:

- *Calcio*
- *Sodio*
- *Potassio*
- *Magnesio*
- *Cloruri*
- *Cloro attivo*
- *Fluoruri*
- *Solfati*
- *Bicarbonati*
- *Nitrati*
- *Nitriti*
- *Ammonio*
- *Ferro*
- *Cromo VI*

- *Cromo totale*
- *Idrocarburi Btex*
- *Idrocarburi Totali*
- *Piombo*
- *Zinco*
- *Rame*
- *Nichel*
- *Cadmio*

I cloruri sono sempre presenti nell'acqua in quanto possono avere origine minerale. Valori elevati possono essere collegati a scarichi civili, industriali e allo spandimento di fertilizzanti clorurati e all'impiego di sali antigelo sulle piattaforme stradali. Possono inoltre derivare da processi di depurazione dovuti ad attività di cantiere, dove viene utilizzato l'acido cloridrico (HCL) come correttore di pH, oppure derivano dal processo di potabilizzazione per aggiunta di ipoclorito di sodio NaClO, utilizzato per ossidare le sostanze presenti nell'acqua, liberando ossigeno. Cromo, Nichel, Zinco sono metalli potenzialmente riferibili al traffico veicolare. Il Cadmio è indicativo della classe di qualità dei corsi d'acqua ed è correlabile alle possibilità di vita dei pesci. La presenza di alcuni metalli può essere inoltre correlata alle lavorazioni, in quanto presenti nel calcestruzzo (cromo) o tramite vernici, zincature e cromature. La presenza di oli e idrocarburi è riconducibile all'attività di macchine operatrici di cantiere, a sversamenti accidentali, al lavaggio di cisterne e automezzi e al traffico veicolare.

- **Parametri biologici e fisiografico-ambientali**

- *STAR-ICMI*
- *Indice NISECI*
- *IFF*

Lo STAR-ICMI è un indice che viene calcolato attraverso la combinazione di sei metriche correlate alle caratteristiche di tolleranza, abbondanza/habitat e diversità/ricchezza riscontrabili nei siti fluviali. L'indice è costruito per valutare la qualità generale dei siti fluviali, e viene espresso in Rapporto di Qualità ecologica (RQE), dato dal rapporto del parametro

biologico “osservato” ed il valore dello stesso parametro corrispondente ad un “bianco” per la tipologia di corpo idrico considerato.

L'indice NISECI effettua una valutazione sullo stato ecologico di una determinata comunità di pesci di un corso d'acqua e costituisce l'indice da utilizzare nella classificazione dei corpi idrici superficiali, l'indice valuta la naturalità della comunità ittica e la condizione biologica delle popolazioni presenti.

L'indice di Funzionalità Fluviale (IFF) consente di rilevare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e di valutare la funzionalità ecologica, intesa come sinergia tra il biotopo e la biocenosi del sistema acquatico e gli ecosistemi terrestri collegati ad esso.

Il set di parametri-indicatori oggetto del monitoraggio, selezionati tra quelli previsti nelle linee guida ministeriali, ritenuti significativi in relazione alla tipologia ed alle caratteristiche dei corsi d'acqua interferiti e le metodiche di analisi per le acque superficiali sono riassunte nella tabella di seguito e sarà utilizzato per le fasi : AO, CO e PO.

Parametro	Metodo	U.M.
Temperatura acqua	APAT2100-campo	°C
Temperatura aria	Strumentale - campo	°C
pH	APAT2060-campo	upH
Conducibilità elettrica	APAT2030-campo	µS/cm
Ossigeno disciolto	ASTM D888-campo	mgO <sub>2</sub> /l
Azoto nitroso (in caso di scavo meccanico)	APAT4020	mg/l
Solidi disciolti Totali (TDS)	UNI 15216	mg/l
Solidi Sospesi Totali (TSS)	APAT2090 B	mg/l
Portata	Correntometro - strumentale	mc/s
Calcio	EPA 6010D	mg/l
Sodio	EPA 6010D	mg/l
Potassio	EPA 6010D	mg/l
Magnesio	EPA 6010D	mg/l
cloruri	APAT4020	mg/l
Cloro attivo	APAT4080	mg/l
Fluoruri	APAT4020	mg/l
solfati	APAT4020	mg/l
Bicarbonati	APAT2010B	mg/l
Nitrati	APAT4020	mg/l



Parametro	Metodo	U.M.
Nitriti	APAT4020	mg/l
Ammonio	APAT 4030 B	mg/l
ferro	EPA6020	µg/l
CromoVI	EPA7199	µg/l
Cromo totale	EPA6020	µg/l
Btexas	EPA5030 + EPA8260	µg/l
idrocarburi totali (cone n-esano)	EPA5021 + EPA8015 + UNIENISO9377	mg/l
Piombo	EPA6020	mg/l
zinco	EPA6020	mg/l
rame	EPA6020	mg/l
nicHEL	EPA6020	µg/l
cadmio	EPA6020	mg/l
Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)	MANUALE APAT 2007	-
Indice NISECI	Protocollo Ispra	-

Tabella 2 Parametri da monitorare per la componente acque superficiali (fasi AO, CO e PO)

Nel corso delle campagne di monitoraggio, in caso di scostamento tra i valori rilevati nella sezione analizzata, occorrerà valutare l'opportunità di eseguire indagini di approfondimento su parametri da valutare di volta in volta.

Ad ogni modo, le tipologie di campionature e di analisi periodiche, nonché le normative di riferimento saranno preventivamente concordate con il servizio ARPA di competenza, così come le circostanze e casistiche in cui sarà eventualmente necessario rinfittire i campionamenti.

### 3.2.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

#### 3.2.5.1 Misure di Portata

Le misure di portata saranno realizzate sulle sezioni individuate sul fiume Cervaro (non saranno effettuate sul Vallone Scariazzo in quanto di carattere effimero), il punto preciso di indagine sarà a discrezione dell'esperienza dell'operatore e delle condizioni del fiume, quando non è possibile per via delle condizioni idrologiche utilizzare il mulinello (metodo correntometrico), la portata sarà determinata con il metodo volumetrico o con il galleggiante. Dovrà essere curata la pulizia della sezione di misura rimuovendo gli ostacoli che dovessero ingombrarla e pulendola, nei limiti del

possibile, dalla vegetazione. Prima di ogni campagna di misura dovrà essere verificata l'efficienza e la manutenzione della strumentazione. La definizione della distanza tra le verticali e il loro posizionamento nella sezione è lasciata all'esperienza dell'operatore. Le verticali dovranno essere più frequenti laddove il fondo è irregolare.

Il numero di punti di misura per ogni verticale è determinato dal diametro dell'elica o dalle caratteristiche del peso (se utilizzato). Indicando con altezza la profondità della verticale e con profondità la profondità del punto di misura, per la determinazione delle profondità dei punti di misura si seguiranno i seguenti criteri:

- Micromulinello con elica da 5 cm
  - Da 5 a 8 cm di altezza della verticale: 1 misura a 2.5 cm di profondità;
  - Da 8 a 10 cm due misure a 2.5 di prof e a 2.5 dal fondo;
  - Da 10 a 15 si aggiunge una misura a profondità= $2.5+(altezza-5)/2$ ;
  - Da 15 a 35 alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due misure a prof= $2.5+(altezza-5)/3$ , prof= $2.5+(altezza-5)*2/3$ ;
  - Da 35 a 70 alle due misure di fondo e di superficie si aggiungono 3 punti a prof= $2.5+(altezza-5)/4$ , prof= $2.5+(altezza-5)*2/4$ , prof= $2.5+(altezza-5)*3/4$ ;
  - Misure a guado con elica da 12 cm di diametro;
  - Da 12 a 13 cm di altezza della verticale una misura a 6 cm di prof.;
  - Da 13 a 25 cm si aggiunge una misura al 6 cm dal fondo;
  - Da 25 a 50 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge una terza a prof= $6+(altezza-12)/2$ ;
  - Oltre 50 cm di altezza alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due misure a prof= $6+(altezza-12)/3$  e prof= $6+(altezza-12)*2/3$ .
- Misure con peso da 25--50 kg con distanza asse peso-fondo=12 cm
  - Da 18 a 24 cm di altezza della sezione una misura a 6 cm di profondità;
  - Da 25 a 30 cm una misura a 6 cm di profondità ed una a 12 cm dal fondo;
  - Da 31 a 50 alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto a prof= $6+(altezza-18)/2$ ;
  - Da 51 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a prof= $6+(altezza-18)/3$  e prof= $6+(altezza-18)*2/3$ ;

- Da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono 3 punti a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)/4$ ,  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)*2/4$ ,  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)*3/4$ ;
- Oltre 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto ogni 50 cm di profondità.
- Misure con peso da 25--50 kg con distanza asse peso-fondo=20 cm
  - Da 26 a 32 cm di altezza della sezione una misura a è cm di profondità;
  - Da 33 a 49 cm una misura a 6 cm di profondità ed una a 20 cm dal fondo;
  - Da 50 a 65 alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)/2$ ;
  - Da 66 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)/3$  e  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)*2/3$ ;
  - Da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono 3 punti a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)/4$ ,  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)*2/4$ ,  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)*3/4$ ;
  - Oltre 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto ogni 50 cm di profondità.

### 3.2.5.2 Campionamento per Analisi di Laboratorio

Il campionamento sarà realizzato tramite sonda a trappola che sarà immersa 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.

Per la raccolta del campione si utilizzerà una scheda predisposta e sarà redatto un verbale di campionamento che sarà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

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

Tutte 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.

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

### 3.2.5.3 Indice di Funzionalità fluviale

L'indice di funzionalità fluviale consente di valutare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale in merito alla funzionalità, intesa come capacità autodepurativa derivante dall'interazione di vari sistemi biotici ed abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato. L'IFF è un'indagine che consiste in un'analisi critica delle caratteristiche ambientali dell'ecosistema fluviale oggetto di studio. L'indagine viene effettuata in un periodo compreso tra il regime idrologico di morbida e magra in fase di attività vegetativa. L'indagine consiste in 14 domande relative ai comparti ambientali che costituiscono il fiume oggetto di studio, distinguendo tra sponda destra e sinistra poiché possono presentare caratteristiche notevolmente diverse, alle risposte vengono assegnati dei pesi numerici raggruppati in quattro classi.

L'IFF viene valutato compilando in campo una scheda mentre si risale il fiume da valle a monte, identificando di volta in volta un tratto omogeneo in base alle caratteristiche da rilevare, per il quale andrà compilata un'unica scheda. Questa si compone di un'intestazione con la richiesta di alcuni metadati riguardanti il bacino, il corso d'acqua, la località, la larghezza dell'alveo di morbida, la lunghezza del tratto omogeneo in esame, la quota media del tratto, la data del rilievo, il numero della scheda, il numero della foto e il codice del tratto omogeneo.

Le domande contenute nella scheda sono relative ai seguenti aspetti:

- Condizioni vegetative delle rive e del territorio circostante al corso d'acqua;
- Ampiezza dell'alveo bagnato e struttura delle rive;
- Struttura dell'alveo;
- Caratteristiche biologiche.

Dopo la compilazione della scheda si effettua la somma dei punteggi ottenuti, determinando il valore di IFF per ciascuna sponda, al valore di IFF viene associato il relativo Livello di funzionalità e Giudizio di Funzionalità consentendo di avere un giudizio sintetico sulle caratteristiche degli ecosistemi biotici e abiotici presenti.

VALORE DI I.F.F.	LIVELLO DI FUNZIONALITÀ	GIUDIZIO DI FUNZIONALITÀ	COLORE
261 - 300	I	ottimo	Blu
251 - 260	I-II	ottimo-buono	
201-250	II	buono	verde
181 - 200	II-III	buono-mediocre	
121 - 180	III	mediocre	giallo
101 - 120	III-IV	mediocre-scadente	
61 - 100	IV	scadente	arancio
51 - 60	IV-V	scadente-pessimo	
14 - 50	V	pessimo	rosso

Tabella 3 Livelli di funzionalità e relativo giudizio e colore di riferimenti.

L'IFF sarà valutato sul fiume Cervaro, in corrispondenza delle principali opere di attraversamento per una lunghezza di circa 1 km (500 metri a monte e 500 metri a valle dell'opera), individuando i tratti omogenei del corso fluviale

#### 3.2.5.4 Indice STAR ICMI

L'indice STAR-ICMI è un indice multimetrico, per il cui calcolo vengono combinate sei metriche riconducibili alle categorie generali di tolleranza, abbondanza/habitat e diversità ricchezza, ad ogni metrica viene attribuito un peso differente.

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Metrica	Descrizione e taxa considerati	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di Famiglia)	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	$\text{Log}_{10}(\text{Sel\_EPTD} + 1)$	$\text{Log}_{10}$ (somma delle abbondanze di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = -\sum_{i=1}^s \left( \frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left( \frac{n_i}{A} \right)$ (sull'intera comunità)	0.083

Tabella 4 Metriche compongono lo STAR-ICMI e peso attribuito nel calcolo

L'indice STAR-ICMI viene espressa in Rapporto di qualità ecologica (RQE) dato dal rapporto del parametro biologico "osservato" ed il valore dello stesso parametro corrispondente alle "condizioni di riferimento" per la tipologia di corpo idrico considerato, e assume valori tra 0 e 1 .

Il calcolo dell'indice prevede i seguenti passaggi:

- calcolo dei valori grezzi che compongono l'indice;
- conversione dei valori di ciascuna metrica in RQE;
- calcolo della media ponderata dei valori di RQE delle sei metriche secondo i pesi forniti nella tab. 8;
- normalizzazione del valore ottenuto dividendo il valore del campione in esame per il valore di STAR-ICMI nelle condizioni di riferimento.

Al valore di STAR-ICMI calcolato viene attribuito un giudizio di qualità, sulla base della suddivisione della variabilità dell'indice in 5 classi di qualità.

#### 3.2.5.5 Indice NISECI – Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche

Il Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (NISECI) è stato elaborato sulla base dell'esperienza di applicazione dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche ISECI (Zerunian et al., 2009), individuato dal DM 260/2010, in applicazione del D.Lgs. 152/2006, come il metodo ufficiale per l'analisi della componente ittica nella classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici fluviali. L'ISECI è stato oggetto di un processo di validazione a scala nazionale e di intercalibrazione a scala europea, che ha portato a individuare la necessità di una serie di integrazioni e di modifiche tali da determinare la necessità di ridefinire la metodica stessa nel Nuovo ISECI.

Tale metodo di valutazione della fauna ittica per la classificazione dei corpi idrici fluviali, oltre alle metriche (composizione, abbondanza e struttura di età) definite dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE, prende in considerazione anche la presenza di specie endemiche e quella di specie aliene e di ibridi. Il NISECI utilizza come principali criteri per la valutazione dello stato ecologico di un determinato corso d'acqua la naturalità della comunità ittica (intesa come completezza della composizione in specie indigene attese in relazione al quadro zoogeografico ed ecologico) e la condizione biologica delle popolazioni presenti (quantificata positivamente per le specie indigene attese e negativamente per le aliene), in termini di abbondanza e struttura di popolazione tali da garantire la capacità di autoriprodursi ed avere normali dinamiche ecologico-evolutive. Tali criteri si collegano con le richieste della Direttiva 2000/60/CE, ribadite a scala nazionale dal D.Lgs. 152/06 e

s.m.i., che prevedono di considerare l'Elemento di Qualità Biologica "fauna ittica" (in termini di composizione, abbondanza e struttura di età) per la definizione dello stato ecologico dei corpi idrici fluviali.

La classificazione di ciascun corpo idrico viene effettuata mediante l'espressione di un singolo giudizio complessivo, definito "Stato ecologico", che viene calcolato mediante l'attribuzione del giudizio più basso tra gli elementi di qualità biologici considerati (principio "one out/all out").

Lo stato di qualità viene espresso come rapporto di qualità ecologica (RQE) calcolato rapportando "i valori dei parametri biologici riscontrati in un dato corpo idrico superficiale a quelli costatabili nelle condizioni di riferimento applicabili al medesimo corpo" (Direttiva 2000/60/CE, Allegato V, punto 1.4.1). L'RQE varia da 0 (stato pessimo) a 1 (stato elevato) e viene suddiviso in 5 intervalli corrispondenti ad altrettante classi di stato ecologico. La condizione di riferimento (corrispondente allo stato ecologico elevato), rispetto alla quale vengono confrontate le comunità ittiche osservate, è rappresentata da una comunità in cui siano presenti tutte le specie autoctone attese, con popolazioni in buona condizione biologica, e siano assenti specie aliene o ibridi. Quindi per ciascuna stazione di campionamento è preliminarmente individuata in via teorica la comunità ittica attesa, in considerazione dei seguenti elementi:

- distribuzione delle specie (in relazione al quadro zoogeografico nazionale dei taxa presenti nelle acque interne italiane);
- ecologia della specie;
- periodo di campionamento (in relazione alla possibile presenza degli stadi adulti di specie migratrici).

L'individuazione della comunità ittica attesa tiene in considerazione eventuali indagini faunistiche pregresse, posizione geografica del corso d'acqua, tipo di habitat presente nel corso d'acqua in esame. Il campionamento è eseguito in ottemperanza al protocollo metodologico elaborato da APAT-ISPRA (2008). Il valore dell'indice multimetrico NISECI è calcolato come:

$$\text{NISECI} = 0.1 x_1^{0.5} + 0.1 x_2^{0.5} + 0.8 (x_1 \times x_2) - 0.1 (1 - x_3) \\ \times \left( 0.1 x_1^{0.5} + 0.1 x_2^{0.5} + 0.8 (x_1 \times x_2) \right)$$

dove:

- $x_1$  = metrica “presenza/assenza di specie indigene”;
- $x_2$  = metrica “condizione biologica delle popolazioni di specie autoctone”;
- $x_3$  = metrica “presenza di specie aliene o ibridi, struttura delle relative popolazioni e rapporto numerico rispetto alle specie indigene”.

