

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J41C09000000005

**U.O. AMBIENTE, ARCHITETTURA E TERRITORIO**  
**S.O. AMBIENTE**

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA**

**LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO**

**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

**Relazione generale**

SCALA:

-

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

I B 1 Q 3 A R 2 2 R G M A 0 0 0 0 0 0 1 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	F. Demarinis	Agosto 2022	G. Dajelli	Agosto 2022	C. Mazzocchi	Agosto 2022	C. Ercolani Giugno 2023
B	Emissione esecutiva	F. Demarinis E. Boria	Novembre 2022	G. Dajelli F. Nigro	Novembre 2022	C. Mazzocchi	Novembre 2022	PER EMISSIONE ITALFERR S.p.A. Dott.ssa Carolina Ercolani S.O. Ambiente
C	Emissione esecutiva	F. Demarinis E. Boria	Giugno 2023	G. Dajelli F. Nigro	Giugno 2023	C. Mazzocchi	Giugno 2023	

File: IB0Q3AR22RGMA0001001C

# INDICE

1.	PREMESSA .....	6
2.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	8
2.1	GLI INTERVENTI IN PROGETTO .....	8
2.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE.....	10
3.	RICETTORI, PUNTI DI MISURA, TEMPI E RESTITUZIONE DEI DATI DI MONITORAGGIO .....	13
3.1	I RICETTORI.....	13
3.2	PUNTI DI MISURA .....	17
3.3	TEMPI E FREQUENZE.....	17
3.4	RESTITUZIONE DEI DATI .....	18
3.5	STRUMENTI PER LA CONDIVISIONE DEI DATI DI MONITORAGGIO .....	20
4.	COMPONENTI AMBIENTALI DI MONITORAGGIO .....	22
4.1	PREMESSA.....	22
4.2	ATMOSFERA.....	23
4.2.1	<i>Obiettivi del monitoraggio .....</i>	<i>23</i>
4.2.2	<i>Normativa di riferimento.....</i>	<i>23</i>
4.2.3	<i>Aree oggetto di monitoraggio.....</i>	<i>25</i>
4.2.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio.....</i>	<i>27</i>
4.2.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....</i>	<i>28</i>
4.2.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio .....</i>	<i>35</i>
4.3	ACQUE SUPERFICIALI.....	37
4.3.1	<i>Obiettivi del monitoraggio acque superficiali .....</i>	<i>38</i>
4.3.2	<i>Normativa di riferimento.....</i>	<i>38</i>
4.3.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare .....</i>	<i>39</i>

4.3.4	<i>Parametri oggetto di monitoraggio</i> .....	40
4.3.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i> .....	50
4.3.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i> .....	61
4.4	ACQUE SOTTERRANEE .....	65
4.4.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	65
4.4.2	<i>Normativa di riferimento</i> .....	65
4.4.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i> .....	66
4.4.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i> .....	68
4.4.5	<i>Specifiche e strumentazione di monitoraggio</i> .....	72
4.4.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i> .....	74
4.5	SUOLO.....	77
4.5.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	77
4.5.2	<i>Normativa di riferimento</i> .....	77
4.5.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i> .....	78
4.5.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i> .....	78
4.5.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i> .....	81
4.5.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i> .....	90
4.6	RUMORE.....	92
4.6.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	92
4.6.2	<i>Normativa di riferimento e Linee Guida</i> .....	93
4.6.3	<i>Aree oggetto di monitoraggio</i> .....	94

4.6.4	<i>Parametri oggetto di monitoraggio</i> .....	96
4.6.5	<i>Attività e strumentazione di monitoraggio</i> .....	99
4.6.6	<i>Articolazione temporale e delle frequenze delle attività di monitoraggio</i> .....	104
4.7	<b>VIBRAZIONI</b> .....	106
4.7.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	106
4.7.2	<i>Normativa di riferimento</i> .....	106
4.7.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i> .....	108
4.7.4	<i>Strumentazione</i> .....	109
4.7.5	<i>Modalità di monitoraggio e parametri</i> .....	110
4.7.6	<i>Elaborazioni delle misure</i> .....	111
4.7.7	<i>Tipologia di misure e articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i> .....	112
4.8	<b>VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI</b> .....	115
4.8.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	115
4.8.2	<i>Normativa di riferimento</i> .....	115
4.8.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i> .....	117
4.8.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i> .....	118
4.8.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i> .....	119
4.9	<b>PAESAGGIO</b> .....	130
4.9.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	130
4.9.2	<i>Il report sul paesaggio</i> .....	130
4.9.3	<i>Metodiche di monitoraggio</i> .....	131

4.9.4	<i>Criteria di scelta delle aree indagate</i>	133
4.9.5	<i>Elaborazioni delle immagini e output</i>	134
4.9.6	<i>Articolazione temporale del monitoraggio</i>	135
4.10	<b>CAMPI ELETTRROMAGNETICI</b>	136
4.10.1	<i>Premessa</i>	136
4.10.2	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	136
4.10.3	<i>Riferimenti normativi</i>	137
4.10.4	<i>Metodologie di rilevamento</i>	137
4.10.5	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	138

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

## 1. **PREMESSA**

La presente relazione generale del Progetto di Monitoraggio Ambientale (nel seguito PMA), fa parte degli elaborati relativi al Progetto di fattibilità tecnica economica (di seguito PFTE) per la realizzazione del Lotto 3 “Circonvallazione di Trento e Rovereto” facente parte dei quattro lotti prioritari del progetto di Quadruplicamento della linea Fortezza – Verona, tratta di Accesso sud alla galleria di Base del Brennero, che ricade nel Corridoio della rete centrale europea denominato “Scandinavia – Mediterraneo”.

Il presente progetto sviluppa la sola circonvallazione ferroviaria della Città di Trento, denominata lotto 3A, ricadente interamente nel Comune di Trento, come parte integrante dei progetti di riqualificazione urbana e potenziamento della mobilità all’interno della città di Trento.

Il nuovo tracciato ferroviario si sviluppa tra la località Acquaviva a sud e Roncafort a Nord, interamente nel Comune di Trento.

L’obiettivo prioritario dell’intervento è la rimozione delle limitazioni oggi rilevabili sulla linea ferroviaria esistente, i cosiddetti “colli di bottiglia”, sia in termini di capacità che in termini di prestazioni, e poter disporre sull’intero asse dell’omogeneità infrastrutturale necessaria per l’ottimizzazione del trasporto ferroviario.

Il presente documento è stato redatto 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 documento recepisce le prescrizioni impartite dal MiTe in sede di commissione Tecnica PNRR-PNIEC con parere n. 1 del 29 aprile 2022 ed altresì le osservazioni sollevate da APPA Trento durante le interlocuzioni avvenute allo scopo di revisionare il piano di monitoraggio ambientale da condividere con la stessa APPA., e le successive richieste di integrazione trasmesse con le rispettive note : PAT/RFS307-0133274 del 16/02/2023 e S307/2022/17.5-2022-2/MDR/TC del 16/05/2023. Il progetto di monitoraggio, in base anche alle risultanze degli studi effettuati a supporto dello Studio di Impatto Ambientale (SIA – Codifica cod. IB0Q3AR22RGS0001001A), individua le principali componenti ambientali da indagare, le modalità e le tempistiche connesse alle attività di monitoraggio.

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale (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.

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

## 2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 2.1 Gli interventi in progetto

Il Progetto in corso ha per oggetto la realizzazione della nuova coppia di binari che costituiscono la Circonvallazione di Trento, oltre a due varianti alla linea storica, la realizzazione della sede per il futuro raddoppio della Trento Malè nel tratto dalla fermata Trento Nord fino allo scalo Filzi e la realizzazione della nuova Fermata in corrispondenza dell'attuale.

La lunghezza totale del tracciato del Lotto 3A del Quadruplicamento della linea Fortezza-Verona è di circa 13 km e si sviluppa in sotterraneo per una lunghezza complessiva di circa 10,6 km, mediante una galleria naturale di linea, a doppia canna a singolo binario, denominata Trento.

La galleria Trento si configura interamente a doppia canna e risulta vantaggioso, ai fini dei tempi esecutivi, affrontare tutto lo scavo con sistema meccanizzato con ulteriori due TBM (oltre le due già previste all'imbocco sud) anche dal lato nord. La separazione delle due gallerie per tutto lo sviluppo in sotterraneo, da imbocco a imbocco, ha permesso di eliminare il complesso sistema di gallerie e pozzo profondo per la sconnessione dei fumi.

Di seguito una breve descrizione degli interventi suddivisi per ciascuna linea ferroviaria interessata dagli interventi in progetto.

Il tracciato della Circonvallazione di Trento ha origine in località Acquaviva, in prossimità del cavalcaferrovia della SS12, nel comune di Trento. Per l'inserimento della nuova coppia di binari è prevista una variante planimetrica della linea storica di circa 1250 m, che ne prevede la traslazione verso l'Adige di circa 12 m. Mentre la linea storica riprende la sua sede originale procedendo in corretto tracciato, il tracciato di progetto curva in deviazione verso Ovest entrando in galleria artificiale in corrispondenza della sua intersezione con Via Nazionale.

Appena le coperture lo consentono ha inizio la nuova galleria naturale ferroviaria, che si sviluppa a doppia canna per circa 10500 m. Al Km 10+800 circa la galleria naturale diventa a singola canna per consentire l'inserimento delle comunicazioni tra i binari pari e dispari, necessarie al funzionamento della futura Stazione Provvisoria di Trento, in trincea profonda, localizzata in area ex scalo Filzi. Il passaggio da galleria naturale a doppia canna a galleria naturale a singola canna avviene mediante la realizzazione di un camerone.

La galleria naturale termina al Km 11+315, seguita da un tratto di galleria artificiale in zona scalo Filzi.

In area scalo Filzi, la quota dei binari di progetto si mantiene ad una profondità di circa 10 m dal piano campagna, fino a quando la linea sottopassa il cavalcaferrovia via caduti di Nassiriya; da qui procede in ascesa costante fino al Km 13+200 circa, dove diventa complanare con la linea storica e la Trento Malè.

L'allaccio dei binari della circonvallazione con la linea storica a Nord avviene secondo lo schema individuato dal gruppo di lavoro nel 2018, ossia andando ad occupare il sedime dei binari esistenti, inserendosi, tra la variante della linea storica e quella della linea Trento Malè.

La nuova coppia di binari in uscita dalla galleria naturale nei pressi di via del Brennero, si trova a circa meno 10 m dal piano campagna. In zona ex scalo Filzi è prevista la realizzazione di una galleria artificiale, in continuità con quella naturale, seguita da una trincea profonda per uno sviluppo di circa 500 m, con larghezza di 33 m, dove, nel lotto funzionale A, è localizzato il Punto Antincendio (Fire Fight Point - FFP) relativo all'imbocco lato Nord della Galleria Trento.

Si evidenzia che la trincea profonda, per esigenze strutturali, dovrà essere realizzata mediante diaframmi sostenuti da puntoni in testa e quindi non risulta completamente aperta; tale configurazione implica che, ai fini della sicurezza, per localizzare qui l'FFP, è necessario per tale configurazione all'approvazione della Direzione Tecnica RFI.

La trincea profonda è dimensionata per ospitare la stazione provvisoria di Trento nel successivo Lotto funzionale B (lavori per l'interramento di Trento), composta dai due binari di corsa, due binari di precedenza, due marciapiedi da 7.20 m e i relativi corpi scala per l'accesso dei passeggeri.

In approccio al cavalcaferrovia di via Caduti di Nassiriya, è prevista la realizzazione di una galleria artificiale necessaria a creare, in superficie, la sede del futuro doppio binario della linea Trento Malè. La coppia dei binari della nuova linea AC resta in profondità (circa - 10 m) in galleria artificiale fino a quando non è completato lo scavalco da parte della Trento Malè, per poi cominciare a salire con la pendenza pari al 12 ‰ in trincea, inserendosi infine sulla sede attuale della linea storica fino in prossimità del cavalcaferrovia della SS12, dove termina il progetto.

Nel tratto in trincea, dal Km 12+300 al Km 13+700 circa, è predisposta la sede per i futuri marciapiedi e sovrappasso dell'FFP (Punto Antincendio), che entrerà in funzione quando la stazione provvisoria di Trento viene tombata (Lotto funzionale C), realizzando di fatto un prolungamento del tratto in galleria che termina a monte di via Caduti di Nassiriya.

Le principali caratteristiche tecniche dell'intervento relativo alla Circonvallazione di Trento sono riportate nella seguente tabella:

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB1Q	3A R 22	RG	MA0000 001	C	10 di 138

Pendenza massima	12 ‰
Velocità di tracciato	Da inizio progetto al Km 0+630.00 - 100 Km/h Dal Km 0+630.00 al Km 2+225 - 150 Km/h Dal Km 2+225.00 al Km 8+900 - 200 Km/h Dal Km 8+900 al Km 11+260 - 150 Km/h Dal Km 11+260 al Km 13+050 - 100 Km/h Dal Km 13+050 al Km 13+992 (fine Progetto) - 130 Km/h
Profilo minimo degli ostacoli	P.M.O. 5
Sagoma cinematica	C
Interasse binari	4 m

## 2.2 Descrizione del sistema di cantierizzazione

Per la realizzazione delle opere in progetto, è prevista l'installazione delle seguenti tipologie di cantieri:

- **cantiere base (CB):** fungono da supporto logistico per tutte le attività relative alla realizzazione degli interventi in oggetto;
- **cantiere operativo (CO):** contiene gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere;
- **aree di stoccaggio (AS):** sono quelle aree di cantiere destinate allo stoccaggio del materiale proveniente da scotico, scavi, demolizioni, ecc., in attesa di eventuale caratterizzazione chimica e successivo allontanamento per riutilizzo in cantiere, conferimento a siti esterni per attività di rimodellamento o recupero/smaltimento presso impianti esterni autorizzati;
- **aree di armamento e attrezzaggio tecnologico (CA):** tali aree sono di supporto alla esecuzione dei lavori di armamento ed attrezzaggio tecnologico della linea.