La metrica “presenza/assenza di specie indigene” confronta la composizione specifica della comunità ittica autoctona osservata con quella attesa. La “condizione biologica delle popolazioni di specie autoctone” attese presenti è data dall’integrazione tra struttura di popolazione e consistenza demografica o abbondanza. Il valore totale della metrica viene calcolato come la media dei valori calcolati per ciascuna specie. Per la metrica “presenza di specie aliene o ibridi, struttura delle relative popolazioni e rapporto numerico rispetto alle specie indigene”, le specie aliene sono suddivise in tre gruppi in funzione della loro nocività, definita sulla base del livello di impatto sulla fauna ittica autoctona. Gli elenchi delle specie appartenenti ai tre diversi gruppi sono riportati nell’Allegato 3 del Manuale e linee guida 159/2017 “Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (NISECI)” pubblicato da ISPRA, sulla base delle valutazioni effettuate da Zerunian et al. (2009).

Per quanto riguarda il metodo di calcolo delle metriche e submetriche si fa riferimento al sopracitato documento dell’ISPRA. Poiché i valori di stato ecologico, ai sensi della normativa europea, devono essere espressi sotto forma di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), sono stati calcolati i valori soglia di NISECI in modo da definire intervalli RQE di uguale ampiezza per ciascuna delle 5 classi previste. La simulazione di 21000 casi, nel corso della quale le 3 metriche dell’indice sono state fatte variare da 0 a 1 per incrementi di 0.1 ha permesso di definire la seguente formula di conversione:

$$RQE_{NISECI} = (\log NISECI + 1.1283)/1.0603$$

con i valori soglia riportati in tabella:

*Classi e relativi valori degli indici NISECI e  $RQE_{NISECI}$ .*

Stato ecologico	Valori soglia NISECI	Valori soglia RQE Area alpina	Valori soglia RQE Area mediterranea
Elevato	$0.525 \leq NISECI$	$0.80 \leq RQE_{NISECI}$	
Buono	$0.322 \leq NISECI < 0.525$	$0.52 \leq RQE_{NISECI} < 0.80$	$0.60 \leq RQE_{NISECI} < 0.80$
Moderato	$0.198 \leq NISECI < 0.322$	$0.40 \leq RQE_{NISECI} < 0.52$	$0.40 \leq RQE_{NISECI} < 0.60$
Scadente	$0.121 \leq NISECI < 0.198$	$0.20 \leq RQE_{NISECI} < 0.40$	
Cattivo	$NISECI < 0.121$	$RQE_{NISECI} < 0.20$	



### 3.2.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Il monitoraggio verrà eseguito in 3 fasi:

- Ante-Operam (AO);
- Corso d'operam (CO);
- Post-Operam (PO).

Il Monitoraggio Ante-Operam (AO) delle acque superficiali ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche dei corsi d'acqua, in termini qualitativi, in assenza dei disturbi provocati dalle lavorazioni e dalle opere in progetto, con lo scopo di definire gli interventi possibili per ristabilire condizioni di disequilibrio che dovessero verificarsi in fase CO o PO, garantendo un quadro di base delle conoscenze delle caratteristiche dei corsi d'acqua tale da evitare soluzioni non compatibili con il particolare ambiente idrico. A tal fine saranno eseguite misure in situ e saranno prelevati campioni d'acqua da analizzare in laboratorio sotto il profilo fisico-chimico-batteriologico e sotto il profilo biologico.

Il Monitoraggio in Corso d'Opera (CO), ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non induca alterazioni dei caratteri idrologici e qualitativi del sistema delle acque superficiali.

Il Monitoraggio Post-Operam (PO), ha lo scopo di evidenziare eventuali alterazioni subite dal corso d'acqua a seguito delle attività dei cantieri.

Il Monitoraggio su un corso d'acqua, in ognuna delle suddette fasi, si esegue attraverso una sezione, composta da due punti di monitoraggio, uno a monte ed uno a valle idrologico rispetto alle opere da realizzare, nonché rispetto alle aree di cantiere prossime al corso d'acqua in oggetto. I due punti di monitoraggio a monte ed a valle saranno sempre gli stessi nelle tre fasi AO, CO e PO, previa verifica che nel tratto compreso tra esse non vi siano derivazioni, scarichi o immissioni d'acqua.

Le misure saranno condotte in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole IF2000D22P5AC0000001-3A "Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio", con le metodiche riportate in tabella 4, con durata e frequenza come di seguito riportato:

- Fase AO
  - Durata: 6 mesi;
  - Frequenza: (trimestrale) 2 volte prima dell'inizio lavori per ogni corpo idrico monitorato;
  - I rilievi degli indici IFF, NISECI e STAR-ICMI saranno svolti una sola volta nelle tre sezioni inerenti il Cervaro e l'Acquaro.

- Fase CO
  - Durata: per tutta la durata dei lavori, circa 5 anni;
  - Frequenza: (trimestrale) 4 volte l'anno per tutta la durata dei lavori, con le misure svolte negli analoghi periodi in cui sono state svolte le rilevazioni ante-operam;
  - I rilievi degli indici IFF, NISECI e STAR-ICMI saranno svolti con frequenza semestrale nelle tre sezioni inerenti il Cervaro e l'Acquaro.
- Fase PO
  - Durata: 6 mesi;
  - Frequenza: (trimestrale) 2 volte nei mesi successivi all'entrata in esercizio dell'infrastruttura;
  - I rilievi degli indici IFF, NISECI e STAR-ICMI saranno svolti una sola volta nelle tre sezioni inerenti il Cervaro e l'Acquaro.

MISURE	POSIZIONE	UBICAZIONE	CORSO D'ACQUA MONITORATO	AO (6 MESI)	CO (~5 ANNI)	PO (6 MESI)
ASU_01	Monte	29+550	Canale (IN05)	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_02	Valle	29+000		Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_03	Monte	31+600	Canale (IN01)	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_04	Valle	31+100		Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_05	Valle	30+100		Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_06	Monte	37+300	Canale (DT.03)	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_07	Valle	37+400		Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_08	Monte	37+500	Canale (DT.04 DT.05)	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_09	Valle	37+600		Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU10	Monte	38+100	Cervaro	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU11	Valle	37+600		Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU12	Monte	41+600	Acquara	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU13	Valle	41+350		Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU14	Monte	41+400	Cervaro	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU15	Valle	41+000		Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale

Tabella 5 Programmazione del monitoraggio delle acque superficiali

Appare evidente che la frequenza del monitoraggio della componente acque superficiali potrà essere variata in funzione delle caratteristiche torrentizie/stagionali dei diversi corsi d'acqua impattati.

### 3.3 Acque sotterranee

#### 3.3.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo ha lo scopo di controllare l'impatto dell'opera sul sistema idrogeologico, al fine di prevenirne le alterazioni, ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.

#### 3.3.2 Normativa di riferimento

Per quanto riguarda le norme a cui far riferimento per l'esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare e le grandezze da misurare, si citano i seguenti riferimenti:

##### Normativa Comunitaria

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

##### Normativa nazionale

- 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. n. 152 del 3 Aprile 2006, Norma in materia ambientale, e s.m.i. - Norme in materia Ambientale (TU ambientale).

#### 3.3.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio per la componente in esame è stato redatto in conformità agli "Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Ambiente idrico REV. 1 del 17 giugno 2015", in linea generale il monitoraggio della componente acque sotterranee è rivolto ai seguenti ambiti:

- aree di captazione idrica, sorgenti e/o pozzi, per uso idropotabile, industriale e irriguo;

- zone interessate da rilevanti opere in sottoterraneo quali gallerie e/o movimenti terra e scavi, aree di cantiere, siti di deposito soggette a potenziali contaminazioni, con possibili interferenze con la superficie freatica o con eventuali falde confinate o sospese, che possono determinare sia la variazione nel regime della circolazione idrica sotterranea che mettere in comunicazione acquiferi superficiali di scarsa qualità con acquiferi profondi di buona qualità, spesso sfruttati per uso idropotabile o causare variazione della posizione dell'interfaccia acqua dolci/acque salmastre (cuneo salino) nelle zone costiere;
- corsi d'acqua superficiali in interconnessione con la falda;
- aree di particolare sensibilità e rilevanza ambientale e/o socio-economica (es. sorgenti, aree umide protette, laghi alimentati in parte dalla falda, aree di risorgive carsiche);
- aree di cantiere, per effetto di sversamenti accidentali, perdite di carburanti, presenza di serbatoi con sostanze inquinanti etc.

Dall'analisi della situazione idrogeologica dell'area di indagine, delle opere previste e delle aree di cantiere sono stati individuati i seguenti ambiti di maggiore sensibilità:

- aree di captazione idrica; costituiti dai numerosi pozzi e sorgenti che sono stati censiti in seguito agli studi geologici e idrogeologici;
- aree per le quali si prevedono rilevanti opere in sottoterraneo, aree di cantiere e deposito soggette a potenziali contaminazioni, ponendo particolare attenzione per quelle che andranno ad interessare delle zone vulnerabili, a causa delle caratteristiche idrogeologiche dei terreni.

Per le aree di captazione idrica la sensibilità è duplice, e deriva sia dalle condizioni intrinseche dell'elemento, per via della capacità di veicolare un eventuale inquinante in falda, che per la posizione relativa delle stesse rispetto al tracciato di progetto; pertanto su detti elementi sarà opportuno effettuare il monitoraggio, così da determinare eventuali interferenze connesse con la realizzazione dell'opera sulle acque sotterranee.

Il monitoraggio sarà quindi uno strumento per segnalare una eventuale interferenza con la componente in esame, ed eventualmente, in caso di rilevata contaminazione, effettuare opportune misure correttive.

Sovrapponendo le aree di cantiere, alla carta idrogeologica IF1W00D69G5GE0002001-4 prodotta a supporto del progetto definitivo, sono stati individuati i punti di monitoraggio per la componente in esame, considerando prioritari, i punti limitrofi alle aree di cantiere che si trovano in zone ad alta permeabilità.

Si riporta di seguito i punti di monitoraggio scelti:

**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**  
**Relazione Generale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF20	00 E 22	RG	AC0000 001	A	61 di 128

MISURE	TIPOLOGIA	COORDINATE	CODICE	QUOTA M S.L.M.	UNITÀ IDRO	TIPOLOGIA	CANTIERE/OPERA DA MONITORARE
ASO 01	Monte	4572187.00 m N 532856.00 m E	P07	228	GHS	Pozzo	NV01 – RI01
ASO 02	Valle	4572119.00 m N 532940.00 m E	NP1v	237	GHS	Nuovo piezometro	
ASO 03	Monte	4571328.34 m N 531588.73 m E	NP2m	244	GHS	Nuovo piezometro	DT.01 CO.01 CB.01
ASO 04	Valle	4571429.00 m N 532192.00 m E	BO-S9	238.5	GHS	Campagna Italferr 2017	
ASO 05	Monte	4570884.00 m N 531223.00 m E	NP3m	273	GHS	Nuovo piezometro	AS.02
ASO 06	Valle	4570742.76 m N 531727.78 m E	P12	258	LMA	Pozzo	
ASO 07	Monte	4571300.44 m N 531048.36 m E	P14	274	GHS	Pozzo	DT.01 DT.02
ASO 08	Valle	4571571.00 m N 531269.00 m E	Np4v	260	LMA	Nuovo piezometro	
ASO 09	Monte	4567537.00 m N 526206.00 m E	NP5m	376	ASB	Nuovo piezometro	DT.04 DT.05
ASO 10	Valle	4567348.00 m N 526410.00 m E	NP6v	315	GHS	Nuovo piezometro	
ASO 11	Monte	4565845.00 m N 523178.00 m E	NP7m	397	LMA	Nuovo piezometro	AS 03 CO.02
ASO 12	Valle	4565694.59 m N 523552.59 m E	BO-S1	353	GHS	Campagna Italferr 2017	

Tabella 6 Punti di monitoraggio per la componente acque sotterranee

Sono stati individuati i punti di monitoraggio nelle aree di potenziale impatto, atti a caratterizzare i parametri delle acque sotterranee nei punti ritenuti più critici.

I punti di misura sono stati scelti rispettando il criterio monte - valle rispetto alla direzione di deflusso della falda, al fine di poter valutare non solo le caratteristiche chimico – fisiche delle acque sotterranee e la superficie piezometrica della falda, ma anche di valutare e individuare “tempestivamente” eventuali variazioni di un determinato parametro tra punti di misura ubicati a monte e valle idrogeologico, delle aree di cantiere e conseguentemente eventuali impatti legati alle pressioni riconducibili, o meno, alle azioni del progetto.

Oltre a questi punti sono stati individuati i punti che, a valle dello studio delle interferenze dei pozzi e delle sorgenti limitrofi alla tratta, contenuto nella relazione IF1W00D69RGGE0001001, mediante il metodo **Drowdown Hazard Index** (in seguito DHI), risultano avere una potenziale interferenza

critica.

In base alla valutazione che è stata fatta con il metodo DHI, il quale consente di eseguire una valutazione parametrica (semi-empirica) basata sulla probabilità di interferenza di risorse idriche in seguito allo scavo di una galleria, sono stati selezionati i pozzi e le sorgenti censite lungo il tracciato, per i quali è stata attribuita una classe DHI maggiore di 3, ossia per essi si prevede un'interferenza media/elevata, e pertanto saranno monitorati in fase di Corso d'opera.

Sigla	Pk [m]	FI [m]	DT asse [m]	SP prof. [m]	PI [m <sup>2</sup> /s]	DHI	DHI classe
P18	32350,41	10,55	257,96	20,0	1,31E-05	20	Alto
P21	34845,03	50,36	138,28	20,0	7,09E-05	20	Alto
P22	35089,61	n.d.	389,51	20,0	6,19E-05	4	Medio
P23	36270,19	15,41	376,13	20,0	3,22E-05	20	Alto
P27	38602,15	n.d.	23,48	20,0	2,19E-05	5	Medio
P29	39601,89	n.d.	10,6	20,0	1,45E-05	5	Medio
P35	39924,66	79,25	169,8	20,0	2,95E-05	10	Alto
S01	32596,18	n.d.	33,07	sorgente	2,87E-05	2,5	Medio
S02	37772,07	35,8	352,18	sorgente	1,15E-04	20	Alto

Tabella 7 Pozzi e sorgenti contenuti in classe 3 e 4, per i quali si prevede il monitoraggio

### 3.3.4 Parametri oggetto del monitoraggio

I parametri descrittivi che verranno indagati sono quelli ritenuti più significativi, perché correlabili alle attività connesse alla realizzazione dell'infrastruttura ferroviaria, alle attività previste, agli scarichi di cantiere, ad eventuali sversamenti accidentali, e all'eventuale filtrazione delle acque superficiali di ruscellamento e percolazione provenienti dalle aree di stoccaggio temporaneo dei materiali di scavo.

I risultati del monitoraggio vengono confrontati con i limiti "Tabella 2 – Concentrazione soglia di contaminazione nelle acque sotterranee" Allegato V parte IV del D. Lgs 152/06 (come da prescrizione n°17 dell'Ordinanza del Commissario n.48 del 29 Settembre 2020)

Il monitoraggio sulla presente componente prevedrà indagini quantitative e indagini qualitative:

#### Indagini quantitative

- *livello piezometrico su pozzi*: il monitoraggio quantitativo è mirato alla valutazione di massima degli andamenti stagionali della falda e delle modalità di deflusso delle acque sotterranee, al fine di individuare eventuali interferenze che le opere in trincea e galleria possono operare sul deflusso di falda. Il conseguimento di tali finalità richiede la disponibilità di dati sufficienti a definire le curve di ricarica e di esaurimento della falda. Pertanto, all'avvio del monitoraggio dovranno essere a disposizione tutte le informazioni idonee a restituire un quadro conoscitivo completo e dettagliato dei pozzi e delle sorgenti presenti nell'areale di progetto, inoltre dovranno essere aggiornati i dati relativi ai pozzi esistenti mediante sopralluoghi ad hoc, e dovranno essere redatte delle schede sintetiche descrittive dei dati caratteristici di tutti i punti monitorati.

#### **Indagini qualitative**

- Parametri chimico-fisici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- *Temperatura*
- *pH*
- *Conducibilità*

La determinazione dei parametri chimico-fisici fornirà un'indicazione generale sullo stato di qualità delle acque di falda in relazione alle problematiche di interferenza con le opere in progetto. Significative variazioni di pH possono essere collegate a fenomeni di dilavamento di conglomerati cementizi e contatto con materiale di rivestimento di opere in sotterraneo. Variazioni della conducibilità elettrica possono essere ricondotti a fenomeni di dilavamento di pasta di cemento con conseguente aumento di ioni o sversamenti accidentali. Infine, variazioni significative di temperatura possono indicare modifiche o alterazioni nei meccanismi di alimentazione della falda (sversamenti, apporti di acque superficiali)

- Parametri chimici e microbiologici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- *Calcio*
- *Sodio*
- *Potassio*
- *Magnesio*
- *Cloruri*
- *Cloro attivo*

- *Fluoruri*
- *Solfati*
- *Bicarbonati*
- *Nitrati*
- *Nitriti*
- *Ammonio*
- *Solidi disciolti totali (TDS)*
- *Solidi sospesi totali (TSS)*
- *Elementi in traccia*
- *Ferro*
- *Cromo totale*
- *Piombo*
- *Zinco*
- *Rame*
- *Nichel*
- *Cadmio*

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

I set parametrici proposti di seguito sono da intendersi come set standard che possono essere eventualmente implementati nel caso di specifiche esigenze rilevabili in itinere legate alle caratteristiche territoriali in cui si colloca l'opera.

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

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

Preliminarmente, in fase ante-operam, saranno inoltre eseguite tutte le operazioni finalizzate alla realizzazione dei sondaggi, fatto salvo quanto anticipato sopra relativamente all'eventuale presenza di piezometri già esistenti e ritenuti idonei allo scopo del monitoraggio.



ATTIVITÀ DI CAMPO	METODICA	U.M.
Misura del livello statico/piezometrico	-	
Misure speditive dei parametri chimico-fisici	Multiparametrica	
Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche	-	

Tabella 8 Parametri monitorati per la componente acque sotterranee

INDAGINI DI LABORATORIO		
Determinazione in laboratorio dei parametri fisici e chimici inorganici:		
<i>Calcio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>Sodio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>Potassio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>Magnesio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>Cloruri</i>	<i>APAT4020</i>	<i>mg/l</i>
<i>cloro attivo libero</i>	<i>APAT CNR IRSA 4080 Man 29 2003</i>	<i>mg/l</i>
<i>Fluoruri</i>	<i>APAT4020</i>	<i>µg/l</i>
<i>Solfati</i>	<i>APAT4020</i>	<i>mg/l</i>
<i>Bicarbonati</i>	<i>APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003</i>	<i>meq/l HCO<sub>3</sub></i>
<i>Nitrati</i>	<i>APAT4020</i>	<i>mg/l</i>
<i>Nitriti</i>	<i>APAT4020</i>	<i>µg/l</i>
<i>Ammonio</i>	<i>APAT CNR IRSA 4030 B Man 29 2003</i>	<i>mg/l</i>
<i>solidi disciolti totali (TDS)</i>	<i>UNI EN 15216:2008</i>	<i>mg/l</i>
<i>Solidi sospesi totali (TSS)</i>	<i>APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003</i>	<i>mg/l</i>
<i>Ferro</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>cromo totale</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>Piombo</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>Zinco</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>Rame</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>Nichel</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>Cadmio</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>idrocarburi totali (cone n-esano)</i>	<i>EPA5021 8015 UNI 9377</i>	<i>µg/l</i>

### 3.3.5 Specifiche e strumentazione di monitoraggio

#### 3.3.5.1 Misure in situ

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

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

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

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

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

Il rilievo dei parametri fisici - chimici da valutare in campo su ciascun campione d'acqua dovrà essere eseguito subito dopo la misura del livello statico della falda e dopo un adeguato spurgo del pozzo/piezometro e la stabilizzazione delle condizioni idrochimiche. Per la verifica dei parametri in situ potrà essere utilizzata una sonda multiparametrica o altra strumentazione idonea. Al fine di consentire una definizione della variabilità stagionale dei parametri, si dovrà cercare di eseguire i rilievi o il prelievo di campioni nei momenti di minimo/massima condizioni idrologiche (periodo di magra e di ricarica della falda) per definire meglio il range della variabilità stagionale (es. a primavera, fine estate, autunno o dopo un periodo caratterizzato da precipitazioni eccezionali.).

### 3.3.5.2 Prelievo campioni per analisi di laboratorio

Il campionamento da piezometri dovrà essere preceduto dallo spurgo di un congruo volume di acqua in modo da scartare l'acqua giacente e prelevare acqua veramente rappresentativa della falda. A tale fine, lo spurgo è effettuato a basso flusso fino alla stabilizzazione dei parametri speditivi. Con la stessa pompa si provvederà poi a riempire direttamente le bottiglie come di seguito indicate:

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

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

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

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

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

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

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

Inoltre, per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 4°C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate. Le analisi di laboratorio saranno effettuate in accordo agli standard in uso, presso laboratori certificati che seguiranno metodiche standard, quali ad esempio le procedure indicate da APAT, ISPRA, CNR, IRSA, ISO, EPA, UNI. Le misurazioni saranno accompagnate da idoneo certificato. L'affidabilità e la precisione dei risultati dovranno essere

assicurati dalle procedure di qualità interne ai laboratori che effettuano le attività di campionamento ed analisi e, pertanto, i laboratori coinvolti nelle attività di monitoraggio dovranno essere accreditati ed operare in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025.

### **3.3.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio**

I punti di monitoraggio sono stati determinati individuando per ogni area critica una coppia di punti di rilevazione che consentano di valutare in dettaglio le caratteristiche quali-quantitative delle acque di falda unitamente alle condizioni di deflusso sotterraneo.

La rete di monitoraggio sarà costituita da n. 6 coppie di punti, secondo i criteri di sopra esplicitati, per un totale di 12 postazioni di rilievo, oltre a questi saranno monitorati i punti di captazione (pozzi o sorgenti), per i quali è stata determinata una classe di criticità DHI compresa tra media ed elevata.

Le coppie di punti saranno posizionate secondo la direzione di deflusso prima e dopo quelle opere o aree di cantiere che possono provocare interferenza con la falda.

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

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

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

Le misure saranno condotte in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole IF2000E22P5AC0000001-3 "Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio ambientale", con durata e frequenza come di seguito riportato:

- **Fase AO**

- Durata: 6 mesi;
- Frequenza: (trimestrale) 2 volte prima dell'inizio lavori per quanto riguarda le indagini da laboratorio;  
(mensile) 6 volte per quanto riguarda i parametri speditivi.

• **Fase CO**

- durata: 5 anni;
- frequenza: (trimestrale) 4 volte l'anno per tutta la durata dei lavori per quanto riguarda le indagini da laboratorio;  
(mensile) 12 volte per quanto riguarda i parametri speditivi;  
(bimensile) 24 volte per quanto riguarda i parametri speditivi nei pozzi e sorgenti presenti lungo le gallerie (ASO\_G).

Per i punti funzionali al monitoraggio di pozzi e sorgenti presenti lungo le gallerie (ASO\_G), si prevede di effettuare il monitoraggio solo in fase di corso d'opera per tutta la durata dei cantieri con frequenza trimestrale.

Inoltre, come specificato, nei suddetti pozzi/sorgenti verrà eseguito un monitoraggio dei parametri speditivi due volte al mese come prescritto dalla Condizione ambientale n. 20 del Parere n. 3427 del 22 maggio 2020 della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA e VAS: *“monitoraggio piezometrico periodico (con cadenza bimensile) sui pozzi potenzialmente impattabili al fine di controllare l'effettivo abbassamento o meno del livello di falda, a partire da prima dell'inizio dello scavo della galleria, al fine di determinare il livello di falda dei pozzi in condizioni indisturbate”*

• **Fase PO**

- durata: 6 mesi
- Frequenza: (trimestrale) 2 volte nei mesi successivi all'entrata in esercizio dell'infrastruttura per quanto riguarda le indagini da laboratorio;  
(mensile) 6 volte per quanto riguarda i parametri speditivi.

MISURE	TIPOLOGIA	OPERA DA MONITORARE	FREQUENZA AO (6 MESI)		FREQUENZA CO (~5 ANNI)		FREQUENZA PO (6 MESI)	
			INDAGINI DI LABORATORIO	PARAMETRI SPEDITIVI	INDAGINI DI LABORATORIO	PARAMETRI SPEDITIVI	INDAGINI DI LABORATORIO	PARAMETRI SPEDITIVI
ASO 01	Monte	NV01 – RI01	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile
ASO 02	Valle		Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile
ASO 03	Monte	DT.01 CO.01 CB.01	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile
ASO 04	Valle		Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile
ASO 05	Monte	AS.02	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile
ASO 06	Valle		Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile

**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE  
 Relazione Generale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF20	00 E 22	RG	AC0000 001	A	70 di 128

MISURE	TIPOLOGIA	OPERA DA MONITORARE	FREQUENZA AO (6 MESI)		FREQUENZA CO (~5 ANNI)		FREQUENZA PO (6 MESI)	
			INDAGINI DI LABORATORIO	PARAMETRI SPEDITIVI	INDAGINI DI LABORATORIO	PARAMETRI SPEDITIVI	INDAGINI DI LABORATORIO	PARAMETRI SPEDITIVI
ASO 07	Monte	DT.01	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile
ASO 08	Valle	DT.02	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile
ASO 09	Monte	DT.04	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile
ASO 10	Valle	DT.05	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile
ASO 11	Monte	AS 03	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile
ASO 12	Valle	CO.02	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile	Trimestrale	Mensile

*Tabella 9 Punti di monitoraggio per la componente acque sotterranee*

MISURE	ID	PROGR. KM	OPERA DA MONITORARE	AO	FREQUENZA CO (~5 ANNI)		PO
					INDAGINI DI LABORATORIO	PARAMETRI SPEDITIVI	
ASO_G 01	P18	32+350	GN_01 - ORSARA	-	Trimestrale	Bimensile	-
ASO_G 02	S01	32+600		-	Trimestrale	Bimensile	-
ASO_G 03	P21	34+850		-	Trimestrale	Bimensile	-
ASO_G 04	P22	35+100		-	Trimestrale	Bimensile	-
ASO_G 05	P23	35+600		-	Trimestrale	Bimensile	-
ASO_G 06	S02	37+750		-	Trimestrale	Bimensile	-
ASO_G 07	P27	38+630		-	Trimestrale	Bimensile	-
ASO_G 08	P29	39+550		-	Trimestrale	Bimensile	-
ASO_G 09	P35	39+950		-	Trimestrale	Bimensile	-

*Tabella 10 Punti di monitoraggio funzionali al monitoraggio dei pozzi e sorgenti presenti lungo le gallerie*

### 3.4 Suolo e sottosuolo

#### 3.4.1 Obiettivi del monitoraggio

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

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

Si ritiene necessario prevedere le seguenti fasi di monitoraggio:

- ante-operam (AO) al fine di costituire un database di informazioni sugli aspetti pedologici iniziali di confronto per la restituzione all'uso agricolo delle aree occupate temporaneamente dai cantieri;
- corso d'opera (CO) al fine di verificare l'ideoneo mantenimento dei cumuli di terreno vegetale derivante dallo scotico iniziale che verrà successivamente reimpiegato per le attività di ripristino;
- post-operam (PO) al fine di evidenziare eventuali alterazioni subite dal terreno a seguito delle attività dei cantieri. Questo consentirà di determinare le eventuali aree in cui sarà necessario effettuare le operazioni di bonifica dei terreni superficiali prima della risistemazione definitiva.

I parametri oggetto di monitoraggio per la fase di CO sono rappresentativi per verificare l'efficacia delle cure manutentive attuate dall'appaltatore sui cumuli per assicurare il mantenimento delle caratteristiche di fertilità del terreno scotico.

#### 3.4.2 Normativa di riferimento

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

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

- Legge 18 maggio 1989, n. 183 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo (testo coordinato con le modifiche apportate a tutto il 6 maggio 1996)”.

### 3.4.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Il monitoraggio della componente suolo avrà la funzione di garantire:

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

Coerentemente con l’obiettivo di verificare l’impatto delle aree di cantiere sulla componente in oggetto, il monitoraggio del suolo riguarderà in particolare le aree destinate allo stoccaggio del materiale. All’interno di queste aree è previsto un punto di monitoraggio destinato alle indagini in situ.

Per le fasi di ante-operam e post-operam sarà previsto l’accertamento dei seguenti parametri:

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

Più in dettaglio, nei punti di monitoraggio scelti e localizzati in base a criteri di rappresentatività, le caratteristiche dei suoli saranno investigate, descritte e dimensionate fino a profondità massima di 1.5 m, mediante l’esecuzione di scavi (di larghezza di almeno 2 m) che consentano accurate descrizioni di profili pedologici.

Per il punto di monitoraggio, oltre ai riferimenti geografici (comprese le coordinate) e temporali, saranno registrati i caratteri stazionali dell’area di appartenenza: quota, pendenza, esposizione, uso del suolo, vegetazione, substrato pedogenetico, rocciosità affiorante, pietrosità superficiale, altri aspetti superficiali, stato erosivo, permeabilità, profondità della falda. Nella descrizione del profilo del suolo saranno definiti i diversi orizzonti e, relativamente a ciascuno di questi, i seguenti parametri: profondità, tipo e andamento del limite inferiore; umidità; colore; screziature; tessitura; contenuto in



scheletro; struttura; consistenza; presenza di pori e fenditure; presenza di attività biologica e di radici; presenza (e natura) di pellicole, concrezioni, noduli, efflorescenze saline; reazione (pH); effervescenza all'HCl. Il contesto areale di ogni punto di monitoraggio e lo spaccato del profilo pedologico saranno documentati anche fotograficamente.

Le attività di monitoraggio del suolo in corso d'opera consistono nella verifica dei cumuli di terreno vegetale, prodotto dalla preliminare attività di scotico dei suoli in aree di cantiere, in attesa di essere riutilizzato.

La verifica dei cumuli viene effettuata attraverso la determinazione di parametri stazionali e pedologici da rilevare in situ su cumulo.

#### **3.4.4 Parametri oggetto del monitoraggio**

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

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

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

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

Tabella 11 Set di analisi per la componente suolo e sottosuolo (fasi ao e po)

Il monitoraggio della fase di Corso d'Opera (CO) è riferito ai soli cumuli di terreno vegetale derivante dallo scotico iniziale che verrà successivamente reimpiegato per le attività di ripristino. Oltre all'analisi sul mantenimento del cumulo (dimensioni, altezza, pendenza sponde) andranno effettuate analisi per definire le specie autoctone, sinantropiche ed infestanti. La metodologia da applicare deve consentire la redazione di una lista delle specie reperite sul cumulo, specificando per ciascuna di esse l'eventuale carattere sinantropico-opportunista-ruderale.

Al riguardo si fa riferimento ai parametri elencati nella tabella seguente, verificati in situ per registrare l'efficacia delle cure manutentive attuate dall'appaltatore sui cumuli per assicurare il mantenimento delle caratteristiche di fertilità del terreno stoccato.

PARAMETRI SUOLO E SOTTOSUOLO – CUMULI (FASE CO)	
Parametri da rilevare in situ	Provenienza e destinazione del cumulo
	Altezza del cumulo
	Pendenza scarpate
	Verifica attecchimento idrosemina (% superficie del cumulo inerbita)
	Presenza specie autoctone, sinantropiche ed infestanti
	Presenza commistione di terreno sterile e vegetale

Tabella 12 Set di analisi per la componente suolo e sottosuolo - cumuli (fase co)

### 3.4.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

#### 3.4.5.1 Generalità

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 3.4.5.2 Profilo del suolo

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

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

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

Sia in piano sia in pendio è possibile che nel corso dello scavo si incontri una falda superficiale; l'esistenza di una falda può essere talvolta prevedibile ancora prima dell'inizio dello scavo individuando la presenza di specie igrofite (in ambienti naturali e seminaturali) od accertabile

direttamente per mezzo di un controllo preliminare con trivella (sempre consigliabile, anche in assenza di falda). Se la portata della falda è molto elevata l'approfondimento della fossa si limiterà al piano della falda, con qualche pericolo di crollo delle pareti secondo il tipo e le dimensioni dei materiali nella zona di contatto; se la falda è di dimensioni molto ridotte e con portata molto bassa, può essere tenuta sotto controllo svuotando (o meglio drenando la fossa con una pompa e, nelle situazioni in pendio, realizzando un vero e proprio drenaggio con un tubo di plastica che funzioni da sifone), ma le operazioni di descrizione saranno comunque rese più complicate dalla fanghiglia che si forma sul fondo. La massima profondità descrivibile sarà comunque condizionata dal piano superiore della falda stessa.

Ultimate le operazioni di scavo, le superfici scelte per la descrizione vanno ripulite accuratamente e se una parte è molto umida, in contrasto con una parte poco umida, sarebbe consigliabile attendere (se c'è tempo disponibile e le condizioni ambientali sono favorevoli) fino a che la superficie più umida sia in parte asciugata. Nel caso di suoli, od orizzonti, con forme strutturate rilevanti, la preparazione della superficie dovrebbe essere fatta "a coltello" (agendo cioè sulle fessure naturali tra aggregato ed aggregato) in modo da evidenziare queste strutture, sia per realizzare una ripresa fotografica più significativa, sia per facilitare l'individuazione di orizzonti specifici. I piani scelti per foto e descrizione possono essere lisciati grattando la superficie con un coltello od una cazzuola in modo uniforme, per rimuovere tutti i segni lasciati dagli strumenti di scavo. Le condizioni migliori per evidenziare le forme aggregate naturali sono legate al contenuto idrico, e così è anche per molti colori, perciò le classi da umido a poco umido sono considerate le più favorevoli. Se il suolo è troppo secco le eventuali aggregazioni diventano prominenti, ma i contrasti di colore risultano molto attenuati. In queste condizioni sarà opportuno inumidire la faccia del profilo prima della ripresa fotografica con un nebulizzatore, in modo da esaltarne gli aspetti cromatici (meglio ancora, per sottolineare questi aspetti, inumidire solo una striscia ad es. tra un lato della faccia ed il nastro graduato delle profondità posto verso il centro del profilo, lasciando l'altra metà in condizioni secche). Il "make up" preparatorio per foto e descrizione comprende anche la rimozione di tutte le imbrattature dei materiali estranei agli orizzonti che si realizzano durante lo scavo, la verticalizzazione del piano (cercando però di lasciare in loco le pietre, anche se sporgenti, e gli spezzoni di radici in modo da rispettare l'architettura dei sistemi radicali), la rimozione di tutti i materiali caduti sul fondo durante queste operazioni.