Le aree di cantiere sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

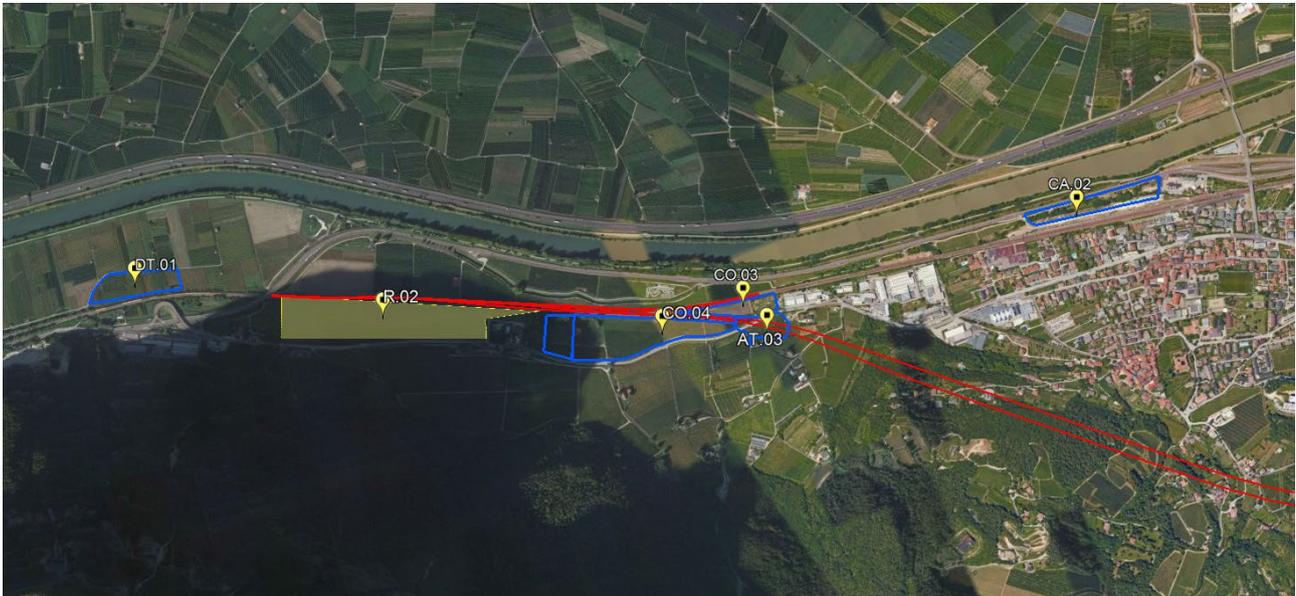
- disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- facile collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale (strada statale ed autostrada);
- minimizzazione del consumo di territorio;

- minimizzazione dell’impatto sull’ambiente naturale ed antropico;
- Interferire il meno possibile con il patrimonio culturale esistente.

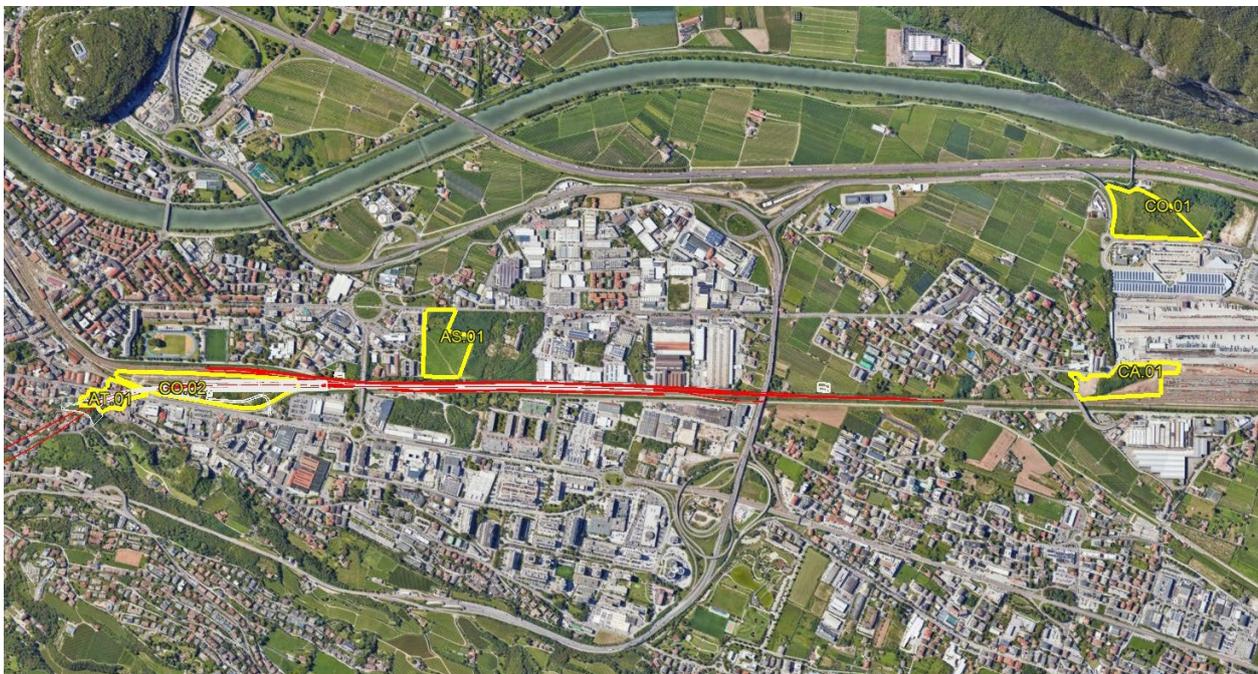
La tabella seguente illustra il sistema di cantieri previsto per la realizzazione delle opere.

*Tabella 2-1 – Tabella riepilogativa aree di cantiere*

COMUNE	TIPOLOGIA	CODICE	SUPERFICIE
Trento	Cantiere base	CB.01	18.000 mq
Trento	Cantiere Operativo	CO.01	33.500 mq
Trento	Cantiere Operativo	CO.02	44.820 mq
Mattarello (TN)	Cantiere Operativo	CO.03	11.365 mq
Mattarello (TN)	Cantiere Operativo	CO.04	49.825 mq
Trento	Cantiere Armamento	CA.01	27.100 mq
Mattarello (TN)	Cantiere Armamento	CA.02	19.720 mq
Mattarello (TN)	Area di cantiere	R.02	52.865 mq
Trento	Area di Stoccaggio Temp.	AS.01	27.000 mq
Trento	Area Tecnica	AT.01	11.250 mq
Mattarello (TN)	Area Tecnica	AT.02	11.240 mq
Mattarello (TN)	Deposito Terre	DT.01	20.000 mq
Mattarello (TN)	Deposito Terre	DT.02	45.000 mq
Mattarello (TN)	Deposito Terre	DT.03	40.000 mq



*Figura 2-1: Aree cantiere fronte sud Galleria Trento*



*Figura 2-2: Aree cantiere fronte nord Galleria Trento*

Relativamente al sistema di cantierizzazione sopra riportato si evidenzia che tutte le aree occupate temporaneamente dai cantieri al termine dei lavori saranno ripristinate allo status ex - ante e che potrebbero subire ulteriori cambiamenti a valle del progetto esecutivo

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

### 3. RICETTORI, PUNTI DI MISURA, TEMPI E RESTITUZIONE DEI DATI DI MONITORAGGIO

#### 3.1 I ricettori

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

L’area oggetto dello studio è ubicata nel territorio della Provincia Autonoma di Trento; il nuovo tracciato ferroviario si sviluppa, per circa 13 km, tra la località Acquaviva a sud e Roncafort a Nord, interamente nel Comune di Trento, bordando le pendici del Monte Marzola. Il territorio attraversato si sviluppa sulla sinistra orografica della Val d’Adige tra i confini della Val Lagarina fino al tessuto insediativo della città di Trento. L’area che si estende da nord del nucleo urbano di Besenello alla frazione di Acquaviva, si distingue per la presenza di un insediamento sparso e di una forte copertura agricola dei suoli. Questo tratto è contraddistinto da differenti interferenze (naturali o di natura antropica): il corso del fiume Adige in sinistra, il tracciato della linea ferroviaria storica, il tracciato della S.S.12 dell’Abetone e del Brennero e i versanti montani. La sponda destra della valle appare caratterizzata da una vasta area rurale che si estende tra l’Adige e la SP 90, area di grande pregio paesaggistico.

Il tratto di tracciato all’aperto più a nord, tra l’area ex-scalo Filzi e l’area Roncafort, è inserito in un tessuto urbano dall’alto peso insediativo. Questo contesto periferico della città si caratterizza per la presenza di differenti tipologie residenziali e di grandi volumi industriali. Il confine settentrionale è composto dai bordi delle due vaste aree industriali dell’Interporto e di Spini di Gardolo.

Attualmente la linea è a doppio binario, a cui, nel tratto a Nord di Trento, si affianca la linea a semplice binario a scartamento metrico Trento-Malè.

Il censimento dei ricettori, effettuato per la redazione dello studio acustico a supporto del SIA, ha riguardato una fascia di 250 m per lato a partire dal binario esterno (fascia di pertinenza acustica ai sensi del DPR 459/98) in tutti i tratti di linea ferroviaria allo scoperto. L’indagine è stata estesa anche oltre tale fascia, fino a ca. 300 m, in caso di fronti edificati prossimi alla stessa.

È stata effettuata una verifica della destinazione d’uso ed altezza di tutti i ricettori.

Nel tratto iniziale, tra la pk 0+000 e pk 1+000 ca. l’intervento si sviluppa in una zona poco edificata, si tratta per lo più di fabbricati ad uso residenziale, ai quali si accede tramite viabilità minori. A ovest del tracciato è presente la viabilità SS 12 dell’Abetone e del Brennero, che collega Pisa al confine austriaco presso il Passo del Brennero.

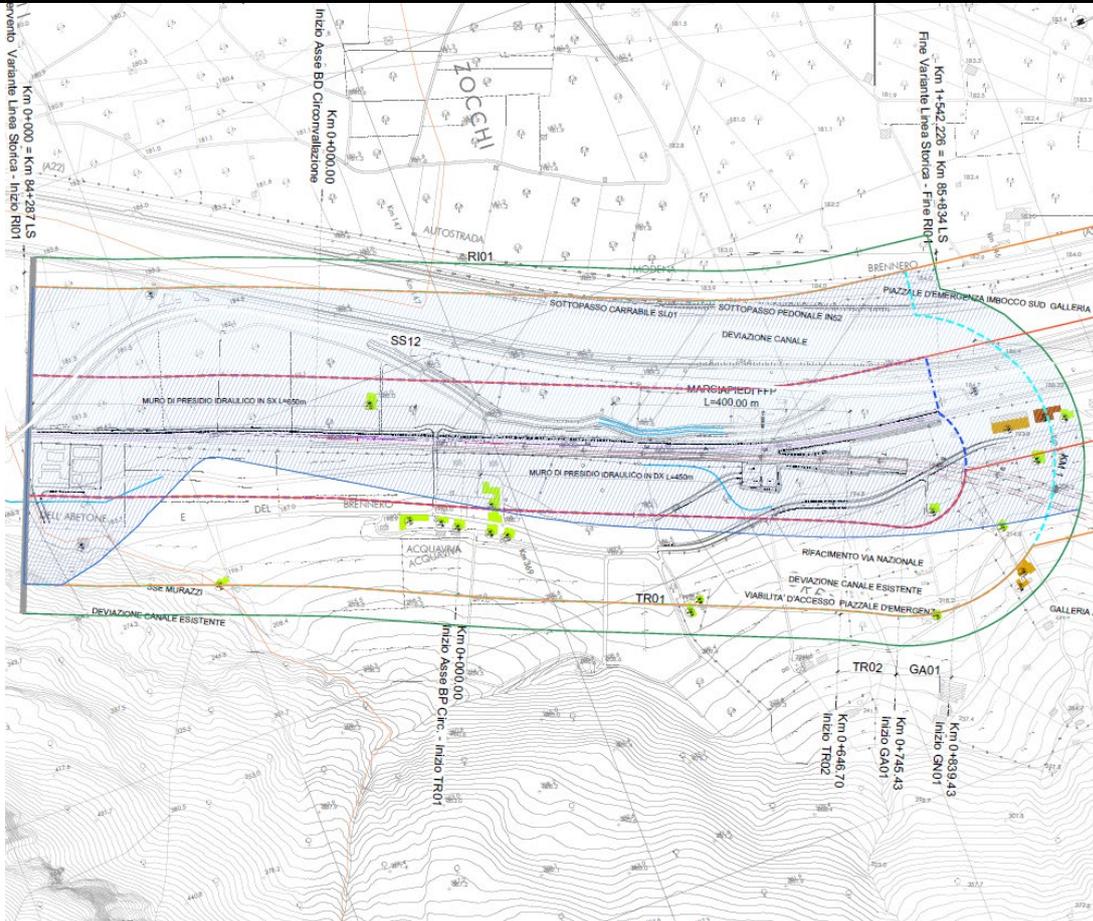


Figura 3-1. Inquadramento dei ricettori presenti nell'area del tratto compreso tra il km 0+000 e il km 1+000 ca. dell'intervento

Nel tratto compreso tra le pk 11+315.58 e pk 12+700.00 ca. è possibile individuare delle aree densamente urbanizzate, con presenza di fabbricati per lo più ad uso residenziale, oltre che la presenza di ricettori sia di tipo industriale che commerciale. In questo tratto troviamo anche alcuni ricettori sensibili.

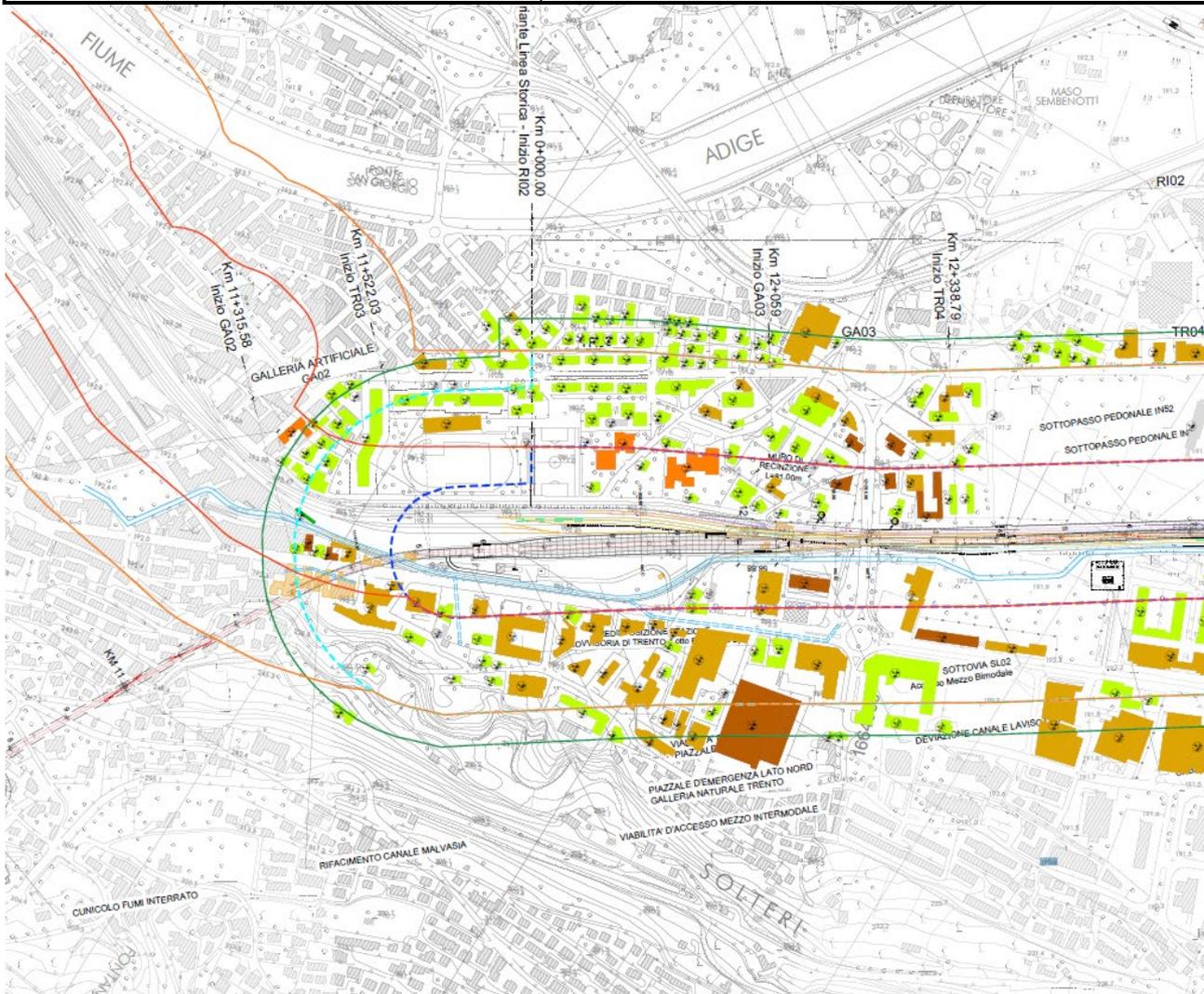


Figura 3-2. Inquadramento dei ricettori presenti nell'area del tratto compreso tra il km 11+315.58 e il km 12+700.00 ca. dell'intervento

In corrispondenza del tratto compreso tra la pk 12+338.79 e la fine dell'intervento i ricettori presenti sono costituiti in prevalenza da edifici ad uso industriale e commerciale, oltre alla presenza di edifici di tipo residenziale e religioso.

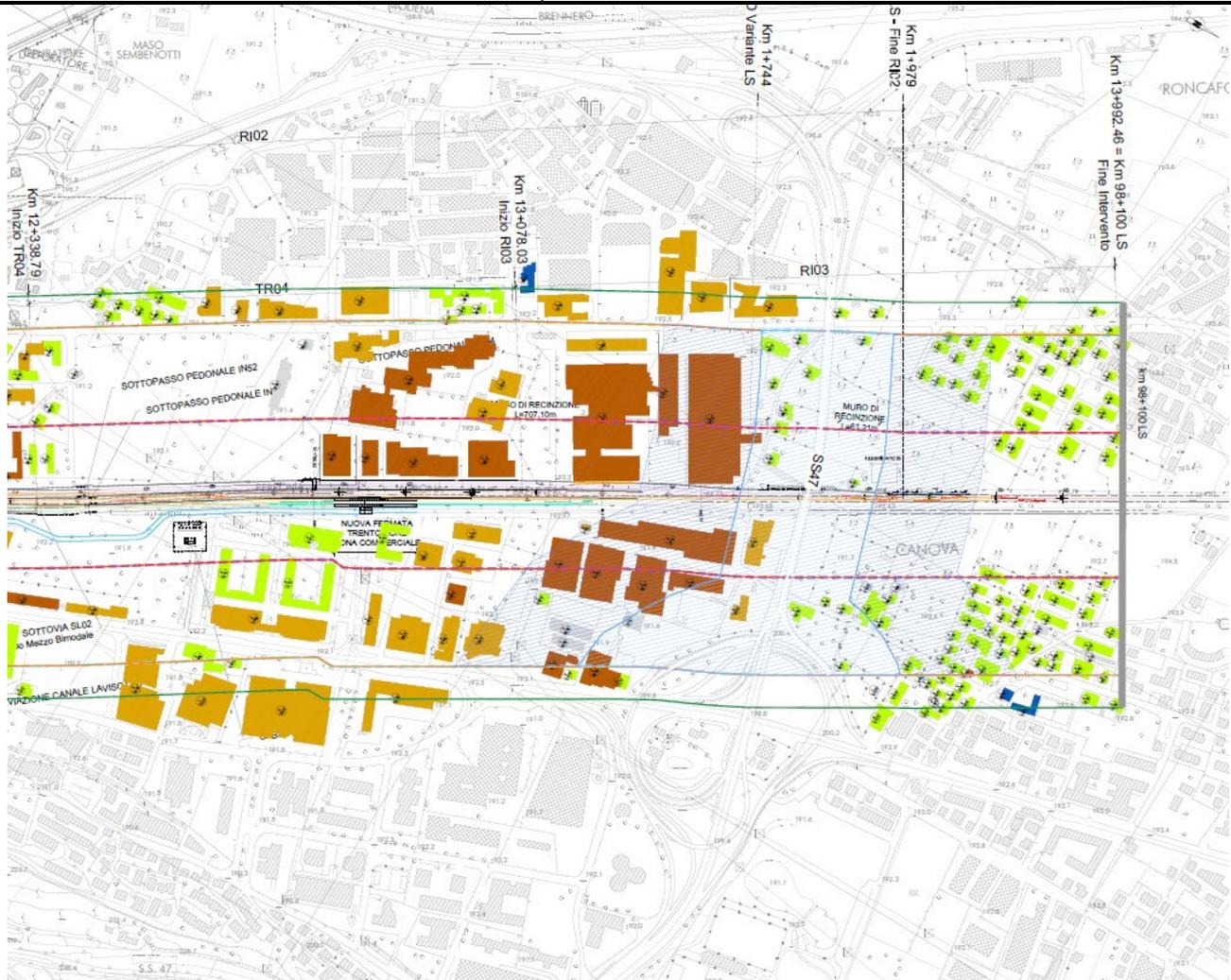


Figura 3-3. Inquadramento dei ricettori presenti nell'area del tratto compreso tra il km 12+338.79 e la fine dell'intervento

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

### 3.2 Punti di misura

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

Ciascun punto di monitoraggio è stato posizionato sulla base delle analisi condotte in questa fase di progettazione, in relazione alle criticità e alla significatività specifica per singola componente ambientale messa in evidenza nello SIA, 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 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 allegate “*Planimetria localizzazione punti di monitoraggio*” (IB0Q3AR22P5MA0000001/3).

Si fa presente che l’ubicazione dei punti di monitoraggio potrà subire variazioni per cause non prevedibili nella attuale fase progettuale quali indisponibilità dei proprietari/recettori, indisponibilità di allaccio alla rete elettrica per l’alimentazione della strumentazione di monitoraggio, variazione della posizione dei cantieri in fase esecutiva, ecc.

### 3.3 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.

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

### 3.4 Restituzione dei dati

Le modalità di restituzione dei dati seguiranno le indicazioni di cui alle “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”, anche ai fini dell’informazione al pubblico, di seguito elencate:

- Saranno predisposti idonei rapporti tecnici periodici descrittivi delle attività svolte e dei risultati del monitoraggio ambientale, sviluppati secondo i contenuti ed i criteri indicati nelle suddette Linee guida;
- I dati di monitoraggio saranno strutturati secondo formati idonei alle attività di analisi e valutazione da parte dell’autorità competente;
- Saranno restituiti i dati territoriali georeferenziati per la localizzazione degli elementi significativi del monitoraggio ambientale.

I dati così raccolti saranno condivisi il pubblico. Inoltre, le informazioni ambientali potranno essere riutilizzate per accrescere le conoscenze sullo stato dell’ambiente e sulla sua evoluzione, oltre ad essere riutilizzati per la predisposizione di ulteriori studi ambientali.

I rapporti tecnici conterranno:

- le finalità specifiche dell’attività di monitoraggio condotta in relazione alla componente/fattore ambientale;
- la descrizione e la localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio;
- i parametri monitorati;
- l’articolazione temporale del monitoraggio in termini di frequenza e durata;
- i risultati del monitoraggio e le relative elaborazioni e valutazioni, comprensive delle eventuali criticità riscontrate e delle relative azioni correttive intraprese.

Inoltre, i rapporti tecnici includeranno per ciascuna stazione/punto di monitoraggio apposite schede di sintesi contenenti le seguenti informazioni:

- stazione/punto di monitoraggio: codice identificativo (es. ATM\_01 per un punto misurazione della qualità dell’aria ambiente), coordinate geografiche (espresse in gradi decimali nel

sistema di riferimento WGS84 o ETRS89), componente/fattore ambientale monitorata, fase di monitoraggio;

- area di indagine (in cui è compresa la stazione/punto di monitoraggio): codice area di indagine, territori ricadenti nell'area di indagine (es. comuni, province, regioni), destinazioni d'uso previste dagli strumenti di pianificazione e programmazione vigenti (es. residenziale, commerciale, industriale, agricola, naturale), uso reale del suolo, presenza di fattori/elementi antropici e/o naturali che possono condizionare l'attuazione e/o gli esiti del monitoraggio (descrizione e distanza dall'area di progetto);
- ricettori sensibili: codice del ricettore (es. RIC\_01): localizzazione (indirizzo, comune, provincia, regione), coordinate geografiche (espresse in gradi decimali nel sistema di riferimento WGS84 o ETRS89), descrizione (es. civile abitazione, scuola, area naturale protetta, ecc.);
- parametri monitorati: strumentazione e metodiche utilizzate, periodicità, durata complessiva dei monitoraggi.

La scheda di sintesi sarà corredata da:

- inquadramento generale che riporti l'intera opera, o parti di essa, la localizzazione della stazione/punto di monitoraggio unitamente alle eventuali altre stazioni/punti previste all'interno dell'area di indagine;
- rappresentazione cartografica dei seguenti elementi:
  - stazione/punto di monitoraggio;
  - elemento progettuale compreso nell'area di indagine (es. porzione di tracciato ferroviario, aree di cantiere, opere di mitigazione);
  - ricettori sensibili;
  - eventuali fattori/elementi antropici e/o naturali che possono condizionare l'attuazione e gli esiti del monitoraggio;
- immagini fotografiche descrittive dello stato dei luoghi.

I dati di monitoraggio contenuti nei rapporti tecnici periodici saranno forniti anche in formato tabellare aperto XLS o CSV. Nelle tabelle sarà riportato:

- codice identificativo della stazione/punto di monitoraggio;

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

- codice identificativo della campagna di monitoraggio;
- data/periodo di campionamento;
- parametro monitorato e relativa unità di misura;
- valori rilevati;
- range di variabilità individuato per lo specifico parametro;
- valori limite (ove definiti dalla pertinente normativa);
- superamenti dei valori limite o eventuali situazioni critiche/anomale riscontrate.

Con riferimento ai dati territoriali georeferenziati necessari per la localizzazione degli elementi significativi del monitoraggio ambientale, si individuerà quanto segue:

- elementi progettuali significativi per le finalità del monitoraggio ambientale (es. area di cantiere, opera di mitigazione, porzione di tracciato ferroviario);
- aree di indagine;
- ricettori sensibili;
- stazioni/punti di monitoraggio.

I dati territoriali saranno predisposti in formato SHP in coordinate geografiche espresse in gradi decimali nel sistema di riferimento WGS84 o ETRS89.

### 3.5 Strumenti per la condivisione dei dati di monitoraggio

Al fine di garantire una più efficace gestione dei dati di monitoraggio e una più rapida consultazione di tutte le informazioni disponibili in relazione alle specifiche opere, Italferr è fornita di una banca dati ambientale, denominata SIGMAP, che, attraverso un portale web GIS, consente la centralizzazione, l'archiviazione, l'analisi e il download sia dei dati territoriali geografici che di quelli cartografici, garantendo la consultazione di mappe tematiche relative in particolare alla Progettazione, al Monitoraggio Ambientale. Tale banca dati è consultabile e visionabile online attraverso un profilo utente, attivabile dagli stakeholder coinvolti nel progetto. All'avvio delle attività di monitoraggio saranno fornite le necessarie credenziali per l'accesso. Infine, per garantire la condivisione delle informazioni e in ottemperanza con quanto prescritto nella condizione ambientale n.10 del parere n.1 del 29 aprile 2022 la documentazione relativa al monitoraggio ambientale (PMA,



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA”  
**LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO**

**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

**Relazione Generale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB1Q	3A R 22	RG	MA0000 001	C	21 di 138

rapporti tecnici, dati di monitoraggio, dati territoriali) sarà predisposta e trasmessa al MiTE con periodicità semestrale in fase di Corso e Post Opera.

#### **4. COMPONENTI AMBIENTALI DI MONITORAGGIO**

##### **4.1 Premessa**

In seguito alla valutazione degli aspetti ed in base alle considerazioni riportate sopra, nonché a partire da quanto evidenziato dallo Studio di Impatto Ambientale redatto per il progetto in oggetto, il monitoraggio ambientale verrà esteso alle seguenti componenti ambientali:

- ACQUE SOTTERRANEE;
- ACQUE SUPERFICIALI;
- SUOLO;
- VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA;
- ATMOSFERA;
- RUMORE;
- VIBRAZIONI;
- PAESAGGIO;
- CAMPI ELETTROMAGNETICI

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

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

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

## 4.2 Atmosfera

### 4.2.1 Obiettivi del monitoraggio

Le finalità del monitoraggio ambientale per la componente atmosfera sono:

- valutare in termini di emissione l'effettivo contributo sullo stato di qualità dell'aria complessivo connesso alle attività di cantiere;
- 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;
- nel caso in cui l'opera modifichi e/o generi un significativo traffico autoveicolare indotto, verificare lo stato della qualità dell'aria in seguito alla realizzazione dell'opera e durante l'esercizio della stessa, al fine di poter evidenziare eventuali modifiche.