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

#### 3.4.5.3 Descrizione del profilo

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

#### 3.4.5.4 Parametri pedologici

La descrizione dei parametri pedologici si riferisce all'intorno dell'osservazione, cioè al sito che comprende al suo interno il punto di monitoraggio, per esso dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

- Esposizione: immersione dell'area in corrispondenza del punto di monitoraggio, misurata sull'arco di 360°, a partire da nord in senso orario;
- Pendenza: inclinazione dell'area misurata lungo la linea di massima pendenza ed espressa in gradi sessagesimali;
- Uso del suolo: tipo di utilizzo del suolo riferito ad un'area di circa 100 mq attorno al punto di monitoraggio;
- Microrilievo: la descrizione di eventuali caratteri specifici del microrilievo del sito, secondo come di seguito specificato:

COD.	DESCRIZIONE
RA	Da ribaltamento di alberi
AG	Da argille dinamiche (ad es. Gilgai)
CE	Cuscinetti erbosi (crionivali)
CP	"suoli" poligonali (crionivali)
CT	Terrazette (crionivali)
CS	"suoli" striati (crionivali)
MM	Cunette e rilievi da movimenti di massa
AL	Altro tipo di microrilievo (specificare in nota per ampliare i codici)
Z	Assente

- Pietrosità superficiale: percentuale relativa di frammenti di roccia alterata (di dimensioni oltre 25 cm nelle definizioni U.S.D.A.) presenti sul suolo nell'intorno areale del punto di monitoraggio,

rilevata utilizzando i codici numerici corrispondenti alle classi di pietrosità di seguito elencate:

COD.	DESCRIZIONE
0	Nessuna pietrosità: pietre assenti o non in grado d'interferire con le coltivazioni con le moderne macchine agricole (<0,01% dell'area)
1	Scarsa pietrosità: pietre in quantità tali da ostacolare ma non impedire l'utilizzo di macchine agricole (0,01=0,1 % dell'area)
2	Comune pietrosità: pietre sufficienti a impedire l'utilizzo di moderne macchine agricole (0,1=3% dell'area). Suolo coltivabile a prato o con macchine leggere
3	Elevata pietrosità: pietre ricoprenti dal 3 al 15% dell'area. Uso di macchinari leggeri o strumenti manuali ancora possibile
4	Eccessiva pietrosità: pietre ricoprenti dal 15 al 90% della superficie, tali da rendere impossibile l'uso di qualsiasi tipo di macchina
5	Eccessiva pietrosità: pietrosità tra il 15 e il 50% dell'area
6	Eccessiva pietrosità: pietrosità tra il 50 e il 90% dell'area
7	Pietraia: pietre oltre il 90% dell'area

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

SCALA NUMERICA	GRANULOMETRIA	PERMEABILITÀ
6	Ghiaie lavate	Molto alta
5	Ghiaie/sabbie grosse	Alta
4	Sabbie medie/sabbie gradate	Medio alta
3	Sabbie fini/sabbie limose	Media
2	Sabbie argillose	Medio bassa
1	Limi/limi argillosi	Bassa
0	Argille	Molto bassa

Classe di drenaggio: a seconda di come l'acqua viene rimossa dal suolo, si individueranno le seguenti classi:

CLASSE	DESCRIZIONE
Rapido	L'acqua è rimossa dal suolo molto rapidamente
Moderatamente rapido	L'acqua è rimossa dal suolo rapidamente
Buono	L'acqua è rimossa dal suolo prontamente ma non rapidamente
Mediocre	In alcuni periodi dell'anno l'acqua è rimossa dal suolo lentamente
Lento	L'acqua è rimossa dal suolo lentamente
Molto lento	L'acqua è rimossa così lentamente che i suoli sono periodicamente bagnati a poca profondità per lunghi periodi durante la stagione di crescita
Impedito	L'acqua è rimossa così lentamente che i suoli sono periodicamente bagnati in superficie o in prossimità di questa per lunghi periodi durante la stagione di crescita

#### 3.4.5.5 Designazione orizzonti e parametri fisico-chimici

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

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

Classe tessiturale (codice)
Sabbiosa (S)
Sabbioso franca (SF)



**Classe tessiturale (codice)**

Franco sabbiosa (FS)
Franca (F)
Franco limosa (FL)
Limosa (L)
Franco sabbioso argillosa (FSA)
Franco argillosa (FA)
Franco limoso argillosa (FLA)
Argillosa (A)
Argilloso sabbiosa (AS)
Argilloso limosa (AL)

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

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

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

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

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

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

#### 3.4.5.6 Parametri chimici

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

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

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

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

### 3.4.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Il monitoraggio della fase di Corso d'Opera (CO) sarà eseguito sui cumuli di terreno che vengono formati a seguito dell'attività di scotico, che verranno successivamente reimpiegato per le attività di ripristino, e avrà una durata di circa 5 anni, ovvero tutta la durata dei lavori per la realizzazione dell'opera, con frequenza semestrale.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati IF2000D22P5AC0000001-3A "Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio", di seguito la tabella riepilogativa dei punti di misura:

MISURE	AREA DI CANTIERE	AO (6 MESI)	PO (6 MESI)
SUO 01	AT.01	1 volta	1 volta
SUO 02	CB.01	1 volta	1 volta
SUO 03	DT.01 e DT.02	1 volta	1 volta
SUO 04	AS.02	1 volta	1 volta
SUO 05	DT.03	1 volta	1 volta
SUO 06	DT.04	1 volta	1 volta
SUO 07	DT.05	1 volta	1 volta
SUO 08	CO.02	1 volta	1 volta

Tabella 13 Punti di monitoraggio della componente suolo e sottosuolo

Il numero e l'ubicazione dei punti dei cumuli verrà deciso a seguito dell'individuazione da parte dell'Appaltatore delle specifiche zone all'interno delle aree di cantiere destinate al posizionamento di tali cumuli.

MISURE	Co (~5 ANNI)
SUO_VEG.0X	Semestrale

Tabella 14 Punti di monitoraggio dei cumuli

### 3.5 Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi

#### 3.5.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio ambientale, relativamente all'ambito vegetazionale e faunistico consiste nel documentare lo stato attuale della componente nella fase ante-operam al fine di definire, nelle fasi successive del monitoraggio (corso d'opera e post-operam), l'evolversi delle caratteristiche che connotano le componenti stesse. In particolare gli accertamenti non sono finalizzati esclusivamente agli aspetti botanici ma riguardano anche i popolamenti faunistici.

Il monitoraggio ha anche lo scopo di verificare, durante la costruzione, la situazione ambientale, in modo da rilevare tempestivamente eventuali situazioni non previste e predisporre le necessarie azioni correttive.

Il monitoraggio verrà eseguito nelle tre fasi AO, CO e PO.

Le aree da monitorare sono state scelte in funzione della sensibilità del territorio attraversato e della presenza di ambiti di maggior pregio naturalistico; considerata la bassa sensibilità di un territorio in cui i caratteri naturali sono stati quasi completamente sostituiti da elementi di antropizzazione, costituiti prevalentemente da terreni a vocazione prettamente agricola, particolare attenzione è stata rivolta alla presenza dei corsi d'acqua soprattutto in area protetta, nelle cui fasce riparie permangono elementi di naturalità, oltre a monitorare lo stato della vegetazione presente e il suo decorso nelle fasi AO,CO,PO, in fase di Post Operam sarà effettuato un controllo sullo stato manutentivo degli interventi di ripristino e di mitigazione ambientale, nelle aree oggetto di interventi di rinaturalizzazione.

##### 3.5.1.1 ZSC IT9110032 "Valle del Cervaro, Bosco dell'Incoronata"

Nell'area della ZSC IT9110032 "*Valle del Cervaro, Bosco dell'Incoronata*" il progetto di monitoraggio, da concordare con la Regione Puglia, sarà di durata quinquennale, al fine di verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione ambientale proposti ed eventualmente definire ulteriori misure di mitigazione in relazione agli obiettivi di conservazione e tutela degli habitat e delle specie definiti per il sito Natura 2000. In caso di criticità nelle azioni svolte durante il corso dei lavori, sarà valutata con le Regioni competenti la sospensione dei lavori, per l'eventuale revisione migliorativa delle misure di mitigazione.

### 3.5.2 Normativa di riferimento

Di seguito sono elencati i principali riferimenti normativi di interesse per l'ambito biotico che sono stati considerati per la redazione del presente progetto di monitoraggio:

Di seguito sono elencati i principali riferimenti normativi di interesse per l'ambito biotico che sono stati considerati per la redazione del presente progetto di monitoraggio:

#### 3.5.2.1 Normativa comunitaria

- Direttiva 97/62/CE del Consiglio del 27 ottobre 1997: G.U.C.E n. L 305 dell'8/11/1997, recante adeguamento al progresso tecnico e scientifico della direttiva 92/43/CEE del Consiglio relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche;
- Regolamento CEE 1390/97 della Commissione del 18/07/97 (G.U.C.E. 19/07/97, L.190) che modifica il Regolamento CEE 1021/94 della Commissione relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 1091/94 della Commissione del 29/04/94 (G.U.C.E. 18/06/94, L.126) relativo, alle modalità di applicazione del Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio sulla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 2157/92 del Consiglio del 23/07/92 (G.U.C.E. 31/07/92, L. 217) che modifica il Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Direttiva (CEE) 92/43 del Consiglio, 21 maggio 1992: G.U.C.E. 22 luglio 1992, n. L 206. Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche;
- Direttiva (CEE) 79/409 del Consiglio, 2 aprile 1979: G.U.C.E. 25 aprile 1979, n. L 103 (e s.m.i.) Conservazione degli uccelli selvatici;
- Regolamento CEE 1696/87 della Commissione del 10/06/87 (G.U.C.E. 17/06/87, L.161) relativo, alle modalità di applicazione del Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio sulla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio del 17/11/86 (G.U.C.E. 20/11/86, L.326) relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico.

#### 3.5.2.2 Normativa Nazionale

- Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357: Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e semi-

naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche (G.U. N. 284 DEL 23-10-1997, S.O. n.219/L).  
Testo coordinato al D.P.R. n. 120 del 2003 (G.U. n.124 del 30.05.2003);

- Legge 6 dicembre 1991, n. 394 “Legge quadro sulle aree protette” che detta i principi fondamentali per l’istituzione e la gestione delle aree protette al fine di conservare e valorizzare il patrimonio naturale del paese;
- Legge 8 agosto 1985, n. 431 “Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale”;
- Ex Decreto 431/1985 dei beni vincolati (ora art. 146 D. Lgs. 490/99; D. Lgs. 42/04 – Codice dei beni culturali e del paesaggio -, modificato dal D. Lgs. 22 gennaio 2006) relativo alla tutela dei beni paesaggistici e ambientali di notevole interesse pubblico, in particolare le aree ricoperte da boschi o vegetazione naturale (zone boscate) e fasce di rispetto dei corsi d’acqua

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio delle componenti in oggetto descritto di seguito è stato redatto in conformità 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.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) REV. 1 del 13 marzo 2015”.

### **3.5.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare**

La scelta delle aree è stata effettuata sulla base di criteri differenziati come sotto descritti:

- rappresentatività in relazione alle diverse unità di vegetazione intese come ambiti naturalistici a diversa idoneità faunistica;
- sensibilità, nel senso che dovranno essere oggetto di controllo diretto in campo tutte quelle aree che risultano avere particolari caratteristiche in relazione al valore naturalistico e/o alla fragilità degli equilibri in atto (aree verdi ricadenti in ambiti vincolati dal punto di vista ambientale);
- presenza di attività connesse alla costruzione dell’Opera particolarmente critiche sotto il profilo del potenziale impatto sulla vegetazione e fauna (cantieri);
- ripristini delle aree occupate temporaneamente per le attività di costruzione della linea ed opere accessorie.

Il territorio attraversato dal progetto, in special modo nel tratto in corrispondenza dell’area di Orsara mantiene degli elementi di pregio naturalistico, mentre nel tratto all’uscita dalla galleria Bovino lato Bovino, le aree di naturalità sono molto ridotte, avendo ormai acquisito caratteristiche essenzialmente

agricole, che hanno portato nel tempo alla perdita delle identità originali. Nel territorio attraversato, dal punto di vista della copertura del suolo, si possono quindi identificare i seguenti elementi:

- contesto agricolo caratterizzato da coltura a seminativo e ad oliveto;
- contesto delle fasce ripariali, concernente principalmente gli ambiti di ripa dei corsi d'acqua naturali.

La scelta dei punti di monitoraggio è avvenuta nei contesti delle aree ripariali, in considerazione del fatto che le aree più pregiate dal punto di vista naturalistico sono le aree in prossimità del Cervaro, il quale costituisce un corridoio ecologico di notevole importanza per il territorio circostante.

Di seguito si riportano le specifiche relative alle tre fasi di monitoraggio (ante-operam, corso d'opera e post-operam) per vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi.

#### **3.5.4 Parametri oggetto del monitoraggio**

Di seguito vengono riportati i riferimenti scientifici riguardanti le modalità e le tecniche che saranno utilizzate nel corso delle operazioni di monitoraggio. Vengono inoltre indicati i riferimenti normativi relativi alle aree di interesse naturalistico e quelli riguardanti le specie rare o di pregio.

##### **3.5.4.1 Comunità vegetali**

I rilevamenti fitosociologici saranno eseguiti secondo il metodo di Braun Blanquet (Braun-Blanquet J. 1964; Pignatti S. 1959; Pirola A., 1970; Westhoff V. E Van Der Maarel E. 1978; Giacomini V., Fenaroli L. 1958) e permetteranno (ove il rilievo sia effettuabile rispettando tutti i criteri previsti dal metodo stesso) l'attribuzione delle porzioni vegetazionali rilevate a fitocenosi note e ad una loro classificazione gerarchica di naturalità, e quindi ad un loro eventuale scostamento da tali categorie durante le fasi successive.

##### **3.5.4.2 Flora**

Al fine di fornire una misura confrontabile del livello di antropizzazione della flora nelle aree di interesse sarà utilizzato un indice di naturalità, basato sul rapporto tra le percentuali dei corotipi multizonali (definiti secondo S. Pignatti, 1982 appartenenti alla categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione, codice 9) a quelli eurimediterranei (appartenenti, sempre secondo Pignatti alla omonima categoria corologica).

Tale rapporto è stato messo a punto da Menichetti, Petrella e Pignatti nel 1989. In fase di ante-operam la presenza delle specie sinantropiche permette di valutare il livello di antropizzazione



dell'area e costituisce un riferimento per il confronto nelle fasi successive. Il rapporto "specie sinantropiche/totale specie censite" rappresenta, infatti, uno degli indici utilizzabili per il confronto dei risultati delle fasi di monitoraggio ed un modo per evidenziare le variazioni nell'ambiente naturale connesse con la realizzazione dell'infrastruttura.

Per quanto concerne la sinantropia, si sottolinea che tale attributo non è standardizzato in maniera esaustiva in alcun testo; pertanto si includeranno nella categoria "sinantropiche" quelle specie che:

- appartengono alla categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione (cod. 9). La categoria corologica rappresenta anche il carattere preso in considerazione nel calcolo del citato indice di sintesi (Menichetti, Petrella, Pignatti, 1989);
- sono tipiche di un habitat ruderale; rientrano in questo gruppo le entità che si rinvencono comunemente ai bordi delle strade o presso i ruderi, le avventizie naturalizzate, le specie sfuggite a coltura ed inselvatichite, alcune infestanti di campi ed incolti.

Tutte le specie con tali caratteristiche saranno contrassegnate, nelle schede di indagine, con "Sin". Nelle schede di rilevamento le specie vegetali rare o molto rare in Italia saranno contrassegnate dalle sigle R ed RR rispettivamente, quelle rare o molto rare nelle regioni interessate con r ed rr.

Per quanto riguarda la nomenclatura scientifica utilizzata e la verifica della corretta determinazione delle specie nelle indagini floristiche, il testo di riferimento è: S. Pignatti, 1982, Flora d'Italia, Edagricole.

Un ulteriore riferimento per la flora è costituito dalle Liste Rosse (Conti et al., 1992,1997) elaborate dalla Società Botanica Italiana e dal WWF con il contributo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Saranno contrassegnate con LR.

#### 3.5.4.3 Fauna

##### **Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche significative e stabili degli ecosistemi**

Le comunità ornitiche si prestano bene a rappresentare e descrivere la situazione qualitativa ambientale e le sue variazioni nel tempo; infatti questo gruppo faunistico risponde velocemente agli eventuali cambiamenti degli habitat, grazie alla sua elevata mobilità e sensibilità.

La metodologia scelta per effettuare i rilievi è inoltre particolarmente idonea ad essere applicata in ambienti uniformi ed omogenei, come sono le unità agro-ecosistemiche, e lungo ambienti che si sviluppano linearmente come le fasce ripariali dei corsi d'acqua.

Lo studio sull'avifauna sarà condotto sulla comunità delle specie nidificanti campione attraverso Transect Method; tale metodologia è ampiamente sperimentata e di uso consolidato (Merikallio, 1946; Jarvinen & Vaisanen, 1976).