I parametri monitorati, opportunamente acquisiti ed elaborati, permettono una corretta e tempestiva gestione della componente ambientale in oggetto durante i lavori ed è in quest'ottica che si prevede di monitorare i parametri tipicamente correlabili alle attività di cantiere, cioè quelli che possono produrre degli impatti significativi nelle aree di intervento. A tal fine si prevede di utilizzare strumentazione in grado di restituire dati di monitoraggio in tempo reale, attraverso un sistema di trasmissione ed elaborazione dei dati automatizzato, per la rilevazione immediata di eventi anomali correlabili al cantiere.

### 4.2.2 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.M. 16/5/1996 - Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono;
- 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. 3/8/2007 n.152 - Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente;
- D. Lgs. 13/8/2010 n.155, Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- D. Lgs. 250/2012, Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

### Normativa regionale

I principali riferimenti sono rappresentati da:

- D.G.P. 16/12/2016 n.2338 Aggiornamento quinquennale della classificazione delle zone ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente ed approvazione del "Programma di valutazione - Individuazione della rete di monitoraggio della qualità dell'aria in adeguamento alla zonizzazione e classificazione connessa", ai sensi degli articoli 4 e 5 del d.lgs. 13 agosto 2010 n. 155.

### Norme tecniche

- UNI EN 12341:2014 - Aria ambiente - Metodo gravimetrico di riferimento per la determinazione della concentrazione in massa di particolato sospeso PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub>.
- UNI EN 14211:2012 - Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza.

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”.

#### **4.2.3 Aree oggetto di monitoraggio**

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 Progetto Ambientale della Cantierizzazione e con l’obiettivo di verificare l’impatto dei principali cantieri operativi.

Di seguito si elencano i principali criteri per la localizzazione dei punti di monitoraggio nelle diverse fasi (AO, CO), 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 alle 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 macro scala e micro scala;
- tipologia di inquinanti e relative caratteristiche fisico-chimiche;

**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

**Relazione Generale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB1Q	3A R 22	RG	MA0000 001	C	26 di 138

- 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).

L’ubicazione dei punti di monitoraggio è stata effettuata 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.

Il monitoraggio verrà effettuato in alcune aree territoriali significative denominate “sezioni” di monitoraggio.

Per “sezione” si intende una area territoriale in cui si ritiene necessario prevedere la determinazione del potenziale contributo della cantierizzazione in termini di inquinanti atmosferici mediante l’utilizzo di punti di misura di specifici parametri atmosferici. Tipicamente si definiscono due tipologie di punti di misura:

- misura degli impatti delle aree di cantiere presenti per tutta la durata dei lavori (ATC);
- misura degli impatti prodotti dal traffico veicolare di cantiere (ATV).

Per ciascuna 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 in atmosfera prodotte dall’attività di cantiere (Influenzata);
- un secondo punto di monitoraggio in una postazione di misura 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).

Si evidenzia che l’ubicazione dei punti di monitoraggio, determinata sulla base dei risultati delle analisi ambientali di progetto, può essere modificata durante la fase di CO al fine di intercettare ed evidenziare il contributo delle emissioni di cantiere.

Nel caso in esame, dalla valutazione sull’estensione delle aree interessate da potenziale impatto emissivo delle attività di cantiere, sul numero di ricettori presenti all’interno delle aree di potenziale impatto e sulla durata delle attività connesse alla realizzazione dell’opera, la rete di monitoraggio sarà composta dalle seguenti sezioni di monitoraggio:

- n. 4 punti di misura di tipo ATC influenzati dalle attività di cantiere;

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

- n. 2 punto di monitoraggio non influenzati dalle attività di cantiere (NI)

Come da interlocuzioni con APPA, verranno utilizzati come punti non influenzati, le centraline preesistenti di APPA Trento, nello specifico le centraline denominate:

- Trento VBZ ubicata su Via Bolzano
- Trento PSC all'interno del parco S.Chiara

Tutti i punti saranno monitorati sia in fase ante operam che in corso d'opera. In virtù della natura dell'opera, non si prevedono 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 nelle planimetrie allegate al presente PMA elaborati grafici “IB1Q3AR22P5MA0000001/3 *Planimetria localizzazione punti di monitoraggio*”.

L'ubicazione dei punti di monitoraggio che costituiranno ciascuna stazione è determinata dalla analisi dei risultati delle misure ambientali di progetto e potrà essere modificata durante la fase di corso d'opera con la finalità di monitorare con maggiore efficacia il contributo delle emissioni di cantiere.

La stessa ubicazione dei punti di monitoraggio dovrà essere confermata a seguito delle reali aree oggetto di cantierizzazione che sarà effettuata in sede di approfondimento del progetto esecutivo.

L'individuazione degli effettivi punti di monitoraggio verrà definito in funzione della disponibilità e dell'accesso dei proprietari delle aree oggetto di monitoraggio.

#### **4.2.4 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:

- Parametri convenzionali

- particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM<sub>10</sub>);
- particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>);
- Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)
- Parametri non convenzionali
  - misura ed interpretazione quali-quantitativa dei dati relativi al particolato sedimentabile (deposizioni);
  - analisi della composizione chimica del particolato sedimentabile (deposizioni) relativamente agli elementi terrigeni;
  - misura simultanea della distribuzione granulometrica del particolato ad alta risoluzione temporale mediante contatori ottici (contaparticelle) e delle polveri con metodo gravimetrico (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>).

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.

#### **4.2.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio**

Il monitoraggio della componente atmosfera viene svolto nelle fasi AO e CO e prevede essenzialmente le seguenti attività:

- analisi bibliografica e sul web dei dati di qualità dell'aria forniti dalle centraline locali di monitoraggio;
- sopralluoghi per l'identificazione dei punti di monitoraggio e il reperimento degli allacci

elettrici/permessi necessari allo svolgimento delle misure;

- esecuzione delle campagne di rilievo (in funzione delle fasi di costruzione dell'opera e delle relative lavorazioni durante il CO);
- analisi ed elaborazione dei risultati;
- produzione dei report di sintesi delle indagini con valutazioni in merito ai possibili impatti delle lavorazioni di cantiere sui ricettori presenti nell'area e inserimento dei dati nel sistema informativo.

### **Metodologia di acquisizione parametri**

#### Polveri sottili

Per l'acquisizione dei dati di monitoraggio atmosferico è necessario utilizzare stazioni di misura conformi, ai sensi dell'art.1 comma 4 lettera g) del D. Lgs. 155/10 e s.m.i., per quanto riguarda:

- i requisiti richiesti per la strumentazione;
- l'utilizzo di metodiche riconosciute o equivalenti a quelle previste da normative;
- l'utilizzo di 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 vanno 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, la norma UNI EN 12341:2014 per le polveri sottili). In questo modo è possibile ottenere dei dati validati e confrontabili con quelli delle centraline per la determinazione della qualità dell'aria degli Enti territorialmente competenti (ai sensi dell'art. 1 del D. Lgs. 155/10 e s.m.i.), avere delle indicazioni sull'andamento della qualità dell'aria nei territori in cui insistono le lavorazioni e valutare l'eventuale contributo delle attività di realizzazione dell'opera ferroviaria.

In questa ottica e con l'obiettivo di avere un monitoraggio in grado di rivelare tempestivamente eventuali impatti dei cantieri, per quanto riguarda le polveri sottili si prevede di utilizzare principalmente strumenti ottici certificati in grado di dare un riscontro immediato di eventuali variazioni sensibili delle concentrazioni di polveri (PM2.5 e PM10) aerodisperse.

In alternativa all'utilizzo di strumentazione ottica certificata è possibile utilizzare campionatori con raggi beta in grado di restituire il dato orario di concentrazione rilevato.

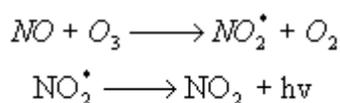


Figura 4-1 Campionatore sequenziale automatico

### Biossido di Azoto e Ossidi di Azoto - NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>

Il metodo di riferimento per la misurazione degli ossidi di Azoto come indicato nell'Allegato VI del D.Lgs. 155/2010 è descritto nella norma UNI EN 14211:2012.

Il principio per la misura della concentrazione del NO<sub>2</sub> nell'aria ambiente, si basa sulla misura della radiazione caratteristica emessa da tale composto per chemiluminescenza in seguito alla reazione in fase gassosa tra monossido di azoto e ozono:



Poiché la reazione avviene solamente tra monossido di azoto e ozono, il biossido di azoto deve essere trasformato in monossido prima di poter essere misurato; a tale scopo, si utilizza un convertitore a molibdeno capace di trasformare tutto l'NO<sub>2</sub> contenuto nel campione da analizzare in NO.

Il campione d'aria aspirato a flusso costante viene fatto passare in primo luogo attraverso un filtro al fine di escludere le interferenze causate dalla presenza di particelle ed è successivamente condotto alla camera di reazione (condizione di misura di NO<sub>x</sub>) o, saltando il convertitore, direttamente alla camera di misura (condizione di misura di NO). All'interno della camera questi si

trovano miscelati con l’ozono proveniente da un generatore interno allo strumento stesso e quindi nelle condizioni ideali perché avvenga la reazione tra NO e O<sub>3</sub>.

La chemiluminescenza risultante è poi rilevata attraverso un filtro ottico da un tubo fotomoltiplicatore o un fotodiodo che, producendo un segnale proporzionale al contenuto di NO, consente le misure nelle rispettive condizioni di NO e NO<sub>x</sub>, quindi il contenuto di NO<sub>2</sub> è dato dalla loro differenza.

### **Metodologia di acquisizione parametri non convenzionali**

#### *Deposizione e microscopia*

Per l’analisi del particolato sedimentabile è previsto l’utilizzo di un campionatore e della microscopia ottica.

Nella fase di campionamento viene impiegata un’apparecchiatura Wet-Dry (deposimetro, vedi ad esempio Figura 4-2) in modalità “Dry-Only”, al fine di raccogliere il materiale sedimentabile in assenza di precipitazioni.

Tale materiale viene successivamente valutato per microscopia ottica automatica dopo essere stato raccolto su adeguato vetrino di osservazione. La Figura 4-3 riportata di seguito si riferisce ad un campione di particolato atmosferico sedimentato.



	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

Figura 4-2 Campionatore Wet-Dry

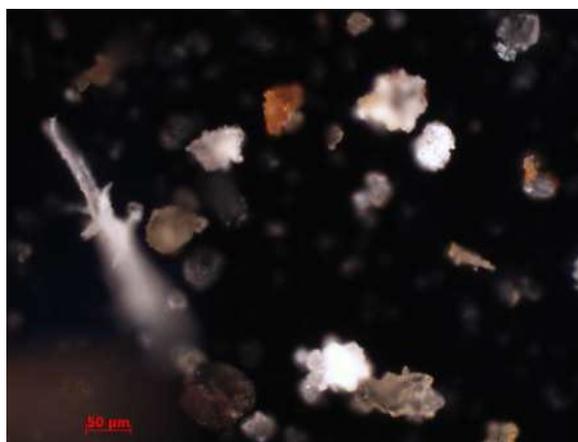


Figura 4-3 Campione di particolato atmosferico al microscopio

Questa tecnica combinata prevede il campionamento su periodi prolungati (tipicamente 7 - 10 gg) del particolato atmosferico sedimentabile, ossia la frazione più pesante del particolato aerotrasportato. In questo modo vengono acquisiti i dati di deposizione di massa ( $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{giorno}$ ) delle polveri e, attraverso l'utilizzo di vetrini e microscopio ottico, viene effettuata l'osservazione qualitativa della natura e della distribuzione in termini di colore, aspetto e dimensione delle polveri. Tale osservazione si riferisce, in pratica, a particelle sedimentate di dimensioni superiori a 3  $\mu\text{m}$  circa.

L'analisi automatica dell'immagine permette di acquisire informazioni relative alla distribuzione granulometrica delle polveri e alla loro classificazione/suddivisione in classi di "colore". Tali informazioni vengono tipicamente riportate in tabelle (vedi Tabella 4-1 di esempio) ove sono mostrate 8 classi granulometriche da 1 a 200  $\mu\text{m}$  di diametro e tre classi di colore (nero, bianco, marrone).

Tabella 4-1 Esempio di tabella per analisi dimensionale e di colore

		Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class 8
		1 10	10 20	20 30	30 40	40 50	50 100	100 200	>200
WHITELEMENTS	site 7	4152	634	276	144	95	141	27	4
	site 10	3058	483	212	118	72	141	32	4
	site 4	2500	417	207	87	54	47	7	2
	site 9	246	45	30	7	9	3	2	1
BLACK ELEMENTS	site 7	8696	1140	306	90	37	33	3	1
	site 10	6852	1623	665	276	124	92	5	0
	site 4	10576	3408	1674	611	229	134	8	0
	site 9	2222	436	169	97	38	55	11	2
BROWN ELEMENTS	site 7	9403	717	241	104	53	90	19	1
	site 10	5831	537	195	114	54	86	6	2
	site 4	2412	176	70	34	12	18	1	0
	site 9	1928	37	7	3	4	5	2	1

L'analisi del colore delle deposizioni atmosferiche avviene tramite il confronto con la tavola dei colori del sistema R.A.L. e la conseguente suddivisione secondo le 3 sopracitate classi di colore, così caratterizzate:

- grigio/nero: associabile principalmente a particolato connesso a sorgenti di tipo antropico, quali emissioni derivanti dall'uso di combustibili fossili (autoveicoli, camini domestici e non), dall'usura di pneumatici, freni e manto stradale, da processi industriali, da termovalorizzazione di rifiuti, ecc.;
- bianco: associabile principalmente a un particolato connesso a sale marino, polvere domestica, materiale da erosione di rocce, ecc.;
- marrone: associabile principalmente a un particolato connesso a lavorazioni agricole con dispersione in atmosfera di terra (sabbia, limo, argilla tipicamente di colore giallastro-marrone), a piante (pollini e residui vegetali) e spore, a materiale di erosione di rocce, ecc.