I parametri e gli indici che saranno considerati ed elaborati sono i seguenti:

S = ricchezza di specie, numero totale di specie nel biotopo; questo valore è direttamente collegato all'estensione del biotopo campionato ed al grado di maturità e complessità, anche fisionomico-vegetazionale dello stesso (Mac Arthur e Mac Arthur, 1961)

H = indice di diversità calcolato attraverso l'indice Shannon & Wiener (1963) in cui:

$$H = - \sum p_i \ln p_i$$

dove  $p_i$  è la frequenza (Fr) dell'iesima specie ed  $\ln$  il logaritmo naturale; questo indice dà una misura della probabilità di incontrare nel corso del campionamento individui diversi; in pratica ad H maggiori corrispondono biotopi più complessi, con un numero maggiore di specie e con abbondanze ben ripartite;

J = indice di equiripartizione di Lloyd & Ghelardi (1964) in cui  $J = H/H_{max}$ , dove  $H_{max} = \ln S$ ; l'indice misura il grado di ripartizione delle frequenze delle diverse specie nella comunità o in altri termini il grado di lontananza da una equiripartizione (una comunità costituita da specie con eguale numero di individui); tale indice varia tra 0 e 1;

% non-Pass. = percentuale delle specie non appartenenti all'ordine dei Passeriformi; il numero di non-Passeriformi è direttamente correlato, almeno negli ambienti boschivi, al grado di maturità della successione ecologica (Ferry e Frochet, 1970);

d = dominanza; sono state ritenute dominanti quelle specie che compaiono nella comunità con una frequenza relativa uguale o maggiore di 0,05 (Turcek, 1956; Oelke, 1980); le specie dominanti diminuiscono con l'aumentare del grado di complessità e di maturità dei biotopi.

Abbondanza: numero di individui/15' = numero di individui osservati di una determinata specie nell'unità di tempo di 15'; numero di individui/1000 m = numero di individui osservati di una determinata specie in 1000 metri di transetto.

### **Fauna mobile terrestre**

Nell'indagine relativa alla Fauna mobile terrestre, la corretta attribuzione dei reperti sarà verificata con la consultazione di manuali, atlanti e guide scientifiche e lavori scientifici, quali:

- S. Debrot, G. Fivaz, C. Mermod e J.M. Weber, 1982, Atlas des poils the marnmiferes d'Europe. Neuchatei Institute de Zoologie.
- M.G Day, 1966, "Identification of hair and theather remains in the gut and faices ofstoats and weasels". Journal of zoology, London, 148: 201-217.
- Lang A., 1989. Tracce di animali (impronte, escrementi, pasti, borre, tane e nidi). Zanichelli ed.
- Brown R.W., Lawrence M.J., Pope J., 1996. Le tracce degli animali. Arnoldo Mondadori ed.
- Corbet, Ovenden, 1985. Guida ai mammiferi d'Europa. Franco Muzzio Editore.
- Stokes D., 1986. A guide to animal tracking and behaviour Stokes nature guides.
- Arnold, Burton, 1985. Guida dei rettili e degli anfibi d'Europa. Franco Muzzio Editore.

Saranno inoltre evidenziate le specie animali presenti nelle Liste Rosse.

L'area di progetto, in particolare il tratto finale lato Napoli, ricade all'interno del SIC IT9110032 "Valle Del Cervaro - Bosco dell'Incoronata", evidenziato nella tavola IF1W00D22N3SA000P001A "Carta delle aree naturali protette e Rete Natura 2000" allegata allo Studio di Impatto Ambientale.

### **Chiroteri**

Sono importanti indicatori faunistici in quanto minacciati da numerosi fattori di pressione ambientale di origine antropica quali l'adozione di sistemi di illuminazione invasivi, l'eliminazione e la frammentazione degli habitat, l'utilizzo di sostanze inquinanti (pesticidi e insetticidi), il disturbo e la dispersione delle colonie riproduttive e dei roost degli svernanti. Sono solitamente adottate due tecniche principali:

- rilevamento tramite bat-detector lungo transetti che restituisce una valutazione qualitativa delle specie presenti (ricchezza di specie);
- conteggi presso i roosts (posatoi, siti di rifugio) estivi, riproduttivi o di ibernazione, che invece forniscono una quantificazione delle popolazioni. (Battersby 2010, Agnelli et al., 2004).

Il bat-detector rileva gli impulsi di eco-localizzazione emessi dai Microchiroteri (sottordine dei Chiroteri a cui appartengono tutte le specie italiane), che, opportunamente classificati, consentono il riconoscimento a livello di specie.

### 3.5.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

#### 3.5.5.1 Vegetazione e flora

La caratterizzazione della vegetazione e della flora sarà effettuata attraverso due tipi di indagine:

- 1) Rilievo fitosociologico
- 2) Censimento floristico

Le aree verranno georeferenziate mediante l'utilizzo del GPS, al fine di rendere agevole il ritrovamento dell'area esatta negli anni successivi di monitoraggio. Verrà posizionato, possibilmente presso ogni area, un cartello identificativo dell'area di rilevamento al fine di evitare che i paletti vengano rimossi da ignoti. All'interno di queste aree verranno effettuate le analisi come nel seguito descritto. La localizzazione precisa delle aree di indagine sarà definita in campo, al fine di scegliere in loco le aree ritenute idonee al monitoraggio.

I risultati di tali attività sono raccolti in specifiche schede, check-list e su elaborati grafici. In particolare viene redatta la Carta Fisionomica Strutturale della Vegetazione, rappresentabile su base cartografica o su ortofoto.

In corrispondenza di ciascuna area indagata verranno quindi ricavati l'indice di ricchezza totale (numero di specie dell'area) e l'indice di sinantropicità (rapporto tra la differenza tra le specie presenti e le specie sinantropiche ed il numero delle specie in totale), al fine di verificare possibili alterazioni delle fitocenosi autoctone (in particolare l'ingresso di specie infestanti dovute alle attività di cantiere).

Con particolare riferimento alla fase di Post Operam, il monitoraggio ambientale delle componenti vegetazionali, avrà inoltre la finalità di verificare che l'impianto sia stato realizzato in coerenza con il progetto e con il capitolato speciale delle opere a verde di RFI (Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili – Parte II – Sezione 15 “Opere a Verde” Prot. RFI DTC SICS SP IFS 001 A del 30/06/2014), si fa presente che la suddetta verifica, riguardante l'attecchimento degli impianti sarà a carico dell'appaltatore.

#### 3.5.5.1.1 Rilievo fitosociologico con metodo Braun-Blanquet che consente di registrare la presenza delle specie vegetali naturali ed alloctone invasive e di verificarne l'espansione e la contrazione nel corso del tempo

Tale indagine è finalizzata all'individuazione delle variazioni prodotte nella struttura delle formazioni vegetali e consiste in rilievi fitosociologici con il metodo Braun-Blanquet.

Le stazioni di rilevamento vengono identificate sulla base dei caratteri fisionomici indicatori dell'unitarietà strutturale della vegetazione considerata. Nella superficie campione (stazione di rilevamento), congruente col minimo areale di sviluppo del popolamento indagato, viene effettuato il censimento delle entità floristiche presenti, che sarà riportato sulla relativa scheda di rilevamento insieme alla percentuale di terreno coperta da ciascuna specie.

Per la stima del grado di copertura della singola specie si utilizza il metodo di Braun-Blanquet (1928). Nel corso dell'indagine l'area in esame deve essere delimitata temporaneamente da una fettuccia metrica. Nel caso di vegetazione pluristratificata, le specie dei diversi strati vengono rilevate separatamente (strato arboreo, arbustivo ed erbaceo).

**Risultati attesi**

- Analisi composizionale secondo metodo Braun-Blanquet:
  - Strato
  - Composizione floristica
  - Copertura
  - Forma
- Fisionomia e struttura della vegetazione

**3.5.5.1.2 Rilievo della composizione floristica e della copertura percentuale delle singole specie**

L'analisi floristica consiste nell'individuazione delle specie vegetali presenti all'interno di quadrati permanenti opportunamente predisposti in zone campione significative dal punto di vista ecologico e rappresentative dell'area in esame. Per ogni punto di campionamento, i censimenti della flora vengono realizzati lungo fasce di interesse, di larghezza non superiore ai 30 m, poste ai lati del tracciato dell'opera, opportunamente scelte in modo da attraversare le fitocenosi più rappresentative di ciascuna area d'indagine.

Il censimento delle specie vegetali viene realizzato percorrendo due itinerari paralleli al tracciato in modo tale da distinguere la flora della fascia prossimale alla linea ferroviaria, più esposta all'infiltrazione di specie estranee alla flora originaria, da quella della fascia distale, meno esposta, dove si ritiene persista, almeno in parte, la composizione floristica originaria (o quanto meno più intatta). Si procede per tratti successivi di 100 m con percorsi ad "U". I rilevamenti si considerano

conclusi quando l'incremento delle specie censite, con il procedere dei tratti, è inferiore al 10% del totale rilevato fino a quel momento.

Il riconoscimento delle specie è effettuato in campo (quando il campione è certo al livello di specie; viceversa i campioni per i quali sussistono dubbi vengono portati in laboratorio per un'analisi più approfondita): vengono segnalate le specie rare, protette o di particolare interesse naturalistico, e foto-documentate. Inoltre, per meglio evidenziare le variazioni che la realizzazione dell'infrastruttura produce nella flora, vengono distinte le entità sinantropiche presenti nelle due fasce. Il rapporto specie sinantropiche/totale specie censite rappresenta, infatti, uno degli indici previsti per il confronto dei risultati delle fasi di monitoraggio ed un modo per evidenziare le variazioni nell'ambiente naturale connesse con la realizzazione dell'infrastruttura.

In fase di ante-operam la presenza delle specie sinantropiche permette di valutare il livello di antropizzazione dell'area e costituisce un riferimento per il confronto nelle fasi successive.

**Risultati attesi**

- Lista floristica:
  - Fascia prossimale
  - Fascia distale
- Emergenze floristiche
- Specie sinantropiche
- Specie invasive/banalizzatrici
- Mappatura percorsi
- Indice di variazione:

**SPECIE SINANTROPICHE / TOT. SPECIE CENSITE**

### 3.5.5.2 Fauna

In merito ai popolamenti faunistici, nell'ambito del Progetto di Monitoraggio Ambientale, si svolgono i censimenti volti ad individuare la presenza di popolamenti significativi.

Vista la tipologia a carattere prevalentemente agricolo del territorio, si ritiene di poter effettuare un'analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche degli ecosistemi: l'avifauna, infatti, può fungere da efficace indicatore della qualità ambientale e costituisce un elemento di fondamentale importanza sia per la corretta valutazione di eventuali incidenze del progetto in esame, sia per le eventuali attività di monitoraggio connesse a quest'ultimo. In corrispondenza dei tratti a maggior naturalità, si prevede inoltre di integrare l'indagine ai Mammiferi ed ai Rettili. La presenza di edifici abbandonati, casolari

agricoli, e poderi ormai in disuso favorisce la presenza di una buona varietà di chirotteri, pertanto, saranno oggetto di indagine

In definitiva, quindi, nell'ambito del presente Progetto di Monitoraggio Ambientale, si prevedono i censimenti volti ad individuare la presenza dei seguenti Taxa:

- Mammiferi terrestri
- Rettili
- Avifauna
- Chirotteri

(il monitoraggio dell'ittiofauna è stato già considerato nella componente acqua superficiali, mediante la determinazione dell'indice NISECI).

La caratterizzazione della fauna sarà effettuata attraverso tre tipi di indagine, la cui metodologia è descritta nei paragrafi seguenti:

- indagini sull'avifauna;
- fauna mobile terrestre – Mammiferi medi e piccoli;
- fauna mobile terrestre – Anfibi e rettili;
- fauna mobile terrestre – Chirotteri.

I censimenti sull'avifauna verranno condotti lungo i transetti significativi mediante il metodo del "Visual census" e, per l'avifauna, mediante punti o transetti con l'ascolto al canto (Vocal individualità count) e osservazione visiva standard (Direct count). La durata indicativa di ciascun punto o transetto di ascolto-osservazione è compresa tra 10-15 minuti.

La caratterizzazione delle presenze verrà implementata anche mediante raccolta di elementi testimoniali di eventuali siti riproduttivi, tracce, siti rifugio, ecc.

In corrispondenza di ciascuna area indagata, in base ai censimenti condotti lungo gli opportuni transetti ed effettuati come sopra descritto, verranno sintetizzati i seguenti indicatori:

- indice di ricchezza totale (n° specie in totale);
- presenza/assenza di specie tutelate e/o di interesse conservazioni stico e, per l'avifauna:
- rapporto non passeriformi/passeriformi;
- la valutazione qualitativa delle specie di uccelli nidificanti nell'area.

La localizzazione delle aree campione e dei transetti di censimento verrà rappresentata in un opportuno elaborato grafico, alla scala 1:1.000 o adeguate, su base cartografica oppure su ortofoto. I risultati delle attività di censimento verranno riportati in opportune schede di rilevamento, check-list, tabelle.

#### 3.5.5.2.1 Indagini sull'avifauna

Lo studio sull'avifauna sarà condotto nel corso dei mesi primaverili-estivi e riguarderà la raccolta di dati sulla comunità delle specie nidificanti attraverso il metodo dei sentieri campione (Transect Method). Le specie verranno rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso:

- il rilievo mediante stazioni di ascolto (point counts);
- il rilievo su transetti lineari.

Le metodologie di riferimento sono approvate dalle seguenti istruzioni: MITO2000 (Monitoraggio Italiano Ornitologico); INFS (Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica); CISO (Centro Italiano Studi Ornitologici).

Le specie particolarmente elusive o rare (es. rapaci) possono inoltre richiedere l'applicazione di metodiche particolari, quali ad esempio battute di ascolto in particolari momenti della giornata (es. al tramonto per gli strigiformi), ricerca dei nidi o dei segni di presenza, induzione di risposta canora (censimento al playback). Le specie coloniali (es. laridi, ardeidi) richiedono anch'esse tecniche specifiche per stimare le densità delle colonie individuate.

#### 3.5.5.2.2 Fauna mobile terrestre

Per l'indagine relativa alla fauna terrestre mobile, potenzialmente condizionata dalle interruzioni della continuità degli habitat da parte dei tratti della linea, è necessario definire degli itinerari lineari per rilevare Mammiferi. Il principale obiettivo di questo tipo d'indagine è la verifica di eventuali effetti di interruzione della continuità faunistica da parte dell'opera.

Le specie verranno rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso l'osservazione diretta e mediante l'utilizzo dei cosiddetti segni di presenza, efficaci soprattutto per i mammiferi con abitudini notturne. In questi casi si prenderanno in considerazione per il riconoscimento delle specie le tracce, le feci, gli scavi e le tane. Si misureranno le dimensioni (lunghezza, larghezza e profondità) di alcuni reperti quali feci, scavi e tane. Le tracce di mammiferi verranno identificate ed attribuite alle diverse specie fin dal loro ritrovamento in campagna. In taluni casi, per avere ulteriori conferme, verranno prelevati campioni per sottoporli a successive indagini: al microscopio binoculare verrà effettuato il



riconoscimento dei resti alimentari, mentre al microscopio ottico verranno analizzati gli eventuali campioni di peli rinvenuti ed opportunamente trattati.

È opportuno sottolineare che, al fine di ottenere un campionamento meno condizionato dalla casualità delle osservazioni, sarebbe necessario effettuare numerosi rilevamenti in diversi periodi dell'anno, almeno uno per stagione. Soltanto uno studio di questo tipo è, infatti, in grado di fornire informazioni precise ed attendibili sulla presenza di tutte le specie agenti nell'area, e permette di stimare le densità e la struttura di popolazione

Tuttavia, al fine di migliorare l'efficienza dell'indagine ed ottenere risultati utili a conoscere sufficientemente almeno la presenza/assenza delle specie sul territorio, verranno effettuati due giorni di rilevamenti in campagna per ciascuna area campione.

I risultati di questo tipo d'indagine permetteranno di analizzare le possibili interferenze tra la linea ferroviaria ed i vertebrati rinvenuti, di avanzare ipotesi da verificare nelle fasi successive e di suggerire, ove necessario, opportuni accorgimenti al fine di mitigare gli impatti specifici ed in particolare l'effetto barriera.

I parametri che verranno raccolti saranno i seguenti:

- elenco delle specie presenti;
- loro frequenza e distribuzione all'interno dell'area campionata.

I luoghi di ritrovamento dei campioni saranno posizionati sulle carte di progetto in scala 1:1.000 (al fine di uno specifico posizionamento attraverso coordinate geografiche) e saranno fotografati; sulla cartografia saranno riportati anche i coni visuali delle foto.

#### 3.5.5.2.3 Fauna mobile terrestre – Chiroteri

L'indagine sarà eseguita mediante punti di ascolto serali (in numero da definire sulla base delle risultanze di campo), dal tramonto e nelle tre ore successive (21.00-24.00) e della durata di 10-15 minuti con rilevatore di ultrasuoni (bat-detector- Ultrasound detector D240X, Petterson Elektronik - tecnologia in grado di rendere udibili all'uomo gli ultrasuoni emessi dai Chiroteri durante il volo per l'orientamento).

I segnali verranno registrati su idoneo supporto di memorizzazione di file sonori e analizzati con il software Batsound pro 3.31.

Gli indicatori e gli indici principali (salvo ulteriori specifici che potrebbero emergere in itinere) di riferimento sono i seguenti:

- N° specie contattate/rilievo;
- N° di contatti/specie per ogni punto di rilievo;
- presenza di specie di elevato valore conservazionistico (allegato II Direttiva Habitat);
- presenza eventuale di colonie riproduttive e stima quali-quantitativa di massima degli individui (ove possibile);
- presenza eventuale di roost di svernamento e stima quali-quantitativa di massima degli individui (ove possibile).

### 3.5.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

#### 3.5.6.1 Flora e vegetazione

Il monitoraggio della vegetazione e flora riguarderà le fasi di AO, CO e PO. Per l'intero periodo di monitoraggio sono previste le seguenti frequenze di misura:

ATTIVITÀ	ANTE OPERAM (6MESI) (FREQUENZA)	CORSO D' OPERA (5 ANNI) (FREQUENZA)	POST OPERAM (6MESI) (FREQUENZA)	POST OPERAM (3 ANNI) (FREQUENZA)
				SPECIE MESSE A DIMORA
<i>Censimento floristico</i> <i>Flora - analisi floristica per fasce campione distale e prossimale all'opera (c)</i>	2 volte /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	2 volte /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	2 volte /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	/
<i>Rilievo Fitosociologico</i> <i>Comunità vegetali - rilievo fitosociologico con metodo di Braun-Blanquet (d)</i>	1 volta /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	1 volta /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	1 volta /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	1 volta /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)

Tabella 15 Tipologia di rilievi e frequenza prevista per la componente Flora e vegetazione

Sarà effettuata in fase post-operam una verifica dello stato fito-sanitario delle specie messe a dimora, l'indagine sarà effettuata 1 volta all'anno ed avrà durata pari a 3 anni.

Rinvii temporanei di prelievi e/o misure potranno essere previsti in corrispondenza delle singole aree in presenza di:

- precipitazioni e contestuali di intensità tali da rendere impossibili le indagini;
- oggettivi e documentati impedimenti all'accesso ai siti di indagini.

I rilievi in campo dovranno essere effettuati nel periodo primaverile (I campagna) e nel periodo tardo estivo (II campagna) escludendo il periodo estivo, in presenza di temperature alte e clima secco; coerentemente sarà escluso anche il periodo invernale in cui le temperature risultano essere molto basse e avverse alla vegetazione.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati grafici IF2O00E22P5AC0000001-3A "Planimetrie dei punti di monitoraggio", di seguito la tabella riassuntiva dei punti individuati.

Punto	Progr. Km	Indagini previste		
		A.O. (6 mesi)	C.O. (~5 anni)	P.O. (6 mesi)
VEG_01	37+750 (Fiume Cervaro – DT.05)	X	X	X
VEG_02	41+000 (Fiume Cervaro – AT.04)	X	X	X

Tabella 16 Punti di monitoraggio per la componente Flora e Vegetazione

Punto	Indagini previste
	P.O. ( 3 anni)
VEG_SD* *specie a dimora	X

Tabella 17 Punti di monitoraggio nelle aree destinate alle opere a verde

### 3.5.6.2 ZSC IT9110032 "Valle del Cervaro, Bosco dell'Incoronata" Flora e vegetazione

Nell'area della ZSC IT9110032 "Valle del Cervaro, Bosco dell'Incoronata", come da prescrizione dell'Ordinanza del Commissario n.48 del 29 Settembre 2020, il monitoraggio sarà di durata quinquennale con le seguenti frequenze:

ATTIVITÀ AGGIUNTIVE NELLA ZSC IT9110032	POST OPERAM (5 ANNI) (FREQUENZA)
<i>Rilievo Fitosociologico</i> <i>Comunità vegetali - rilievo</i> <i>fitosociologico con metodo di Braun-Blanquet (d)</i>	1 volta /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)

Nelle suddette aree, interessate dalla messa a dimora delle opere a verde ricadenti all'interno della ZSC IT9110032 "Valle del Cervaro, Bosco dell'Incoronata", vengono effettuati dei monitoraggi dello stato fito-sanitario durante la fase PO della durata di 5 anni.

### 3.5.6.3 Fauna

Il monitoraggio della Fauna riguarderà le fasi di AO, CO e PO.

La durata del periodo di monitoraggio in corso d'opera sarà di circa 5 anni, mentre quello relativo alla fase ante e post-operam sarà di sei mesi.

Per l'intero periodo di monitoraggio sono previste le seguenti frequenze di misura:

Attività	Ante Operam (6 mesi) (frequenza)	Corso d' Opera ( ~5 anni) (frequenza)	Post Operam (6 mesi) (frequenza)
Avifauna (AV)	4 volte	4/anno	4 volte
Fauna mobile terrestre – Mammiferi di medie e piccole dimensioni (MT)	3 volte	3/anno	3 volte
Fauna mobile terrestre – Anfibi e rettili (MT)	5 volte	5/anno	5 volte
Fauna mobile terrestre - Chiroterri	4 volte	4 volte	4 volte

Tabella 18 Tipologia di rilievi e frequenza prevista per la componente Fauna

Le aree caratterizzate da una maggiore naturalità sono quelle legate al passaggio dei corsi d'acqua, in corrispondenza delle quali sono previste anche le indagini sulla fauna (AV e MT).

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati grafici "Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio ambientale", ove è possibile individuare i punti previsti. Di seguito si riporta una tabella esplicativa.

Punto	Progr. Km	Indagini previste		
		A.O. (6 mesi)	C.O. (~5 anni)	P.O. (6 mesi)
FAU_01	37+750 (Fiume Cervaro – DT.05)	X	X	X
FAU_02	41+000 (Fiume Cervaro – AT.04)	X	X	X

Tabella 19 Punti di monitoraggio per la componente Fauna

#### 3.5.6.4 ZSC IT9110032 “Valle del Cervaro, Bosco dell'Incoronata” Fauna

Nell'area interessata dalla messa a dimora delle opere a verde ricadenti all'interno della ZSC IT9110032 “Valle del Cervaro, Bosco dell'Incoronata”, vengono effettuati dei monitoraggi della fauna durante la fase PO della durata di 5 anni.

ATTIVITÀ AGGIUNTIVE NELLA ZSC IT9110032	POST OPERAM (5 ANNI) (FREQUENZA)
Avifauna (AV)	4 volte
Fauna mobile terrestre – Mammiferi di medie e piccole dimensioni (MT)	3 volte
Fauna mobile terrestre – Anfibi e rettili (MT)	5 volte
Fauna mobile terrestre - Chirotteri	4 volte

Tabella 20 Punti di monitoraggio per la componente Fauna all'interno della ZSC

Punto	Indagini previste
	P.O. ( 5 anni)
FAU_SD* *specie a dimora	X

Tabella 21 Punti di monitoraggio per la fauna nelle aree destinate alle opere a verde

## 3.6 Rumore

### 3.6.1 Obiettivi del monitoraggio

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

Il monitoraggio per lo stato corso d'opera è finalizzato a verificare il disturbo sui ricettori nelle aree limitrofe alle aree di lavoro ed intervenire tempestivamente con misure idonee durante la fase costruttiva. Per la fase post-operam l'obiettivo del monitoraggio è quello di verificare gli impatti acustici dovuti all'esercizio della nuova linea, accertare la reale efficacia degli interventi di mitigazione e predisporre le eventuali nuove misure per il contenimento del rumore.

Le misure dovranno essere effettuate ante-operam, corso d'opera e post-operam, ossia dopo l'ingresso in esercizio dell'opera in progetto, in aree con o senza necessità di opere di mitigazione.

### 3.6.2 Normativa di riferimento

#### Leggi nazionali

- D. Lgs. 19/08/05 n. 194 Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. (GU n. 222 del 23-9-2005) Testo coordinato del Decreto-Legge n. 194 del 19 agosto 2005 (G.U. n. 239 del 13/10/2005) Ripubblicazione del testo del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194, recante: «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale», corredato delle relative note. (Decreto legislativo pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 222 del 23 settembre 2005);
- Presidenza del Consiglio dei Ministri 30 giugno 2005: Parere ai sensi dell'art.9 comma 3 del decreto legislativo 28 agosto 1997 n.281 sullo schema di decreto legislativo recante recepimento della Direttiva 2002/49CE del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale;
- Circolare 6 Settembre 2004 – Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali. (GU n. 217 del 15-9-2004);
- DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 30 Marzo 2004, n. 142 Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447 (GU n. 127 del 1-6-2004) in vigore dal 16-6-

2004;

- Decreto 1° aprile 2004 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale (GU n. 84 del 9-4-2004);
- DECRETO LEGISLATIVO 4 settembre 2002, n.262 Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto;
- Decreto 23 Novembre 2001 Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore. (GU n. 288 del 12-12-2001);
- Decreto Ministero Ambiente 29 novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore" (Gazzetta Ufficiale n. 285 del 6 dicembre 2000);
- D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459: Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario;
- Decreto Ministeriale 16 marzo 1998 -Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 -Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici;
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 -Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- Legge 26 ottobre 1995 n. 447 "LEGGE QUADRO SULL'INQUINAMENTO ACUSTICO";
- Il DPCM 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio della componente rumore descritto di seguito è stato redatto in conformità agli "Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Agenti fisici – Rumore REV. 1 del 30 dicembre 2014".

### 3.6.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

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

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

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

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

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

- RUC, per il monitoraggio del rumore prodotto dalle attività di cantiere (ante-operam, corso d'opera);
- RUV, per il monitoraggio del rumore prodotto dalla viabilità di cantiere (ante-operam, corso d'opera);
- RUL, per il monitoraggio del rumore prodotto dal FAL (corso d'opera);
- RUF, per il monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario (ante-operam, post-operam).

Nel caso in oggetto, in funzione della tipologia dell'opera da realizzare, della dotazione infrastrutturale e del territorio in cui si inserisce, si prevedono misure di tipo RUC, RUL e RUF.

Nella fase ante-operam saranno monitorati tutti i punti al fine di caratterizzare lo stato di fondo.

In base alla finalità della misura ed alla tipologia di rumore monitorato (ferroviario, cantieri, FAL) si prevede di eseguire le tipologie di misure RUC, RUF e RUL, di 24 ore con postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore; le misure saranno eseguite in fase ante-operam ed in corso d'opera per il controllo e la caratterizzazione del rumore nelle aree di cantiere (RUC) e per la caratterizzazione del Fronte Avanzamento Lavori (RUL). Saranno effettuate misure ante-operam e post-operam per il controllo del transito dei convogli ferroviari (RUF).

Le postazioni RUF sono localizzate:

- in corrispondenza di punti caratterizzati da un impatto residuo a valle delle misure di mitigazione



previste nel progetto (barriere antirumore di linea), la campagna di monitoraggio acustico sarà volta a verificare il rispetto dei limiti di legge per tutti i ricettori interessati;

- in corrispondenza dei ricettori per i quali in fase di studio acustico sono stati ipotizzati degli interventi diretti.

Le misure verranno effettuate prima di realizzare eventuali interventi diretti, per validare le ipotesi fatte in fase di studio acustico.

Le postazioni RUC e RUL sono localizzate in corrispondenza dei ricettori abitativi maggiormente esposti alle attività di cantiere rumorose (realizzazione di gallerie e viadotti) e sono finalizzate a verificare l'efficacia delle barriere antirumore di cantiere, fisse e mobili, previste a protezione di tali ricettori.

La dislocazione dei punti tiene conto della disposizione dei ricettori rispetto alle sorgenti di rumore, della classificazione acustica e della densità abitativa dell'area, aumentando opportunamente la densità dei punti di monitoraggio, posizionati in corrispondenza degli edifici più esposti.

### 3.6.4 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

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

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

Distanza	distanza del microfono dalla sorgente
Altezza	altezza del microfono rispetto al piano campagna
LAE,TR	<p>SEL complessivo dovuto al contributo energetico di tutti i transiti. Esso è ricavato dalla somma logaritmica degli LAE<sub>i</sub> relativi a ciascun transito nel periodo di riferimento in cui si sono verificati (diurno o notturno). Si ricava dalla formula seguente:</p> $L_{AE} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{AEi})}$ <p>LAE<sub>i</sub> è il livello sonoro di un singolo evento (SEL), che riassume il contributo energetico di un transito.</p>
LAeq,TR	<p>è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" nel periodo di riferimento. Si calcola dalla formula seguente:</p> $L_{Aeq,TR} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{AFi})} - k$ <p>dove: TR è il periodo di riferimento diurno o notturno; n è il numero di transiti avvenuti nel periodo TR;</p>

	k = 47,6 dB(A) nel periodo diurno (06:00 ÷ 22:00) e k = 44,6 dB(A) nel periodo notturno (22:00 ÷ 06:00).
LA	(livello di rumore ambientale) è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. Esso deve essere distinto tra periodo diurno (06:00 ÷ 22:00) e periodo notturno (22:00 ÷ 06:00).
LR	(livello di rumore residuo) è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici. Nel nostro caso è il livello ambientale depurato dal contributo sonoro di tutti i transiti ferroviari.
Treni N	numero di treni transitati nel periodo di riferimento diurno e notturno.
LAeq,F	è il livello continuo equivalente riferito solo al passaggio di tutti i convogli nelle 24 ore

### 3.6.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Nel corso delle campagne di monitoraggio acustico verranno rilevate le seguenti categorie di parametri:

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

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

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

Nella tabella seguente si riportano i punti di monitoraggio della componente rumore, nonché la tipologia di punto (RUC, RUF, RUL).

Nel complesso si prevedono:

- 2 RUC;

- 2 RUL;
- 1 RUF.

Per un totale di 5 postazioni.

PUNTO	OPERA DA MONITORARE	FASE	FREQUENZA	DURATA
RUL 01	RI01	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	Trimestrale per la durata dell'opera	24 h
RUC 01/ RUL02	RI.01 NV01 IN.01	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	Trimestrale per la durata dell'opera	24 h
RUF 01	Ferrovia	AO	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 1 campagna	24 h
RUC 02	AS_02	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	Trimestrale per la durata dell'opera	24 h

Tabella 22 Punti di monitoraggio sulla componente rumore

### 3.7 Vibrazioni

Le principali sorgenti di vibrazioni nei cantieri sono generalmente connesse alle attività di demolizione, scavo, perforazione e palificazione. Nel caso specifico, per le opere in esame, gli impatti da vibrazione significativi durante l'esecuzione delle opere risultano essere prodotti dalle attività di perforazione delle gallerie, dalle relative opere di consolidamento, e dalle attività di palificazione dei viadotti e dei rilevati.

#### 3.7.1 Obiettivi del monitoraggio

L'obiettivo del monitoraggio vibrazionale proposto nel presente PMA è quello di prevenire e controllare il disturbo provocato dalle vibrazioni prodotte nella fase costruttiva sugli edifici più esposti e verificare l'eventuale disturbo indotto dal passaggio dei mezzi di cantiere lungo le piste ricavate all'interno delle aree di lavorazione stesse.

#### 3.7.2 Normativa di riferimento

Il problema delle vibrazioni negli ambienti di vita, attualmente, non è disciplinato da alcuna normativa nazionale. Pertanto, qualora si intenda procedere ad una valutazione strumentale di tale fenomeno fisico è bene affidarsi alle corrispettive norme tecniche. Nello specifico il riferimento è costituito dalla norma tecnica UNI 9614:2017 – Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo, in quanto, nel caso specifico, il monitoraggio è finalizzato alla verifica del disturbo alle persone.

Si evidenzia, comunque, che i livelli di vibrazione imposti per la limitazione del disturbo sulla persona, riportati nella normativa UNI 9614:2017, sono più restrittivi rispetto a quelli relativi al danneggiamento degli edifici riportati nella normativa 9916 (derivata dalla ISO 4866).

#### UNI 9614

La norma definisce il metodo di misura delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne agli edifici stessi. Inoltre, la norma prevede criteri di valutazione differenziati a seconda della tipologia della vibrazioni (di livello costante, di livello non costante e impulsive).

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

Le vibrazioni possono essere misurate rilevando il valore efficace dell'accelerazione che può essere espresso in m/s<sup>2</sup> o mm/s<sup>2</sup> o in termini di livello dell'accelerazione espresso in dB. Il livello dell'accelerazione è definito dalla seguente relazione:

$$L = 10 \cdot \log \left( \frac{a^2}{a_0^2} \right)$$

dove L è il livello espresso in dB, a è l'accelerazione espressa in m/s<sup>2</sup> e a<sub>0</sub> = 10<sup>-6</sup> m/s<sup>2</sup> è il valore dell'accelerazione di riferimento.

Le vibrazioni sono rilevate lungo i tre assi di propagazione. Tali assi sono riferiti alla persona del soggetto esposto: l'asse x passa per la schiena ed il petto, l'asse y per le due spalle, l'asse z per la testa e i piedi (per la testa e i glutei se il soggetto è seduto).

Come prescritto dalla norma UNI 9614 le accelerazioni da valutare sono quelle comprese nel range di frequenza tra 1 e 80 Hz e il dato da considerare è il valore quadratico medio delle accelerazioni presenti durante l'intervallo di tempo esaminato.

Considerando, inoltre, che la percezione da parte dei soggetti esposti varia a seconda della frequenza e dell'asse di propagazione, i valori rilevati sono ponderati in frequenza al fine di attenuare le componenti esterne agli intervalli di sensibilità, ottenendo così il livello equivalente ponderato dell'accelerazione L<sub>w,eq</sub>.