Resta inteso che la colorazione delle polveri va contestualizzata nell'area di indagine prendendo in considerazione le caratteristiche del territorio monitorato e le attività ivi presenti.

#### *Composizione chimica (elementi terrigeni)*

Per determinare la concentrazione di elementi di origine terrigena (Silicio, Alluminio, Ferro, Calcio, Magnesio, Potassio, Titanio, Fosforo ed altri eventuali) viene effettuata un'analisi chimica del particolato con la tecnica XRF (X-Ray Fluorescence), che consente di individuare gli elementi chimici costitutivi di un campione grazie all'analisi della radiazione X (fluorescenza X caratteristica) emessa dallo stesso in seguito ad eccitazione atomica con opportuna energia. L'analisi è non

distruttiva, non richiede alcun tipo di preparazione del campione, può operare in aria e non altera il materiale analizzato.

Nel caso in esame può essere effettuata un'analisi XRF a dispersione di energia (acronimo ED-XRF) con un opportuno spettrometro o, in alternativa, può essere utilizzato un microscopio elettronico a scansione (SEM), nel qual caso l'analisi viene definita SEM-EDX (Energy Dispersive X-ray Analysis). Tali metodiche permettono un'analisi simultanea di molti elementi anche su piccolissime parti di campione, quali quelle derivanti dal campionamento del particolato sedimentabile (deposizioni) su opportuni supporti.

L'analisi qualitativa prevede l'identificazione delle righe X caratteristiche di emissione di ogni elemento chimico (disponibili nella bibliografia scientifica di settore), mentre l'analisi quantitativa richiede di correlare i dati di intensità delle diverse righe X emesse con le analoghe emissioni di campioni standard contenenti quantità conosciute dell'elemento da stimare.

In questo modo viene eseguita la determinazione dei principali elementi terrigeni e l'analisi di detti elementi sotto forma di ossidi per la valutazione della percentuale in massa delle polveri terrigene rispetto alla massa complessiva di particolato. Se necessario questo tipo di analisi può essere svolta anche sulle frazioni PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> del particolato raccolto tramite campionatori gravimetrici.

#### *Distribuzione granulometrica*

L'analisi della distribuzione granulometrica delle polveri compatibilmente alle variazioni dei parametri meteo ed emissivi viene effettuata con contatori ottici (contaparticelle, vedi Figura 4-4) ad alta risoluzione temporale (tipicamente 1 dato al secondo) che coprono l'intervallo sotteso dalle PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>.



Figura 4-4 – Contaparticelle

Al fine di determinare il rapporto tra particelle fini e grossolane e verificare la loro evoluzione nel tempo, i conta-particelle sfruttano metodi ottici di diffusione/scattering della luce, dove un fascio laser emesso da un diodo (fonte di luce) investe un flusso d'aria di portata nota contenente le particelle in sospensione, mentre al contempo un sensore ottico misura la luce diffusa per restituire il diametro ottico delle particelle e non il diametro aerodinamico equivalente (utilizzato dai campionatori gravimetrici quale metodo di selezione dimensionale). Tali contatori sono generalmente in grado di misurare particelle aventi un diametro minimo di 0.3  $\mu\text{m}$  e un diametro massimo di 10  $\mu\text{m}$ . Alcuni di questi strumenti sono in grado di calcolare la concentrazione di massa equivalente per le frazioni  $\text{PM}_{10}$  e  $\text{PM}_{2.5}$  utilizzando apposite curve di calibrazione. Tali misure consentono di verificare il rapporto tra particelle fini e grossolane in integrazione alle analisi gravimetriche e chimiche.

#### **4.2.6 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 che avranno una durata di circa 44 mesi.

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 dovranno essere precedute da un’analisi dell’effettiva cantierizzazione che sarà eseguita in fase di progetto esecutivo.

Italferr provvederà a confermare o eventualmente modificare le ubicazioni delle sezioni di monitoraggio e a comunicarle agli Enti competenti.

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;

Le misure saranno condotte con le metodiche di riferimento indicate al par. 4.2.5 con durata e frequenza come di seguito riportato:

- **Fase ante operam (AO)**
  - Durata: 6 mesi;
  - Frequenza: due volte nell’anno precedente l’inizio lavori per postazione.
- **Fase corso d’opera (CO)**
  - Durata: per tutta la durata dei lavori;
  - Frequenza: trimestrale per tutta la durata dei lavori.

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

Le campagne di misura in ciascun punto di monitoraggio avranno durata di 30 giorni; come riportato nel parere n.1 della commissione tecnica PNRR-PNIEC del 29 aprile 2022. La tabella che segue riporta il numero di campagne di monitoraggio previste per ogni fase.

Tabella 4-2 Atmosfera: Programmazione del monitoraggio

Codice punto	Frequenza	N° campagne Ante Operam	N° campagne Corso d’opera	Localizzazione
ATC 01	trimestrale	2	14	AS.01
ATC 02	trimestrale	2	14	AT.01
ATC 03	trimestrale	2	14	AT.02

Si riportano di seguito i riferimenti delle centraline per il controllo della qualità dell’aria di APPA Trento da utilizzare come punti “non influenzati” dalle attività di cantiere) (NI); nella successiva fase progettuale i punti ATC potranno subire variazioni a seguito di ulteriori affinamenti da prevedersi una volta definito il layout di cantiere esecutivo e di accertamenti sul campo per la verifica della fattibilità logistica (allacci corrente, permessi in aree private, ecc.).

- Stazione Trento - Parco S. Chiara (<https://bollettino.appa.tn.it/aria/stazione/2>)
- Stazione Trento Via Bolzano (<https://bollettino.appa.tn.it/aria/stazione/4>)

### 4.3 Acque superficiali

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, delle caratteristiche dei corpi idrici potenzialmente interessati dalle azioni di progetto, in modo da ricercare gli eventuali correttivi per ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l’ambiente idrico preesistente.

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

#### **4.3.1 Obiettivi del monitoraggio acque superficiali**

Il monitoraggio dell’ambiente idrico superficiale è finalizzato a valutare le eventuali variazioni delle caratteristiche dei corpi idrici dovute alla realizzazione dell’opera.

Il monitoraggio AO ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche dei corsi d’acqua in assenza di eventuali disturbi provocati dalle lavorazioni e dalle opere in progetto.

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. Inoltre, si pone l’obiettivo di controllare che l’esecuzione dei lavori non induca alterazioni qualitative e in termini di portata del sistema delle acque superficiali.

Nel caso in cui sia evidenziata una possibile correlazione tra il superamento e le lavorazioni di cantiere, il Direttore dei Lavori emette un Ordine di Servizio nei confronti dell’Appaltatore per verificare se tale circostanza sia generata dalle lavorazioni eseguite, dal mancato rispetto o dalla insufficienza delle mitigazioni ambientali. In caso di accertata responsabilità dell’Appaltatore, quest’ultimo provvede ad eliminare le cause di perturbazione dell’ambiente idrico per far rientrare i parametri di indagine nei limiti prestabiliti.

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

Inoltre, il monitoraggio AO, ha anche 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-batterologico e sotto il profilo biologico.

#### **4.3.2 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, 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, 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.

### Normativa Nazionale

- 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. 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”.
- 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.

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

Le aree oggetto di monitoraggio dovranno quindi 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:

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

- 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 PMA saranno 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 corpi idrici più significativi potenzialmente interferiti, dovranno essere posizionati dei 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 in base alla tipologia di intervento che sarà realizzato nell’ambito del progetto, si ritiene di eseguire il monitoraggio delle acque sul Fiume Adige, unico corpo idrico superficiale significativo, il cui alveo attuale scorre, con direzione NW-SE con un corso piuttosto rettilineo e ben definito, nelle vicinanze dall’intervento in progetto e per tale motivo potenzialmente esposto ad eventuale contaminazione connessa alle attività di cantiere (in seguito ad esempio di sversamenti accidentali di sostanze inquinanti).

Si eseguirà inoltre il monitoraggio delle acque del Fosso Maestra di Mattarello e del rio Lavisotto che, a causa della prossimità dei cantieri, potrebbero risultare potenzialmente interferiti dalle lavorazioni.

Si precisa che a seguito di un sopralluogo congiunto con i referenti della UO Tutela dell’acqua di APPA Trento svolto in data 25 gennaio 2023 , è stato possibile verificare puntualmente i parametri e le modalità operative per effettuare i campionamenti in sicurezza presso le stazioni di monitoraggio identificate da PMA come riportato con nota DGPI.AGPN.PMBRVT.0162386.22.U.

#### **4.3.4 Parametri oggetto di 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..

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; verranno rilevati i seguenti parametri:

- **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).

#### Indagini qualitative

- **Parametri chimico-fisici**

I parametri chimico-fisici potranno fornire un'indicazione generale sullo stato di qualità delle acque dei corsi d'acqua preesistente l'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 a interventi in grado di alterare il regime delle velocità di flusso in alveo o l'erosività 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 hanno 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 rilevati i seguenti parametri:

- Calcio
- Sodio
- Potassio
- Magnesio
- Cloruri
- Cloro attivo
- Fluoruri
- Solfati
- Bicarbonati
- Nitrati
- Nitriti
- Ammonio

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB1Q	3A R 22	RG	MA0000 001	C	43 di 138

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

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.

Specificatamente per il rio Lavisotto, dato il suo attraversamento nella zona SIN Trento Nord (ex SLOI), oltre ai parametri sopra elencati verranno analizzate anche le seguenti sostanze inquinanti facenti parte del set analitico già monitorato da APPA Trento :

**Set Analitico inquinanti Canale Lavisotto**

- *Piombo*
- *Piombo trietile*
- *Piombo dietile*
- *Piombo tetraetile*
- *IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI*
- *Benzo(a)antracene*

- *Crisene*
- *Benzo(a)pirene*
- *Dibenzo(a,h)antracene*
- *Benzo(b)fluorantene*
- *Indeno(1,2,3-c,d)pirene*
- *Benzo(k)fluorantene*
- *Pirene*
- *Benzo(g,h,i)perilene*
- *Sommatoria policiclici aromatici*
- *Naftalene*
- *Fluorantene*
- *Acenaftilene*
- *Dibenzo(a,e)pirene*
- *Acenaftene*
- *Dibenzo(a,l)pirene*
- *Fluorene*
- *Dibenzo(a,i)pirene*
- *Fenantrene*
- *Dibenzo(a,h)pirene*
- *Antracene*
- *COMPOSTI AROMATICI*
- *Benzene*
- *Toluene*
- *Etilbenzene*
- *p-Xilene*
- *Stirene*
- solventi clorurati (tricloroetilene, tetracloroetilene, cloroformio, cloruro di vinile)

- **Parametri biologici e fisiografico-ambientali**

- *Diatomee*
- *IMBR-IQR*
- *IFF*

Le **diatomee** sono alghe brune, unicellulari, eucariote e autotrofe, appartenenti alla Classe delle Bacillariophyceae, generalmente delle dimensioni di pochi µm, che possono vivere isolate o

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

formare colonie. Sono caratterizzate da una parete cellulare silicea chiamata frustulo costituito da due metà che si incastrano l'una nell'altra come una scatola e il suo coperchio. Esse sono le principali componenti del perifiton. Le diatomee sono in grado di colonizzare qualsiasi tipo di ambiente umido, dai sistemi lotici a quelli più lentici, permettendo una valutazione della qualità di diverse tipologie ecosistemiche, sia fluviali, che sorgenti, torbiere o prati umidi. In base all'habitat possono essere suddivise in bentoniche, che vivono aderenti al substrato e possiedono meccanismi per l'adesione ad esso e planctoniche che non sono ancorate a substrati e sono trascinate liberamente dalla corrente. A seconda che vivano su ciottoli, su altri elementi vegetali macroscopici o su depositi di limo si parla rispettivamente di diatomee epilittiche, epifittiche ed epipeliche. L'indice **IMBR-IQR** si basa sull'analisi della comunità delle macrofite acquatiche per valutare lo stato trofico dei corsi d'acqua.

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.

I parametri selezionati per il monitoraggio ambientale dei corsi d'acqua superficiali sono stati scelti tra quelli previsti nelle linee guida ministeriali, ritenuti significativi in relazione alla tipologia ed alle caratteristiche dei corsi d'acqua interferiti, concordati con l'ufficio competente di APPA in materia di monitoraggio dei corsi d'acqua superficiali.

Il set di parametri-indicatori oggetto del monitoraggio e le metodiche di analisi per le acque superficiali sono riassunte nella tabella sottostante e saranno utilizzate per le fasi AO, CO e PO.