### **UNI 9916**

Tale norma non fornisce limiti ben definiti ma fornisce una guida relativa ai metodi di misura, di trattamento dei dati, di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

La norma classifica le definizioni di danno in funzione degli effetti che le vibrazioni provocano agli edifici secondo la seguente terminologia:

- danno di soglia: formazione di fessure filiformi sulle superfici dei muri a secco o accrescimento di fessure già esistenti sulle superfici intonacate o sulle superfici di muri a secco; inoltre formazione di fessure filiformi nei giunti a malta delle costruzioni in mattoni e in calcestruzzo;
- danno minore: formazione di fessure più aperte, distacco e caduta di gesso o pezzi di intonaco di

muri a secco; formazione di fessure in blocchi di mattoni o di calcestruzzo;

- danno maggiore: danneggiamento di elementi strutturali; fessure nelle colonne di supporto; apertura di giunti; serie di fessure nella muratura.

Ed inoltre;

- ISO 2631, Mechanical vibration and shock evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 1: General requirements, 1997.
- ISO 2631, Evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 2: Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz), 1989.
- ISO 2631, Evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 3: Evaluation of exposure to whole-body vibration in the frequency range 0.1 to 0.63 Hz, 1985.
- ISO 1683, Acoustics – Preferred reference quantities for acoustic levels, 1983.
- CEI 29-1 Misuratori di livello sonoro (conforme alla pubblicazione IEC 651), 1983.
- DIN 4150, Vibrations in building. Part 2: Influence on persons in buildings, 1975.

Per la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante, i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza o i corrispondenti valori riscontrati sui tre assi, possono essere confrontati con i limiti di seguito riportati, distinti in funzione della destinazione d'uso dell'edificio ove sono state rilevate.

	A (M/S <sup>2</sup> )	L (dB)
Aree critiche	5,0 10 <sup>-3</sup>	74
Abitazioni (notte)	7,0 10 <sup>-3</sup>	77
Abitazioni (giorno)	10,0 10 <sup>-3</sup>	80
Uffici	20,0 10 <sup>-3</sup>	86
Fabbriche	40,0 10 <sup>-3</sup>	92

Tabella 23 Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per l'asse z

	A (M/S <sup>2</sup> )	L (dB)
Aree critiche	3,6 10 <sup>-3</sup>	71
Abitazioni (notte)	5,0 10 <sup>-3</sup>	74
Abitazioni (giorno)	7,2 10 <sup>-3</sup>	77
Uffici	14,4 10 <sup>-3</sup>	83

	A (M/S <sup>2</sup> )	L (DB)
Fabbriche	28,8 10 <sup>-3</sup>	89

Tabella 24 Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per gli assi x e y

### 3.7.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

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

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

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

### 3.7.4 Modalità di monitoraggio e parametri

I rilievi sono eseguiti per mezzo di un analizzatore di frequenza in tempo reale (per la classe 1 conforme alle norme EN 60652/1994 e EN 60804/1994 e alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094-1/1994 per quanto riguarda i filtri) collegato ad un accelerometro per mezzo di un opportuno preamplificatore di segnale. Il principio di funzionamento dell'accelerometro si basa sulla nota relazione  $F = M \times a$ , per cui un corpo di massa  $M$  cui è applicata una forza  $F$  si sposta con accelerazione  $a$ . Il fenomeno vibratorio imprime alla massa  $M$  una forza  $F$ , la forza attua uno sforzo di compressione o di taglio su un cristallo piezoelettrico, il quale genera una carica elettrica proporzionale alla forza e di conseguenza all'accelerazione. L'accelerometro sfrutta la tecnologia LIVM (Low Impedence Voltage Mode) che permette di convertire l'alta impedenza dei segnali elettrici generati dal cristallo piezoelettrico in una tensione a bassa impedenza per trasmettere il segnale sui cavi elettrici e mantenere un'eccellente immunità al rumore elettrico, tanto che la sensibilità di detto

accelerometro è pari a 517.50 mV/g corrispondente a 52,77 mV/m/s<sup>2</sup> nel range di frequenza da 1Hz a 3000 Hz. Il rumore elettrico equivalente è, invece, pari a 0.0001 G corrispondente a 0,980665 mm/s<sup>2</sup>. Le modalità di rilevamento possono variare da caso a caso e, in generale, dipendono dai seguenti fattori:

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

### **3.7.5 Elaborazioni delle misure**

L'elaborazione delle misurazioni sarà effettuata per ogni evento significativo, per ogni sensore installato e per ogni direzione di misura. I segnali, registrati nel dominio del tempo dovranno essere analizzati nel dominio delle frequenze nel campo da 1 a 80 Hz, rappresentando gli spettri in diagrammi ad 1/3 di ottava. Più in dettaglio per ogni sito di misura e per ogni posizione dovrà essere diagrammato lo spettro medio e lo scarto quadratico medio delle misure delle tre componenti, composte secondo le indicazioni della normativa ISO 2631. Si ricorda che ogni diagramma dovrà essere completato dalla tabella dei valori relativi al diagramma stesso.

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

### **3.7.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio**

Per la componente vibrazioni si prevedono tre tipologie di postazioni di misura:

- le postazioni di tipo VIC, specifiche per la verifica delle attività di cantiere, da monitorare nelle fasi AO e CO;
- le postazioni di tipo VIL, specifiche per la verifica delle attività del fronte avanzamento lavori (FAL), da monitorare nella fase CO;
- le postazioni di tipo VIF per la verifica dell'impatto indotto dal transito dei treni nel post-operam e per determinare la necessità o meno di interventi di mitigazione, da monitorare nelle fasi AO e PO.



In particolare i VIL si prevedono in corrispondenza di quei ricettori maggiormente esposti alle attività di:

- realizzazione dei rilevati e trincee, nei quali risulta impattante l'azione dovuta al vibrocompattatore.

Le misure VIF saranno previste in corrispondenza dei ricettori residenziali prossimi alla linea e oggetto di potenziale disturbo, le misure saranno funzionali al rilievo dell'accelerazione nelle tre direzioni fondamentali e saranno caratterizzate in termini di analisi settoriale ed occorrenza temporale, secondo i dettami e i criteri delle seguenti norme:

- norma 9614:1990 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo";
- norma 11048:2003 "Vibrazioni meccaniche ed urti – Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo";
- norma 9916:2004 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici".

Le prime due norme si rivolgono specificamente alla definizione dei criteri di valutazione del disturbo alle persone, mentre la terza norma indica criteri per la misura e la valutazione delle vibrazioni con riferimento ai possibili danni strutturali.

Al fine della valutazione del livello di disturbo, saranno impiegati i valori limite da normativa riportati nella tabella sottostante:

Luogo	Accelerazione[m/s <sup>2</sup> ]	L[dB]
Aree critiche	3.3 * 10 <sup>-3</sup>	71
Abitazioni (notte)	5.0*10 <sup>-3</sup>	74
Abitazioni (giorno)	7.2*10 <sup>-3</sup>	77
Uffici	14.4*10 <sup>-3</sup>	83
Fabbriche	28.8*10 <sup>-3</sup>	89

Tabella 25 Valori limite di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614)

Nella tabella seguente si riportano i punti di monitoraggio della componente vibrazioni, nonché la tipologia di punto (VIC, VIF, VIL).

Nel complesso si prevedono:

- 2 VIC;
- 1 VIF;
- 2 VIL.

per un totale di 5 postazioni di misura.

Nella fase Ante Operam sarà svolta una campagna di misura sui punti VIC e VIF.

Nella fase Corso d’Opera sono previste due campagne di misura per i punti VIC e VIL.

In fase di Post Operam sarà svolta una campagna di monitoraggio sui punti VIF.

Per un’analisi dettagliata dell’ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati grafici IF1W00D22P5AC0000001-3A “Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio ambientale”, nella tabella seguente è riportata l’indicazione delle postazioni di rilievo, e la frequenza e durata del monitoraggio nelle diverse fasi.

PUNTO	OPERA DA MONITORARE	FASE	FREQUENZA	DURATA
VIC 01/VIL 02	NV.01 RI01	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIC 02	AS.02	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIL 01	RI01	CO	n. 2 campagne	24 h
VIF 01	Ferrovia 29+500	AO	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 1 campagna	24 h

Tabella 26 Punti di monitoraggio della componente vibrazioni

### 3.8 Paesaggio

#### 3.8.1 Obiettivi di monitoraggio

Il monitoraggio della componente paesaggistica ha lo scopo di analizzare lo stato dei luoghi (contesto paesaggistico ed area di intervento) prima dell'esecuzione delle opere previste, ed accertarne dopo la realizzazione dell'intervento:

- la compatibilità rispetto ai valori paesaggistici riconosciuti dagli eventuali vincoli presenti;
- la congruità con i criteri di gestione dell'immobile o dell'area;
- la coerenza con gli obiettivi di qualità paesaggistica.

Per tale motivo si prevede di monitorare la componente paesaggio sia in fase ante-operam che in fase post-operam.

Gli elementi per la valutazione di compatibilità paesaggistica si basano su una simulazione dettagliata dello stato dei luoghi a seguito della realizzazione del progetto, resa mediante una fotomodellazione realistica (rendering computerizzato o manuale del progetto e sovrapposizione alle foto dello stato di fatto), comprendente un adeguato intorno dell'area di intervento, desunto dal rapporto di intervisibilità esistente (punti di osservazione), per consentire la valutazione di compatibilità ed adeguatezza delle soluzioni nei riguardi del contesto paesaggistico. Attraverso elaborazioni fotografiche e grafiche, si mostreranno gli effetti dell'inserimento nel contesto paesaggistico e l'adeguatezza delle soluzioni.

#### 3.8.2 Il report sul paesaggio

Il monitoraggio della componente paesaggio si esplica attraverso diverse attività finalizzate alla redazione del Report sul Paesaggio, comprensivo di rappresentazioni in elaborati grafici.

A tal fine, il Report individua:

- lo stato attuale del bene paesaggistico interessato;
- gli elementi di valore paesaggistico in esso presenti, nonché le eventuali presenze di beni culturali tutelati di cui alla parte II del Codice del Paesaggio (D. Lgs. 41/2004 e s.m.i.);
- gli impatti sul paesaggio delle trasformazioni proposte;
- gli elementi di mitigazione e compensazione necessari.

### 3.8.3 Metodiche di monitoraggio

Il monitoraggio della componente paesaggio consisterà in due tipologie differenti di rilevazioni:

- **Rilievo Aerofotogrammetrico;**
- **Rilievo a terra con punti di presa fotografica.**

Il **Rilievo Aerofotogrammetrico** consisterà nell'acquisizione (preferibilmente mediante ripresa aerofotogrammetrica eseguita mediante drone) a distanza di dati riguardanti il territorio e l'ambiente, attraverso tecniche di telerilevamento (tecnologia LiDAR), che prevedono le seguenti fasi:

- esecuzione del volo di ripresa aerofotogrammetrica;
- produzione fotogrammi stereoscopici;
- produzione ortofoto digitali a colori;
- elaborazione dati LiDAR.

Scopo principale della ripresa aerotrasportata è l'acquisizione di dati attraverso i quali poter analizzare, relativamente alle aree di indagine:

- l'uso del suolo;
- gli eventuali stress presenti nella vegetazione naturale;
- fornire elementi per l'analisi di dettaglio della vegetazione naturale attraverso processi di stratificazione dei dati di immagine.

Nell'ambito della progettazione della ripresa aerea, i seguenti elementi saranno tenuti in considerazione:

- la risoluzione geometrica al suolo non sarà maggiore di 1,0 m allo scopo di ottenere un numero sufficiente di pixel per l'analisi delle chiome degli alberi;
- l'accuratezza della geometria dell'immagine compresa tra 1 e 2,5 m;
- la ripresa sarà effettuata in un preciso momento dello stato vegetativo della copertura del suolo, allo scopo di meglio cogliere l'eventuale stress della vegetazione;
- saranno precisati:
  - la quota di volo;
  - il tempo necessario per il completo ricoprimento delle aree di indagine.
- gli strumenti di controllo della posizione prevedranno l'uso di:
  - GPS differenziale;

- Sistema di Navigazione Inerziale (POS).
- Per l'esecuzione della ripresa si dovranno inoltre acquisire:
  - descrizione strumentazione utilizzata;
- verifica del funzionamento dello spettroscopio e dell'attrezzatura di controllo della posizione del drone;

verifica delle condizioni meteorologiche presenti sulle aree di indagine al momento della prevista realizzazione delle riprese aeree ed in termini di:

- probabile copertura nuvolosa sulle dette aree che non dovrà essere superiore al 5%;
- condizioni di trasparenza atmosferica da mettere in relazione all'umidità dell'area e del pulviscolo atmosferico;
- rispetto dell'intervallo di tempo previsto per non più di 3 ore di acquisizione giornaliere centrate sulle ore 12,00 solari (10,30-13,30) allo scopo di evitare l'effetto ombra.

**Il rilievo Fotografico** sarà eseguito congiuntamente ai rilievi fotogrammetrici, e consentirà di eseguire un'attenta analisi del paesaggio, dello stato attuale dell'area d'intervento e del contesto paesaggistico.

I punti di presa funzionali al rilievo fotografico saranno quelli che, in base agli studi paesaggistici effettuati, possono determinare un'alterazione della percezione scenica dei luoghi, relativamente al rapporto opera-paesaggio.

Per quanto riguarda il rilievo fotografico sarà prodotta una documentazione fotografica costituita da schede monografiche di dettaglio dei punti individuati e di un elaborato grafico dove sono individuati planimetricamente i punti in cui sono scattate le foto mediante i coni ottici di visualizzazione.

#### **3.8.4 Criteri di scelta delle aree indagate**

Le indagini effettuate mediante telerilevamento interesseranno il seguente territorio:

- tutto il territorio interessato dalla realizzazione delle tratte/nodo ferroviario, per una fascia minima di 100 metri da ciascun lato della linea;
- le aree di cantiere e le aree limitrofe per una fascia minima di 100 metri intorno al loro confine;
- le aree di particolare interesse naturalistico limitrofe alla linea.

Per quanto riguarda i rilievi fotografici, i punti di osservazione e di rappresentazione fotografica saranno individuati e ripresi nelle aree per le quali l'inserimento dell'opera determini sulla

componente in esame e in merito ai criteri contenuti negli studi paesaggistici, un impatto medio o alto, i punti di rilievo saranno ubicati in luoghi di normale accessibilità e da punti e percorsi panoramici, dai quali sia possibile cogliere con completezza le fisionomie fondamentali del territorio.

In particolare, la rappresentazione dei prospetti e degli skyline si estenderà anche agli edifici contermini, per un'area più o meno estesa, secondo le principali prospettive visuali da cui l'intervento è visibile.

In particolare, si prevede di individuare un punto di ripresa fotografica per il monitoraggio della componente paesaggio in corrispondenza dell'imbocco della galleria Bovino lato Orsara, dove l'opera va ad interessare delle zone tutelate (SIC Valle del Cervaro – Bosco dell'Incoronata), e un punto in corrispondenza dell'imbocco della galleria Bovino lato Bovino.

Non verranno eseguite fotografie da punti e luoghi non accessibili da tutti.

### 3.8.5 Elaborazione delle immagini e output

Le immagini acquisite mediante telerilevamento verranno elaborate allo scopo di derivare dati quali-quantitativi sullo stato della copertura vegetale e per indirizzare le indagini di campo attraverso la stratificazione dei dati di immagine. L'elaborazione consiste nelle seguenti attività:

- correzioni radiometriche ed atmosferiche realizzate allo scopo di rendere comparabili i dati di immagine acquisiti in condizioni diverse di illuminazione (azimut e zenit solari, trasparenza atmosferica);
- correzioni geometriche realizzate allo scopo di ottenere ortoimmagini sovrapponibili alla cartografia in scala 1:10.000. L'obiettivo di queste correzioni è raggiunto utilizzando:
  - un DTM di dettaglio delle aree di indagine con risoluzione non superiore a 20x20 m;
  - i dati raccolti dal GPS e dal Sistema di Navigazione Inerziale.

La precisione della correzione dovrà essere compresa tra  $\pm 2$  pixel.

Gli output delle indagini eseguite mediante i metodi descritti nei paragrafi precedenti saranno opportunamente elaborati, così da fornire delle valutazioni oggettive, e funzionali ad un confronto tra la situazione ante-operam e post-operam, le elaborazioni che saranno eseguite sono le seguenti:

- elaborazione delle immagini orientate alla evidenziazione della vegetazione sottoposta a stress in generale: a tale scopo saranno utilizzati modelli che consentano la messa in evidenza dei detti stress **NDVI** (Normalized Differences Vegetation Index).

- L'indice di vegetazione normalizzato è il principale indicatore da satellite della presenza di vegetazione sulla superficie terrestre e del suo evolversi nel tempo. L'indice viene utilizzato come indicatore poiché, in caso di stress idrico, le piante riducono l'attività fotosintetica. L'indice viene calcolato partendo da immagini satellitari prodotte da sensori che acquisiscono nel rosso (R: 0.7  $\mu$ m) e vicino infrarosso (NIR: 0.9  $\mu$ m). Valuta la presenza di attività fotosintetica, in quanto mette in relazione lo spettro del rosso, in cui c'è assorbimento da parte della clorofilla, e quello del vicino infrarosso in cui le foglie riflettono la luce per evitare il surriscaldamento. I valori dell'indice sono tipicamente compresi tra -1 e +1. La presenza di vegetazione assume valori maggiori di 0.2. L'indice così determinato può essere confrontato con una serie storica di valori, e permette quindi di rilevare e identificare eventuali anomalie.
- elaborazione dei dati di immagini orientate a segmentare le immagini con lo scopo di assistere la fase di campionamento della copertura vegetale direttamente in campo.

### 3.8.6 Articolazione temporale del monitoraggio

Punto	Ubicazione	Ante Operam (6 mesi)	Post Operam (6 mesi)
PAE1	Strada podereale pk 31+100 della linea di progetto	Una campagna	Una campagna
PAE2	SS90 pk 41+100 della linea di progetto	Una campagna	Una campagna

Tabella 27 Punti di monitoraggio della componente paesaggio

### 3.9 Ambiente sociale

#### 3.9.1 Obiettivi del monitoraggio

La motivazione principale della trattazione della componente Ambiente Sociale risiede in una concezione generale dell'opera da considerarsi non solo come un sistema tecnico ma anche come un sistema socioeconomico.

La valenza sociale è evidente quando si considera il concreto coinvolgimento di soggetti istituzionali, di gruppi più o meno strutturati e di vari attori sociali nei processi di decisione in merito alla realizzazione dell'opera. L'area di impatto del progetto non si configura soltanto come puro territorio fisico o come semplice insieme eco-sistemico ma anche come sistema sociale spaziale.

Una grande opera coinvolge non solo risorse fisiche ma anche risorse sociali, economiche e territoriali e si innesta in un tessuto socioculturale che condiziona destini individuali, progetti familiari, aggregazioni sociali e può influire sugli assetti di potere locali e perfino nazionali. Infatti, gli impatti sociali della realizzazione di una grande opera possono essere socio culturalmente differenziati e determinare una distribuzione non equa dei vantaggi e degli svantaggi indotti, generando diversi atteggiamenti, comportamenti (ad esempio consenso/dissenso) e opinioni, che risentono anche delle azioni dei produttori di opinione, quali: movimenti ambientalisti, mass media, leader d'opinione locali, gruppi economici, formazioni politiche, esperti.

In un'ottica siffatta, monitorare l'Ambiente Sociale significa rilevare, analizzare e spiegare i cambiamenti che si producono nelle principali variabili socioeconomiche e socioculturali, cogliere il sentiment dei cittadini, percepire e recepire tempestivamente i problemi che emergono.

#### 3.9.2 Aree oggetto di monitoraggio

I criteri di scelta delle aree dove eseguire le attività di monitoraggio dell'ambiente sociale tengono conto del numero di comuni interferiti dalla realizzazione dell'opera e della loro importanza in termini di assetto demografico e socioeconomico.



Nel caso in esame i comuni maggiormente interessati dalla realizzazione dell'opera sono xxxxx, yyyyyyyyyy, zzzzzzzzzz e wwwwww.

### 3.9.3 Parametri oggetto di monitoraggio

La lista delle componenti e dei parametri sociali su cui misurare gli effetti dipende dal tipo di progetto, così come dalle caratteristiche dell'area interessata. In termini generali, il seguente elenco di dimensioni sociali consente di individuare una serie di indicatori utili alla valutazione socioeconomico-culturale:

- popolazione: struttura (demografica) e dinamica;
- attività economiche: redditi, settori (agricoltura, industria, servizi, turismo);
- mercato del lavoro: livello e struttura occupazionale (influenze dirette e indirette del progetto);
- servizi e infrastrutture: sistema scolastico, sistema sanitario, assetti abitativi e urbanistici, strutture ricreative e ricettive, infrastrutture di trasporto e di comunicazione;
- aspetti socioculturali: famiglie e reddito, stile e condizioni di vita.

### 3.9.4 Metodiche di monitoraggio

Le metodologie per la valutazione di impatto sociale prevedono essenzialmente due tipi di indagini.

La prima riguarda l'Analisi socioeconomico-culturale della popolazione nell'area interessata dal progetto, mentre la seconda valuta il Sentiment riguardo la realizzazione e l'opera stessa.

Tali metodologie sono focalizzate su un'analisi dell'assetto demografico e socioeconomico, oltre che culturale, della popolazione e sulla valutazione delle percezioni sociali e dei flussi di informazione veicolati dai media al fine di rilevare gli impatti e il grado di consenso al progetto.

Nel caso in cui abbia avuto luogo il Dibattito Pubblico, previsto dall'art. 22 del Codice dei Contratti D.lgs. 50 del 2016, risulta valido ed efficace analizzare anche gli esiti (denominati quaderni) del percorso di discussione e confronto pubblico per far emergere le osservazioni critiche e le proposte sul progetto stesso da parte di una pluralità di attori come anche di singoli cittadini. Questo dà la possibilità di identificare gli argomenti e le questioni rilevanti da prendere in considerazione tramite attenta valutazione durante il monitoraggio in CO del Sentiment.

In **Errore**. L'origine riferimento non è stata trovata. sono riportate le principali attività da svolgere ai fini dell'analisi degli aspetti sociali.

INDAGINE	MACRO ATTIVITÀ	ATTIVITÀ
Analisi socioeconomico-culturale	Definizione dell'assetto demografico e socioeconomico	Acquisizione dati statistici per sezioni censuarie
		Acquisizione dati socioeconomici e immobiliari
		Elaborazione dati demografici
		Elaborazione dati socioeconomici
		Individuazione e caratterizzazione dei luoghi d'aggregazione e dei servizi sociali
		Individuazione e caratterizzazione delle destinazioni d'uso da PRG
		Redazione di elaborati grafici a carattere demografico, socioeconomico e urbanistico
		Individuazione delle tendenze evolutive demografiche, socioeconomiche e infrastrutturali in atto
	Finalizzazione dell'analisi	Definizione del bacino di utenza
		Individuazione delle categorie di stakeholders rappresentative
		Scelta degli indicatori
		Analisi dei dati demografici, socioeconomici e geografici e individuazione della caratterizzazione delle aree problema
		Redazione di elaborati grafici sulle criticità socioeconomiche
Valutazione del Sentiment	Predisposizione della campagna di monitoraggio in campo	Definizione di tecniche e metodologie di campionamento
		Approntamento modulistica e reportistica
		Definizione di tecniche e metodologie di interviste
		Definizione di tecniche e metodologie di campionamento
		Approntamento modulistica e reportistica
		Selezione mezzi di stampa rappresentativi
	Esecuzione campagne di monitoraggio	Effettuazione interviste dirette
		Effettuazione interviste via mail
		Effettuazione interviste via web (form on line)
		Rassegna stampa dei mezzi di comunicazione selezionati
		Redazione dei report periodici
		Caricamento banca dati

Tabella 28 - Tabella riassuntiva dell'analisi degli aspetti sociali.

Le attività di monitoraggio indicate in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** possono essere suddivise in quattro distinti ambiti o settori:

- Desk Research;
- Social Media Monitoring;
- Analisi dei Media;
- Interviste agli Stakeholder.

L'Analisi socioeconomico-culturale rientra interamente nell'ambito della *Desk Research* con acquisizione, elaborazione e restituzione dei dati di carattere demografico e socioeconomico. Gli indicatori utilizzati per la parte socio-economica sono:

- popolazione: sesso, età, livello di istruzione, professione, ambito lavorativo, fascia di reddito, abitudini di spostamento (distanza, tempo di percorrenza, mezzi di trasporto, frequenza);
- attività economiche: aziende (numero, dimensioni, specializzazione/settore, fatturato), strutture ricettive (numero, capienza, presenze);
- mercato del lavoro: livello e struttura occupazionale (popolazione attiva, occupati, disoccupati, ripartizioni per settore di attività);
- servizi e infrastrutture: sistema scolastico, sanitario, assetti abitativi e urbanistici, strutture ricreative e ricettive, infrastrutture di trasporto e di comunicazione;
- aspetti socio-culturali: tipologie famigliari, stile e condizioni di vita (mezzi di trasporto privato, abitazioni di proprietà/in affitto).

La valutazione del Sentiment prevede, invece, tutti e quattro gli ambiti illustrati sopra derivanti dalla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** riassuntiva dell'analisi degli aspetti sociali.

La *Desk Research* per la valutazione del Sentiment consiste nell'analisi del contenuto di documenti, istanze, forum/blog, prodotti diffusi in area locale da singoli, gruppi di cittadini, associazioni, enti ed istituzioni. Le principali grandezze da registrare sono:

- data;
- emittente;
- destinatari;
- grado di consenso/dissenso;
- temi chiave positivi e negativi;
- bisogni e aspettative.

Il *Social Media Monitoring* prevede indagini su internet e social network, che costituiscono un mezzo di comunicazione sempre più importante, dove proponenti e oppositori a progetti e/o iniziative comunicano ed interagiscono con un numero elevato di utenti. Tale tipologia di indagine risulta più complessa di quella sui media cartacei, dove è possibile identificare indicatori chiari e quantitativi, tuttavia, essendo i social media uno strumento di orientamento dell'opinione pubblica e di

comunicazione istituzionale, il loro monitoraggio è fondamentale per comprendere a fondo l'andamento del Sentiment delle comunità di riferimento.

È pertanto essenziale attivare dei meccanismi di social listening attraverso strumenti specifici ad oggi disponibili nel mercato della online research. Le principali grandezze da registrare sono:

- i dati demografici principali degli utenti (età, appartenenza territoriale);
- visualizzazioni/commenti sulle pagine social gestite dagli enti istituzionali del territorio, da stakeholders privati e da cittadini;
- numero di fan/followers delle suddette pagine;
- attività ed engagement degli utenti in relazione alla post performance: like, share, tweet, retweet;
- numero e tipologia di embeds/download di siti e contenuti pubblicati on line;
- tipologia di citazioni/tag per evidenziarne trend topic rilevanti;
- valutazione quali/quantitativa delle discussioni generate.

Questo percorso è necessario per valutare la online reputation (web e social reputation) del progetto e dei suoi proponenti all'interno delle comunità di riferimento. Per completare il processo di analisi è necessario dotarsi di una piattaforma di social & web analytics, utile per ricostruire le dinamiche di interazione e di attenzione degli utenti sui temi caldi dei progetti.

L'*Analisi dei Media* è rivolta da una parte alla stampa e dall'altra alla radio-televisione.

Relativamente alla stampa, le principali grandezze da registrare sono:

- importanza della testata sulla base degli indicatori di diffusione certificati da ADS notizie;
- rilievo del soggetto analizzato (principale, secondario, marginale);
- posizione dell'articolo nella pagina;
- caratteristiche della titolatura;
- lunghezza espressa in righe;
- colonne;
- presenza di foto e/o immagini;
- firma;
- tipologia dell'articolo (trafiletto, intervista, ecc.);
- valutazione del soggetto analizzato;

- argomenti;
- profilo di immagine;
- parole chiave positive e negative;
- mappa del grado di consenso/dissenso degli stakeholder.

Per quanto riguarda la radio-televisione, le principali grandezze da registrare sono:

- importanza dell'emittente sulla base dell'ascolto medio fornito da Auditel e Audiradio;
- rilievo del soggetto analizzato (citazione, servizio, presenza in studio, trasmissione dedicata);
- fascia oraria;
- durata del passaggio;
- registro (formale, informale);
- tipologia (informazione, intrattenimento, infotainment);
- linguaggio (per specialisti, per tutti);
- valutazione del soggetto analizzato;
- argomenti;
- profilo di immagine;
- parole chiave positive e negative;
- mappa del grado di consenso/dissenso degli stakeholder.

Passaggio fondamentale ai fini del monitoraggio, è l'individuazione degli *Stakeholder* locali coinvolti, in qualità di rappresentanti di uno specifico ente/organismo/associazione, nella realizzazione del progetto.

I principali protagonisti nella rilevazione sono come detto le comunità locali coinvolte dall'intervento di potenziamento ferroviario, indipendentemente dalla circostanza di fruire o meno del servizio di trasporto. Infatti, a prescindere dall'utilizzo o meno dell'infrastruttura, le popolazioni delle aree interessate dal progetto potrebbero riscontrare vantaggi e/o disagi associati alla realizzazione dell'opera stessa.

La selezione degli stakeholder prevede una cernita dei possibili soggetti interessati, attraverso la definizione degli ambiti entro cui individuare detti testimoni privilegiati.

Le *Interviste agli Stakeholder* consistono nella verifica dei bisogni e delle aspettative emerse dall'analisi dei Media e dalla Desk Research attraverso interviste a:

- privati cittadini;
- decisori politici;
- decisori economici;
- università ed enti di ricerca;
- sindacati;
- associazioni ambientalisti;
- associazioni dei pendolari;
- associazioni dei consumatori.

Le principali grandezze da registrare sono:

- dati dell'intervistato;
- conoscenza e giudizio sul progetto;
- aspettative e impatti sul territorio e sulla qualità della vita;
- punti di forza e di debolezza percepiti del progetto;
- prospettive sulle conseguenze economiche della realizzazione dell'opera.

Le modalità di somministrazione delle interviste si distinguono diversificando i canali di diffusione e cercando di ampliare quanto più possibile il numero di potenziali utenti:

- il questionario cartaceo messo a disposizione della popolazione in punti di distribuzione accuratamente scelti in base a specifici criteri tenendo in considerazione tanto la vicinanza con le aree di cantiere (per valutare la percezione degli stessi e i possibili impatti associati), quanto il bacino d'utenza potenziale che può accedere al questionario e per quest'ultima ragione sono da privilegiare luoghi pubblici e di incontro dell'area (bar, ristoranti, scuole, etc.);
- strumenti online per creare sondaggi/questionari. I questionari online sono strumenti di indagine semplici e veloci che possono essere diffusi tramite un link (via web, e-mail, social media). Questo approccio non permette di svolgere una prima selezione dei soggetti interessati, come invece accade con il questionario cartaceo attraverso la scelta dei punti di distribuzione, ma allo stesso tempo permette di avere una popolazione di intervistati più eterogenea e un più ampio il bacino di utenza.

Inoltre, il metodo dell'intervista ha il vantaggio di sensibilizzare i cittadini che, al momento della lettura del sondaggio, non conoscano il progetto, incentivandoli a informarsi sull'intervento e sulle lavorazioni.

### 3.9.5 Articolazione temporale del monitoraggio

Per la misurazione degli impatti mediante il confronto di indicatori "oggettivi" relativi ai diversi campi e/o settori in cui si manifestano gli effetti del progetto, durante la fase AO viene effettuata una ricognizione delle Baseline Conditions (così definite dagli studiosi "classici" del Social Impact Assessment), che consiste nell'analisi delle condizioni esistenti e delle tendenze passate relative all'ambiente sociale nel quale si inserisce il progetto, tenendo conto che nella fase AO si sconta già un "effetto annuncio".

Come accennato in precedenza, nel caso in cui sia previsto il dibattito pubblico dell'opera è utile analizzare i quaderni con gli esiti di tale procedimento per identificare le questioni e gli aspetti che possono essere tenuti in considerazione nella valutazione in CO del Sentiment.

In fase AO vengono utilizzate tecniche di monitoraggio a basso impatto sul tessuto sociale volte a:

- costruire una mappatura dei punti di forza e dei punti di debolezza del progetto in area locale;
- individuare gli Stakeholder coinvolti nella realizzazione del progetto (enti locali, associazioni, cittadini, ecc.);
- elaborare i pareri espressi dagli utenti in rete mediante ricerche per "parole chiave" con l'utilizzo di software specifici delle fonti di informazione presenti sul web.

In questa fase il monitoraggio permette di:

- tarare le strategie di comunicazione, sia a livello di messaggi che di strumenti ed azioni;
- ottimizzare le strategie di relazione con le diverse tipologie di Stakeholder;
- individuare gli spazi della rete e le parole chiave riferite al progetto in esame, i principali influencer, le opinioni e il sentiment collettivo.

Successivamente, in CO e in fase di esercizio (PO), gli indicatori utilizzati sono applicati periodicamente al fine di identificare le possibili deviazioni dalle azioni inizialmente programmate e gli impatti sociali parzialmente o del tutto non previsti.

In CO sono adottate metodologie con una maggiore visibilità in area locale. Viene monitorato l'andamento del Sentiment e delle percezioni collettive attraverso l'analisi dei contenuti espressi sui social e sul web relativamente agli aspetti connessi alla realizzazione dell'opera. In questa fase il

monitoraggio assume la doppia valenza di rilevazione e action research, finalizzata a creare consenso e ad individuare eventuali interventi e/o azioni compensative.

Per la valutazione degli effetti della realizzazione dell'opera dal punto di vista demografico e socioeconomico viene effettuata una caratterizzazione della popolazione in fase AO e successivamente in fase PO, con una indagine durante il secondo anno dopo il termine dei lavori in modo da poter quantificare gli effetti connessi alle modifiche infrastrutturali nelle aree di intervento. Nel caso in cui i lavori si protragano nel tempo si prevede di effettuare anche un'analisi socioeconomica in CO dopo 5 anni dall'inizio delle lavorazioni di cantiere.

Per quanto riguarda la valutazione del Sentiment si prevede di effettuare una prima ricognizione in fase AO, mentre in CO sono previste delle verifiche semestrali con attività di *Social Media Monitoring/Analisi dei Media* e annuali con *Interviste agli Stakeholder* ed infine in fase PO con verifiche annuali per 2 anni.

Tutti i dati raccolti nell'ambito delle attività di monitoraggio sono analizzati in maniera organica al fine di valutare l'evoluzione socio-economico-culturale che si verifica nell'area di intervento.

	FASE AO	FASE CO	FASE PO
Analisi socioeconomica-culturale	- 1 indagine prima dell'inizio lavori	- 1 indagine dopo 5 anni dall'inizio dei lavori	- 1 indagine nel 2° anno dal termine dei lavori
Valutazione del Sentiment	- 1 indagine prima dell'inizio lavori	- verifiche semestrali con attività di Social Media Monitoring/Analisi dei Media - verifiche annuali con Interviste agli Stakeholder	- verifiche annuali per 2 anni

Tabella 29- Tabella riassuntiva Articolazione temporale del monitoraggio.