Tabella 4-3 Parametri da monitorare per la componente acque superficiali (Fasi AO, CO e PO)

PROVE FUORI STAZIONE / MISURE IN SITU	METODICA	U.M.
Portata	MPI-21-2011 Rev.1	m
Temperatura ambiente	WMO n 8 2018 capitolo 2	°C
Temperatura	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003	°C
pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	unità
Ossigeno disciolto	UNI EN ISO 5814:2013	mg/l
Conducibilità	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	µS/cm
cloro attivo libero	APAT CNR IRSA 4080 Man 29 2003	mg/l
campionamento per parametri chimici	ISO 5667-6:2014	-

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB1Q	3A R 22	RG	MA0000 001	C	46 di 138

PARAMETRI CHIMICI	METODICA	U.M.
<i>solidi disciolti totali (TDS)</i>	<i>APAT CNR IRSA 2090 A Man 29 2003</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>
METALLI	METODICA	U.M.
<i>Cadmio</i>	<i>EPA 3015A 2007 + EPA 6010D 2018</i>	<i>mg/l</i>
<i>Cromo Totale</i>	<i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	<i>mg/l</i>
<i>Cromo esavalente (VI)</i>	<i>EPA 7199 1996</i>	<i>mg/l</i>
<i>Ferro</i>	<i>EPA 3015A 2007 + EPA 6010D 2018</i>	<i>mg/l</i>
<i>Nichel</i>	<i>EPA 3015A 2007 + EPA 6010D 2018</i>	<i>mg/l</i>
<i>Piombo</i>	<i>EPA 3015A 2007 + EPA 6010D 2018</i>	<i>mg/l</i>
<i>Rame</i>	<i>EPA 3015A 2007 + EPA 6010D 2018</i>	<i>mg/l</i>
<i>Zinco</i>	<i>EPA 3015A 2007 + EPA 6010D 2018</i>	<i>mg/l</i>
ANIONI	METODICA	U.M.
<i>Bicarbonati</i>	<i>APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003</i>	<i>mg/l</i>
<i>Cloruri</i>	<i>APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003</i>	<i>mg/l</i>
<i>Fluoruri</i>	<i>EPA 300.1 1997 part A + EC 1999</i>	<i>mg/l l</i>
<i>Nitrati</i>	<i>APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003</i>	<i>mg/l</i>
<i>Nitriti</i>	<i>APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003</i>	<i>µg/l</i>
<i>Solfati</i>	<i>APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003</i>	<i>mg/l</i>
CATIONI	METODICA	U.M.
<i>Calcio</i>	<i>UNI EN ISO 14911:2001</i>	<i>mg/l</i>
<i>Sodio</i>	<i>UNI EN ISO 14911:2001</i>	<i>mg/l</i>
<i>Potassio</i>	<i>UNI EN ISO 14911:2001</i>	<i>mg/l</i>
<i>Magnesio</i>	<i>UNI EN ISO 14911:2001</i>	<i>mg/l</i>
FRAZIONI AZOTATE	METODICA	U.M.
<i>Azoto ammoniacale</i>	<i>ISO 15923-1:2013</i>	<i>mg NH4/l</i>

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB1Q	3A R 22	RG	MA0000 001	C	47 di 138

<b>IDROCARBURI</b>	<b>METODICA</b>	<b>U.M.</b>
<i>Idrocarburi totali come n-esano</i>	<i>ISPRA Man 123 2015</i>	<i>µg/l</i>
<b>BTEX*</b>	<b>METODICA</b>	<b>U.M.</b>
<i>Benzene</i>	<i>EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Etilbenzene</i>	<i>EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Stirene</i>	<i>EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Toluene</i>	<i>EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Para-Xilene</i>	<i>EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018</i>	<i>µg/l</i>
<b>IPA- EPA*</b>	<b>METODICA</b>	<b>U.M.</b>
<i>Acenaftene</i>	<i>EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Acenaftilene</i>	<i>EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Antracene</i>	<i>EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Benzo(a)antracene</i>	<i>EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Benzo(a)pirene</i>	<i>EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Benzo(b)fluorantene</i>	<i>EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Benzo(k)fluorantene</i>	<i>EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Benzo(g,h,i)perilene</i>	<i>EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Crisene</i>	<i>EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Dibenzo(a,h)antracene</i>	<i>EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Fenantrene</i>	<i>EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Fluorantene</i>	<i>EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Fluorene</i>	<i>EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Indeno(1,2,3-c,d)pirene</i>	<i>EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Naftalene (C10)</i>	<i>EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Pirene</i>	<i>EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018</i>	<i>µg/l</i>
<b>PIOMBO ORGANICO*</b>	<b>METODICA</b>	<b>U.M.</b>

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB1Q	3A R 22	RG	MA0000 001	C	48 di 138

<i>Piombo Tetraetile</i>	<i>EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018</i>	<i>µg/l</i>
<i>Piombo dietile</i>		<i>µg/l</i>
<i>Piombo trietile</i>		<i>µg/l</i>
<b>PARAMETRI BIOLOGICI E FISIOGRAFICO-AMBIENTALI</b>	<b>METODICA</b>	<b>U.M.</b>
Indice IMBR-IQR	ISPRA 2030 Man 111 2014	-
Indice ICMi Diatomee		-
Indice IFF**		-

\*I parametri IPA – EPA , BTex e Piombo organico sono stati integrati per i punti ASU 05 – ASU 06 (canale Lavisotto) come concordato con i referenti APPA durante il sopralluogo congiunto del 25/01/2023, riportati successivamente

Parametro	Metodo	U.M.
Temperatura acqua	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003	°C
Temperatura aria	WMO n 8 2018 capitolo 2	°C
pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	upH
Conducibilità elettrica	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	µS/cm
Ossigeno disciolto	UNI EN ISO 5814:2013	mgO2/l
Solidi disciolti Totali (TDS)	UNI 15216	mg/l
Solidi Sospesi Totali (TSS)	APAT2090 B	mg/l
Portata	MPI-21-2011 Rev.1	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	APAT CNR IRSA 4080 Man 29 2003	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 IMBR-IQR	ISPRA 2030 Man 111 2014	-
Indice ICMi Diatomee		
Indice IFF*		

\*L'indice IFF verrà eseguito solo nel tratto compreso tra ASU 01 e ASU 02 (Fossa Maestra di Mattarello), dove è previsto l'intervento in alveo.

Nel corso delle campagne di monitoraggio, in caso di scostamento tra i valori rilevati in una sezione, 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 APPA di competenza, così come le circostanze e casistiche in cui sarà eventualmente necessario rinfittire i campionamenti.

Si precisa che a seguito di colloqui intercorsi con i referenti della UO Tutela dell'acqua di APPA Trento e successivo sopralluogo congiunto svolto in data 25 gennaio 2023 resocontato con mail nella stessa data, e campionamenti in contraddittorio della seconda campagna di monitoraggio in fase di Ante Operam del 23/05/2023, è stato possibile verificare puntualmente i parametri e le modalità operative per effettuare i campionamenti in sicurezza, per cui si è resa necessaria questa revisione del PMA.

In particolar modo sono stati rivisti i parametri biologici e fisiografici-ambientali descritti nella condizione ambientale n.1 del Parere n. 1 del 29 aprile 2022 VIA, tra cui il rilievo della comunità NISECI che non è stato ritenuto rappresentativo del contesto idrico ambientale e lo STAR – ICMI sostituito dal monitoraggio delle diatomee con indice ICMi, al fine di allineare le modalità dei campionamenti del PMA con quelli svolti dalla UO Tutela dell'acqua di APPA Trento.

#### **4.3.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio**

##### Misure di portata

Le misure di portata saranno realizzate sul fosso di Morena in punti di indagine scelti a discrezione dell'operatore sulla base della propria esperienza e delle condizioni del fiume; quando non sarà possibile utilizzare il mulinello (metodo correntometrico) a causa delle condizioni idrologiche, 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 di quest'ultima 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 profondità=  $2.5+(altezza-5)/3$ , profondità =  $2.5+(altezza-5)*2/3$ ;
  - Da 35 a 70 alle due misure di fondo e di superficie si aggiungono 3 punti a profondità =  $2.5+(altezza-5)/4$ , profondità =  $2.5+(altezza-5)*2/4$ , profondità =  $2.5+(altezza-5)*3/4$ ;
  - 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 profondità;
  - 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 profondità=  $6+(altezza-12)/2$ ;
- Oltre 50 cm di altezza alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due misure a profondità=  $6+(altezza-12)/3$  e profondità=  $6+(altezza-12)*2/3$ ;
- 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 profondità=  $6+(altezza-18)/2$ ;
  - Da 51 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a profondità=  $6+(altezza-18)/3$  e profondità=  $6+(altezza-18)*2/3$ ;
  - Da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono 3 punti a profondità=  $6+(altezza-18)/4$ , profondità=  $6+(altezza-18)*2/4$ , profondità=  $6+(altezza-18)*3/4$ ;
  - 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 profondità=  $6+(altezza-26)/2$ ;
  - Da 66 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a profondità=  $6+(altezza-26)/3$  e profondità=  $6+(altezza-26)*2/3$ ;
  - Da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono 3 punti a profondità=  $6+(altezza-26)/4$ , profondità=  $6+(altezza-26)*2/4$ , profondità=  $6+(altezza-26)*3/4$ ;
  - Oltre 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto ogni 50 cm di profondità.

#### 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.

### Monitoraggio diatomee

L'attività consiste nel campionamento ed analisi delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua superficiali. La metodologia di campionamento e analisi a cui riferirsi è quella descritta nelle linee guida APAT: "PROTOCOLLO DI CAMPIONAMENTO E ANALISI DELLE DIATOMEI BENTONICHE DEI CORSI

D'ACQUA" (documento realizzato per la definizione dei metodi per il campionamento e l'analisi degli elementi biologici di qualità delle acque dolci superficiali coordinata dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici - APAT, in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - MASE). In base alle Linee guida ARPA per la predisposizione dei Piani di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle infrastrutture lineari di trasporto per l'EQB Diatomee si adotta l'indice ICMi (Rapporti ISTISAN 09/19).

Il protocollo stabilisce un metodo per il campionamento, la determinazione ed il conteggio delle diatomee bentoniche come strumento per la valutazione della qualità dei corsi d'acqua. I corsi d'acqua sono popolati da alghe appartenenti a diverse classi; tra tutte le più idonee al monitoraggio delle acque correnti sono le diatomee perché presenti con un'elevata diversità in tutti i fiumi e molto sensibili alle alterazioni ambientali. Inoltre, queste alghe sono molto ben conosciute da un punto di vista sistematico ed ecologico.

Le diatomee bentoniche verranno suddivise, a seconda del substrato che colonizzano, in:

- epilittiche (su substrati duri naturali o artificiali quali ciottoli, sassi o pilastri);
- epifittiche (su macrofite, muschi, altre alghe);
- epipelliche (su detrito più fine quale limo o argilla),
- epipsammiche (su sabbia);
- epizoiche (su animali, es. copepodi).

Di seguito viene data una breve descrizione delle attività suddivise in campionamento e analisi.

### Campionamento

Deve essere selezionato un tratto di fiume che presenti habitat e substrati di campionamento idonei, in particolare raschi. La lunghezza deve essere di almeno 10 m; maggiori estensioni possono andare bene, a seconda dell'uniformità fisica del corso d'acqua e della disponibilità di substrati. L'estensione dovrà comunque superare o essere almeno pari alla larghezza dell'alveo bagnato. Ai fini di una caratterizzazione di maggior dettaglio della stazione, devono essere rilevati ed annotati sulla scheda di rilevamento e registrazione i valori relativi ad alcuni parametri fortemente condizionanti la distribuzione e la composizione delle comunità diatomiche come da tabella qui di seguito.

Parametri idromorfologici	Parametri fisico-chimici	Tipologia di substrato campionato
Substrato: granulometria (%Roccia – Massi – Ciottoli – Ghiaia – Sabbia - Limo)	Temperatura	Ciottoli o massi, con/senza alghe filamentose
Corrente: Impercettibile o molto lenta - lenta-media e laminare - media e con limitata turbolenza-elevata e quasi laminare - elevata e turbolenta - molto elevata	Conducibilità	Substrati artificiali (tipologia)
	pH	Macrofite emergenti (tipologia)
Torbidità: determinazione qualitativa (chiara-leggermente torbida – torbida - opaca)	Ossigeno disciolto	Macrofite e/o macroalghe sommerse (tipologia)
	Nutrienti (facoltativo): Nitrati, ammonio, fosfati	% copertura alghe filamentose
	Parametri fisico – chimici (facoltativo): solidi sospesi, Ca <sup>+</sup> , Cloruri, BOD, COD	

Tabella 4-4 Parametri idromorfologici finalizzati al monitoraggio delle Diatomee

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

- Scheda di rilevamento n°
- Fiume/Lago
- Data e ora del campionamento
- Campione n°
- Operatore
- Sito
- sezione del corso d'acqua su cui si effettua il prelievo
- Nome taxa (non obbligatorio in caso di utilizzo della targhetta in campo)
- specificare la tipologia di substrato campionato e il tipo di conservante usato.

Per impedire il deterioramento dei campioni, questi sono sottoposti a conservazione sia chimicamente che termicamente tramite refrigerazione a 4 °C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore successive al prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate con allegato il corrispondente report compilato durante il prelievo. Infine, vanno scattate una o più fotografie che permettano la visione della zona del prelievo e delle sezioni dove è avvenuto il campionamento.

Per ogni elemento biologico monitorato e per ogni singola stazione e campionamento vengono restituite le liste faunistiche, abbondanze ed ogni altro parametro previsto dal metodo per il calcolo del relativo indice, il suo valore e la classe di qualità corrispondente.

Inoltre, per ogni stazione viene calcolato il valore medio annuale degli indici e classi di qualità. Al termine di ogni fase viene consegnata una relazione conclusiva, oltre alle immediate segnalazioni per eventuali scostamenti di qualità rilevati nelle stazioni di monte rispetto a quelle di valle.

### Indice ICMi

Il metodo di campionamento utilizzato per la componente diatomee è quello descritto sul manuale APAT (2007) - Protocollo di campionamento ed analisi per le diatomee bentoniche dei corsi d'acqua italiani, al quale si rimanda per una descrizione dettagliata.

Tramite una serie di monitoraggi, viene scelto il substrato idoneo per il campionamento: nell'ambito della rete di monitoraggio di ARPA, i campioni raccolti vengono prelevati su ciottoli.

L'operazione di raccolta viene fatta con uno spazzolino che deve essere sciacquato in un barattolo contenente per metà acqua del torrente oggetto di campionamento. Per la restante metà viene aggiunto etanolo in modo da fissare e conservare il campione. I ciottoli sono i substrati naturali

mobili migliori per la raccolta di diatomee; sono preferibili in quanto consentono un agevole prelievo e sono abbastanza stabili da permettere l'insediamento di una comunità rappresentativa.

La scelta dei ciottoli viene effettuata tenendo conto della velocità della corrente, evitando zone con acqua troppo lenticola, dell'ombreggiatura, non troppo elevata, e della profondità dell'acqua. I substrati devono essere raccolti in aree sempre sommerse, o sommerse da almeno 4 settimane.

Se si campiona

in corsi d'acqua profondi è necessario rimanere nella zona eufotica. I ciottoli complessivamente devono essere almeno 5.

Successivamente i campioni vengono trasportati in laboratorio e trattati per essere conservati per un tempo illimitato, al fine di essere letti al microscopio ottico. Per l'applicazione degli indici diatomici, devono essere identificati almeno 400 individui per ogni campione, come previsto dalla norma standard (UNI EN 14407:2004). Per l'identificazione degli organismi sono utilizzate differenti chiavi dicotomiche.

L'indice ICMi, indicato dalla normativa italiana, viene espresso come Rapporto di Qualità Ecologica, RQE tra i valori ricavati dal monitoraggio e quelli attesi per siti di tipologia analoga in condizioni di riferimento.

L'ICMi deriva dall'Indice di Sensibilità agli Inquinanti IPS (CEMAGREF, 1982) e dall'Indice Trofico TI (Rott et al., 1999). Il valore di ICMi è dato dalla media aritmetica degli RQE dei 2 indici.

$$ICMi = (RQE\_IPS + RQE\_TI)/2$$

È necessario quindi calcolare il rapporto tra i valori osservati dei 2 indici e i rispettivi riferimenti forniti dal D.M. 260/2010.

Entrambi gli indici prevedono l'identificazione a livello di specie e in alcuni casi a livello di varietà, ad ognuna delle quali viene attribuito un valore di sensibilità (affinità/tolleranza) all'inquinamento.

Si basano entrambi sulla seguente formula di calcolo:

$$\text{indice diatomico} = \frac{\sum_j [a_j r_{ij}]}{\sum_j [a_j r_j]}$$

**a** = abbondanza relativa della specie j

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

r = affidabilità della specie j

i = sensibilità della specie j a fattori di inquinamento

L'IPS tiene conto principalmente della sensibilità delle specie all'inquinamento organico mentre il TI tiene conto principalmente della sensibilità delle specie all'inquinamento trofico.

### Indice IMBR-IQR

L'IBMR è un indice finalizzato alla valutazione dello stato trofico che si fonda su una lista di 210 taxa indicatori per i quali è stata valutata, da dati di campo, la sensibilità in particolare alle concentrazioni di azoto ammoniacale e ortofosfati. Tuttavia lo stato trofico è determinato non solo dalla concentrazione di nutrienti ma anche da altri fattori quali la luminosità (condizionata a sua volta da torbidità e ombreggiamento) e velocità della corrente (Minciardi et al., 2010).

La metodologia è descritta dalla norma AFNOR NF T 90-395 “Qualité de l'eau. Détermination de l'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR)”. L'IBMR si misura in corrispondenza di una stazione e si calcola sulla base di un rilievo.

La stazione di monitoraggio corrisponde ad una porzione di torrente rappresentativa per il tratto omogeneo di corso d'acqua che si intende indagare, avente uno sviluppo longitudinale da 50 a 100 m in funzione delle dimensioni del corso d'acqua e dei livelli di copertura delle macrofite presenti.

Il rilievo consiste nell'osservazione in situ della comunità macrofita, valutando la copertura totale della comunità presente nella stazione e le coperture in percentuale dei singoli taxa rinvenuti. Contestualmente al campionamento di macrofite, effettuato percorrendo a zig zag il tratto di corpo idrico, vengono rilevati parametri stazionali (tra cui ampiezza dell'alveo bagnato, profondità dell'acqua, granulometria prevalente, condizioni idrologiche, vegetazione delle rive, uso del suolo nel territorio circostante) utilizzando un'apposita scheda di campionamento.

Si procede ad un campionamento secondo la modalità prevista dal metodo e conforme alla norma UNI EN 14184:2004 CEN ed al protocollo nazionale di campionamento (APAT, 2007). Segue un primo riconoscimento in campo dei singoli taxa, che deve essere confermato da una successiva determinazione in laboratorio.

La copertura percentuale dei singoli taxa deve essere successivamente proporzionata al valore di copertura totale delle macrofite presenti nella stazione al fine di ottenere un valore di copertura reale di ogni taxon.

Per poter effettuare il calcolo dell'IBMR è necessario tradurre i valori di copertura reale nei corrispondenti coefficienti di copertura previsti dal metodo, secondo la tabella di conversione seguente:

Tabella 4-5 Coefficienti di copertura

Copertura reale	Coefficienti di copertura	Significato secondo IBMR
< 0,1	1	solo presenza
0,1 ≤ cop < 1	2	copertura scarsa
0,1 ≤ cop < 10	3	copertura discreta
10 ≤ cop < 50	4	copertura buona
≤ 50	5	copertura alta

Il calcolo dell'IBMR per la stazione di campionamento si effettua secondo il seguente algoritmo:

$$IBMR = \frac{\sum_i^n [E_i K_i C_i]}{\sum_i^n [E_i K_i]}$$

Dove:

$E_i$  = coefficiente di stenoecia

$K_i$  = coefficiente di copertura

$C_i$  = coefficiente di sensibilità

$n$  = numero dei taxa indicatori

Sulla base del valore numerico assunto dall'IBMR è possibile classificare la stazione in termini di livello trofico secondo cinque livelli di trofia (Molto Lieve, Lieve, Media, Elevata, Molto Elevata) come descritto nella tabella seguente:

Tabella 4-6 Categorie trofiche per la classificazione della stazione sulla base del valore IBMR (da AFNOR,2003)

Livello Trofico	Valore IBMR	Colore Convenzionale
Molto basso	IBMR > 14	

Basso	$12 < \text{IBMR} \leq 14$	
Medio	$10 < \text{IBMR} \leq 12$	
Elevato	$8 < \text{IBMR} \leq 10$	
Molto elevato	$\text{IBMR} \leq 8$	

L'elenco dei taxa indicatori è composto da 210 taxa di cui il maggior numero è costituito da specie di angiosperme, seguono in ordine di abbondanza alghe e muschi.

Fanerogame, Pteridofite e Briofite (epatiche e muschi) vengono determinate sino al livello di specie con l'ausilio di chiavi dicotomiche. Le alghe vengono determinate al genere, come richiesto dai protocollo di applicazione dell'indice.

E' necessario, inoltre, verificare l'applicabilità dell'indice nelle singole stazioni. Tale valutazione è effettuata in funzione del raggiungimento di soglie di abbondanza in termini di copertura totale della comunità, di copertura dei taxa indicatori rispetto alla copertura dei taxa totali e di numero di taxa della comunità indicatrice rispetto al numero di taxa totali (Minciardi et al., 2003; Minciardi et al., 2010). Sulla base del raggiungimento di tali soglie l'indice è ritenuto applicabile o non applicabile e i risultati dell'IBMR sono ritenuti affidabili o a parziale affidabilità.

### **Calcolo del Rapporto di Qualità Ecologica RQE**

A seguito dell'analisi dei dati disponibili, derivanti dall'applicazione dell'IBMR in varie regioni d'Italia, su un significativo numero di tipologie fluviali sono stati definiti due macroambiti territoriali: uno alpino, riferibile alle aree montane delle HER 1,2,3,4, ed uno centrale-mediterraneo comprendente gli ambiti pedemontani e di pianura delle HER 1,2,3,4, e tutte le altre idroecoregioni.

Per il calcolo dell'RQE\_IBMR per ciascun sito i valori di IBMR rilevati nei siti di monitoraggio devono essere rapportati con il valore medio di IBMR calcolato sui valori rilevati nei siti di riferimento individuati per ciascuna tipologia (Minciardi et al. 2009). I riferimenti per ciascuna tipologia appartenente alle aree geografiche alpina, centrale e mediterranea sono forniti dal D.M. 260/2010.

Il risultato è un valore numerico tra 0 e 1 ed è chiamato RQE (Rapporto di Qualità Ecologica).

Il D.M. 260/2010 riporta i limiti di RQE\_IBMR relativi alle classi Elevata e Buona, Sufficiente, Scarsa e Cattiva differenziando per le due aree geografiche alpina e centrale-mediterranea. Nella tabella seguente si riportano i valori di RQE\_IBMR relativi ai limiti tra le classi da Elevata a Cattiva per l'Area Geografica Alpina che comprende le HER 1,2,3,4 (Alpi) (Tabella 4-7 limite di classe fra gli stati).

*Tabella 4-7 limite di classe fra gli stati*

Valori RQE	IBMR	Colore Convenzionale
RQE ≥ 0,85	elevato	
0,70 ≤ RQE < 0,85	buono	
0,60 ≤ RQE < 0,70	sufficiente	
0,50 ≤ RQE < 0,60	scarso	
RQE < 0,50	cattivo	

L'Indice trofico IBMR, è utilizzato ai sensi del D.M. 260/2010 come metodo per la valutazione dell'EQB Macrofite Acquatiche, tuttavia consente di effettuare solo una valutazione parziale dello Stato Ecologico previsto dalla Direttiva.

L'applicazione del metodo sull'intero territorio italiano consente tuttavia di acquisire dati e informazioni utili allo sviluppo di ulteriori ricerche che hanno come obiettivo la definizione di metriche di valutazione che considerino anche porzioni della comunità meno strettamente acquatiche. Questo approccio potrebbe consentire una valutazione integrata dello stato ecologico della comunità al fine di evidenziare impatti derivanti da pressioni plurime ed in particolare quelle relative alle alterazioni idromorfologiche (Fiorenza, 2010).

Tra gli elementi di qualità biologica previsti dalla Direttiva la comunità a macrofite acquatiche risulterebbe, infatti, tra i più adeguati per la caratterizzazione dello Stato Ecologico grazie alla grande capacità di fornire informazioni sullo stato globale degli ecosistemi acquatici (Fiorenza, 2010; Minciardi, 2010).

#### 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.

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

Tabella 4-8 - Livelli di funzionalità e relativo giudizio e colore di riferimenti.

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

#### 4.3.6 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 (MAO) 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; ha inoltre 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.

Come già descritto in precedenza, 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 nella tavola allegata al Progetto di Monitoraggio Ambientale (IB1Q3AR22P5MA0000001/3) con le metodiche riportate in precedenza e con durata e frequenza come di seguito riportato:

- Fase AO
  - Durata 6 mesi
  - Frequenza: 2 volte ogni 3 mesi primadell'inizio dei lavori;
  - Nella fase di AO saranno svolte le seguenti campagne:
    - Misure speditive e prelievo dei campioni per le analisi chimiche relativamente al set analitico riportato a pagina 42 per tutti i punti ASU, oltre al Set Analitico inquinanti per il canale Lavisotto (ASU 05 – ASU 06)
    - Rilievo delle Diatomee (ICMi), e della comunità macrofitica (IBMR-IQR) nei punti individuati in corrispondenza del Fossa Maestra di Mattarello e nel Canale Lavisotto (ASU01, ASU02, ASU05, ASU06),
    - Rilievo della funzionalità fluviale (IFF) lungo la Fossa Maestra di Mattarello per un tratto comprendente l'intero sviluppo interessato dalle opere di progetto e un tratto di 500 metri a monte e valle di esso (ASU01 e ASU02)
- Fase CO
  - Durata per tutta la durata dei lavori (circa 44 mesi)
  - Frequenza: (trimestrale) 4 volte l'anno per tutta la durata dei lavori (circa 44 mesi), con le misure svolte negli analoghi periodi, estivi e invernali, in cui sono state svolte le rilevazioni ante-operam;
  - Nella fase di CO saranno svolte oltre alle misure speditive e prelievi di campioni per le analisi chimiche relativamente al set analitico riportato a pagina 42 per tutti i punti ASU, oltre al Set Analitico inquinanti per il canale Lavisotto (ASU 05 – ASU 06), saranno svolte campagne annuali dei seguenti parametri:
    - Rilievo delle Diatomee (ICMi), e della comunità macrofitica (IBMR-IQR) nei punti individuati in corrispondenza del Fossa Maestra di Mattarello e nel Canale Lavisotto (ASU01, ASU02, ASU05, ASU06),

- Rilievo della funzionalità fluviale (IFF) lungo la Fossa Maestra di Mattarello per un tratto comprendente l'intero sviluppo interessato dalle opere di progetto e un tratto di 500 metri a monte e valle di esso (ASU01 e ASU02)
- Fase PO
  - Durata: 6 mesi
  - Frequenza: (trimestrale) 2 volte nei mesi successivi all'entrata in esercizio dell'opera;
  - Nella fase di PO saranno svolte oltre alle misure speditive e prelievi di campioni per le analisi chimiche relativamente al set analitico riportato a pagina 40 per tutti i punti ASU, oltre al Set Analitico inquinanti per il canale Lavisotto (ASU 05 – ASU 06), saranno svolte campagne annuali dei seguenti parametri:
    - Rilievo delle Diatomee (ICMi), e della comunità macrofitica (IBMR-IQR) nei punti individuati in corrispondenza del Fossa Maestra di Mattarello e nel Canale Lavisotto (ASU01, ASU02, ASU05, ASU06),
    - Rilievo della funzionalità fluviale (IFF) lungo la Fossa Maestra di Mattarello per un tratto comprendente l'intero sviluppo interessato dalle opere di progetto e un tratto di 500 metri a monte e valle di esso (ASU01 e ASU02)

Tabella 4-9 - Programmazione del monitoraggio delle acque superficiali

PUNTI DI MISURA	POSIZIONE	CORSO D'ACQUA MONITORATO	AO (TRIMESTRALE)	CO (TRIMESTRALE)	PO (TRIMESTRALE)
ASU 01	Monte	Fossa Maestra di Matterello	2	14	2
ASU 02	Valle		2	14	2
ASU 03	Monte	Fiume Adige	2	14	2
ASU 04	Valle		2	14	2
ASU05	Monte	Canale Lavisotto	2	14	2
ASU 06	Valle		2	14	2

Tabella 4-10 - Programmazione del monitoraggio delle acque superficiali Componente biologica

PUNTI DI MISURA	CORSO D'ACQUA MONITORATO	AO	CO ANNUALE	PO
ASU 01	Fossa Maestra di Matterello	1	4	1
ASU 02		1	4	1
ASU 03	Fiume Adige	1	4	1

PUNTI DI MISURA	CORSO D'ACQUA MONITORATO	AO	CO ANNUALE	PO
ASU 04		1	4	1
ASU05	Canale Lavisotto	1	4	1
ASU 06		1	4	1

Per la fase Ante Operam e Post Operam i campionamenti e le analisi chimico-fisiche speditive in-situ e le analisi chimiche di laboratorio avranno frequenza trimestrale per la durata di sei mesi.

Nella fase Corso d'Opera i campionamenti e le analisi chimico-fisiche speditive in-situ avranno frequenza trimestrale durante tutto il periodo di durata del cantiere.

Appare evidente che la frequenza del monitoraggio della componente acque superficiali in fase CO e PO potrà essere variata in funzione delle caratteristiche torrentizie/stagionali del corpo idrico e sulla base degli esiti del monitoraggio eseguito in fase AO.

Si precisa che esclusivamente per il canale Lavisotto oltre alle analisi previste, verranno svolte ulteriori analisi sul set analitico degli inquinanti riportato nell'elenco Set Analitico inquinanti su tutte e tre le fasi temporali.

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

## 4.4 Acque sotterranee

### 4.4.1 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.

### 4.4.2 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.
- 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.

#### 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).

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

#### **4.4.3 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 sotterraneo 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;
- aree di captazione idrica;
- aree per le quali si prevedono rilevanti opere in sotterraneo, aree di cantiere e deposito soggette a potenziali contaminazioni, ponendo particolare attenzione per quelle che andranno ad interessare delle zone vulnerabili,

Il criterio utilizzato per la localizzazione dei punti di monitoraggio, coppie di punti Monte-Valle rispetto alla direzione di deflusso della falda, ha tenuto conto delle caratteristiche idrogeologiche del contesto territoriale di intervento, delle opere e delle lavorazioni previste privilegiando le aree di lavoro caratterizzate da terreni aventi maggiore grado di permeabilità rispetto a quello individuato lungo l'intero tracciato in progetto.

In questo modo sarà possibile valutare in dettaglio le caratteristiche quali-quantitative delle acque di falda unitamente alle condizioni di deflusso sotterraneo ed individuare "tempestivamente" eventuali variazioni di un determinato parametro e, possibilmente, valutare se tali impatti siano

riconducibili alla realizzazione dell’opera.

La rete di monitoraggio, come riportato in Tabella 4-11, è costituita da:

- n. 10 piezometri di captazione delle acque sotterranee (n. 5 coppie M-V).

I prelievi delle acque sotterranee verranno effettuati in corrispondenza dei punti riportati in Tabella 4-11 e localizzati nelle planimetrie allegate al presente PMA (*codifica doc. IB0Q3AR22P5MA0000001/3*).

Tabella 4-11 Acque sotterranee: Punti di monitoraggio

PUNTI DI MISURA	TIPOLOGIA	PROGR. KM	CODICE SONDAGGIO	PROFONDITA' (M DA P.C.)	CANTIERE/OPERA DA MONITORARE
ASO 01	Monte	0+490	Nuovo piezometro	20	CO.04, AS-03
ASO 02	Valle	0+350	Piezometro AQ2	32	TR01, RI01
ASO 03	Monte	0+950	Piezometro AQ7	60	AT.03
ASO 04	Valle	0+750	Piezometro AQ5 o	40	GA01
ASO 05	Monte	11+300	381	15	CO.01, AT.01
ASO 06	Valle	11+550	248	20	GA02
ASO 07	Monte	12+000	522	15	CO.02
ASO 08	Valle	12+150	245	46	TR03, GA03
ASO 09	Monte	12+450	Nuovo piezometro	20	AS.01, AS.02
ASO 10	Valle	12+650	NS5	10	TR04

\*Verranno utilizzati come punti di monitoraggio identificati come ASO 05, ASO 06, ASO 07 e ASO 08, su indicazione di APPA Trento, indagini geognostiche pregresse i cui dati sono stati reperiti dalla banca dati sondaggi della provincia autonoma di Trento. La selezione del piezometro da utilizzare per il monitoraggio delle acque sotterranee verrà effettuata alla prima campagna di monitoraggio in funzione della disponibilità e/o accessibilità del piezometro stesso.

Inoltre, è stato effettuato uno studio sulla possibile interazione dei lavori con le sorgenti prossime alle aree di lavoro (DHI); in funzione delle risultanze del medesimo è stato deciso di monitorare la portata di quelle risultanti a rischio medio. In Tabella 4-12 si riporta un riepilogo delle sorgenti di cui monitorare le portate.

Tabella 4-12 Acque sotterranee: Sorgenti da monitorare

CODICE SORGENTE	NOME	Uso	DHI	PORTATA MEDIA (L/S)
743	foli	potabile	medio	29.2
3629	node	potabile	medio	3.5
4286	brusaferro bassa	sconosciuto	medio	2.5
4292	laste bassa	potabile (demolita opera di presa nel 2017)	medio	2.0
4295	piani lunghi	Irriguo/potabile/domestico	medio	1.7
10207*	laste dx	abbandonato	medio	2.1

\*La sorgente confluisce in tubo di misure della sorgente 4292

#### 4.4.4 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.

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

##### Indagini quantitative

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.

##### Indagini qualitative

- Parametri chimico-fisici

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 acqua

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.

In definitiva, per la definizione delle caratteristiche quantitative e qualitative delle acque sotterranee si determineranno, tramite misure di campagna o di laboratorio, i parametri riportati nella tabella Tabella 4-13.

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).

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

Tabella 4-13 Parametri monitorati per la componente acque sotterranee

PROVE FUORI STAZIONE / MISURE IN SITU	METODICA	U.M.
Misura del livello statico/piezometrico (da bocca foro)	MPI-21-2011 Rev.1	m
Temperatura ambiente	WMO n 8 2018 capitolo 2	°C
Temperatura	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003	°C

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB1Q	3A R 22	RG	MA0000 001	C	70 di 138

pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	unità
Conducibilità	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	µS/cm
cloro attivo libero	APAT CNR IRSA 4080 Man 29 2003	mg/l
campionamento per parametri chimici	Man UNICHIM 196/2 2004 - solo p.fo 5 e 7	-
<b>PARAMETRI CHIMICI</b>	<b>METODICA</b>	<b>U.M.</b>
<i>solidi disciolti totali (TDS)</i>	APAT CNR IRSA 2090 A Man 29 2003	mg/l
<i>Solidi sospesi totali (TSS)</i>	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003	mg/l
<i>Tensioattivi anionici</i>	APAT CNR IRSA 5170 Man 29 2003	mg/l
<i>Tensioattivi non ionici</i>	APAT CNR IRSA 5180 Man 29 2003	mg/l
<b>METALLI</b>	<b>METODICA</b>	<b>U.M.</b>
<i>Cadmio</i>	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
<i>Cromo Totale</i>	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
<i>Ferro</i>	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
<i>Nichel</i>	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
<i>Piombo</i>	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
<i>Rame</i>	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
<i>Zinco</i>	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
<b>ANIONI</b>	<b>METODICA</b>	<b>U.M.</b>
<i>Bicarbonati</i>	APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003	mg/l
<i>Cloruri</i>	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l
<i>Fluoruri</i>	EPA 9214 1996	µg/l
<i>Nitrati</i>	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l
<i>Nitriti</i>	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	µg/l
<i>Solfati</i>	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l
<b>CATIONI</b>	<b>METODICA</b>	<b>U.M.</b>
<i>Calcio</i>	UNI EN ISO 14911:2001	mg/l

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IB1Q	3A R 22	RG	MA0000 001	C	71 di 138
Sodio	UNI EN ISO 14911:2001				mg/l	
Potassio	UNI EN ISO 14911:2001				mg/l	
Magnesio	UNI EN ISO 14911:2001				mg/l	
<b>FRAZIONI AZOTATE</b>	<b>METODICA</b>				<b>U.M.</b>	
Azoto ammoniacale	ISO 15923-1:2013				mg NH4/l	
<b>IDROCARBURI</b>	<b>METODICA</b>				<b>U.M.</b>	
Idrocarburi totali come n-esano	ISPRA Man 123 2015				µg/l	
<b>BTEX*</b>	<b>METODICA</b>				<b>U.M.</b>	
Benzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018				µg/l	
Etilbenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018				µg/l	
Stirene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018				µg/l	
Toluene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018				µg/l	
Para-Xilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018				µg/l	
<b>IPA- EPA*</b>	<b>METODICA</b>				<b>U.M.</b>	
Naftalene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018				µg/l	
Acenaftilene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018				µg/l	
Acenaftene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018				µg/l	
Fluorene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018				µg/l	
Fenantrene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018				µg/l	
Antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018				µg/l	
Fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018				µg/l	
<b>PIOMBO ORGANICO*</b>	<b>METODICA</b>				<b>U.M.</b>	
Piombo Tetraetile	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018				µg/l	
Piombo dietile					µg/l	
Piombo trietile					µg/l	

\*Tali parametri verranno monitorati per i soli punti situati nella zona di Trento Nord identificati con il codice ASO 05, ASO 06, ASO 07 ASO08, ASO 09 e ASO 10, come confermato durante i campionamenti in contraddittorio avvenuti nelle prime campagne di Ante Operam (Verbale APPA n. 14/LP/2023 del 15/03/2023 e

#### **4.4.5 Specifiche e strumentazione di monitoraggio**

##### **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 elettronico. La strumentazione utilizzata per le misurazioni dovrà essere calibrata all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro. I risultati della calibrazione 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.

Nello specifico, lo spurgo viene eseguito mediante la tecnica del basso flusso fino alla stabilizzazione dei parametri speditivi.

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.).

### **Prelievo campioni per analisi di laboratorio**

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

- bottiglie 1L PET per anioni e parametri chimici generali
- bottiglie 1 L in vetro scuro per idrocarburi / BTEX
- falcon 50 ml acidificata e filtrata per i metalli
- vials 40 ml per composti organici volatili

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.

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

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:

- Numero univoco assegnato al campione;
- Data di prelievo;
- Descrizione del campione.

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.

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

Le misure saranno condotte in corrispondenza dei punti individuati dal PMA con durata e frequenza come di seguito riportato:

- **Fase Ante operam (AO)**
  - Durata: 6 mesi;
  - Frequenza: trimestrale, n.2 campagne da eseguirsi prima dell'inizio lavori.
- **Fase Corso d'opera (CO)**
  - Durata: per tutta la durata dei lavori (circa 44 mesi);
  - Frequenza: trimestrale, per tutta la durata dei lavori.



ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA  
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA”  
**LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO**

**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

**Relazione Generale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB1Q	3A R 22	RG	MA0000 001	C	75 di 138

- **Fase Post operam (PO)**

- Durata: 6 mesi;
- Frequenza: trimestrale, n.2 campagne da eseguirsi nei 6 mesi successivi all'entrata in esercizio dell'infrastruttura.

Tabella 4-14 Punti di monitoraggio e numero campagne di misura delle acque sotterranee

CODICE	COORDINATE UTM		POSIZIONE	AO N. CAMPAGNE	CO N. CAMPAGNE TRIMESTRALE	PO N. CAMPAGNE
	ZONA 32T					
	DISTANZA VERSO EST	DISTANZA VERSO OVEST				
ASO 01	664455.29 m E	5095366.32 m N	Monte	2	14	2
ASO 02	664226.00 m E	5095213.00 m N	Valle	2	14	2
ASO 03	664550.00 m E	5095841.00 m N	Monte	2	14	2
ASO 04	664397.00 m E	5095665.00 m N	Valle	2	14	2
ASO 05	664053.55 m E	5105153.09 m N	Monte	2	14	2
ASO 06	663873.05 m E	5104986.59 m N	Valle	2	14	2
ASO 07	663942.51 m E	5105817.66 m N	Monte	2	14	2
ASO 08	663654.00 m E	5105544.00 m N	Valle	2	14	2
ASO 09	663542.73 m E	5106298.27 m N	Monte	2	14	2
ASO 10	663363.16 m E	5105878.53 m N	Valle	2	14	2

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

## 4.5 Suolo

### 4.5.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio della componente suolo e sottosuolo ha la funzione di:

- garantire il controllo della qualità del suolo intesa come capacità agro-produttiva e fertilità;
- rilevare eventuali alterazioni dei terreni al termine dei lavori;
- garantire un adeguato ripristino ambientale delle aree di cantiere.

Le attività di monitoraggio consentono di valutare le eventuali modificazioni delle caratteristiche pedologiche dei terreni nelle aree sottoposte ad occupazione temporanea dai cantieri, dove possono avvenire modifiche delle caratteristiche fisico-chimiche dei terreni per: compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati costitutivi, sversamenti accidentali.

In tal senso, 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;
- 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.

### 4.5.2 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;

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

- 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)”.

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

La componente “suolo” viene indagata al fine di valutare le modificazioni delle caratteristiche pedologiche dei terreni dovute alle relative lavorazioni in corso d'opera. Per tale motivo i punti di campionamento vengono scelti in quelle aree in cui si prevede, al termine della fase di corso d'opera, un ripristino delle preesistenti condizioni ambientali

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 di cantiere che insistono su aree, allo stato ante operam destinate ad uso agricolo, per le quali sia prevista una pavimentazione ancorché temporanea, e delle quali sia previsto il ripristino allo stato ex ante al termine dei lavori.

I punti di monitoraggio in situ sono localizzati in corrispondenza di quelle aree di cantiere che insistono su aree allo stato ante operam destinate ad uso agricolo, per le quali sia prevista una pavimentazione ancorché temporanea, e delle quali sia previsto il ripristino allo stato ex ante al termine dei lavori.

L'ubicazione dei punti è riportata nelle planimetrie allegate al presente PMA (codifica doc.IB1Q3AR22P5MA0000001/3).

Per quanto specificatamente riguarda le aree di cantiere adibite allo stoccaggio delle terre e rocce da scavo che saranno gestite in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017, si specifica che le modalità di loro gestione e, con essa, anche le attività di monitoraggio sono dettagliate all'interno del Piano di Utilizzo dei materiali da scavo, redatto in conformità al predetto decreto ed al quale si rimanda ai fini di ogni approfondimento.

#### **4.5.4 Parametri oggetto del monitoraggio**

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

- parametri pedologici
- parametri chimico – fisici
- parametri chimici

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

- parametri topografico-morfologici e piezometrici

Più in dettaglio, 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 ogni 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 e pratiche colturali precedenti all'insediamento del cantiere, 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

Dovranno essere determinati i seguenti parametri del sito durante le fasi Ante Operam (AO) e Post Operam (PO), ossia 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.

*Tabella 4-15 Set di analisi per la componente suolo e sottosuolo (fasi ao e po)*

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

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

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

#### 4.5.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

##### 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 eco-tossicologiche.

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.

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

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

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

### **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.

### 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	Cuscineti 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 aereo 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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

SCALA NUMERICA	GRANULOMETRIA	PERMEABILITÀ
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

### **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)
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.

### **Formazione dei campioni per analisi chimico – fisiche**

Il campionamento per le analisi di laboratorio sarà condotto immediatamente a seguito dello scavo del profilo o della trivellata.

Per ciascun campione di suolo si preleverà un quantitativo di materiale di 4÷5 kg di peso, nel caso dei profili si opererà nello spaccato del profilo stesso con vanga e/o paletta in modo da staccare aliquote di materiale equilibrate lungo l'intero intervallo di campionatura prescelto; criterio analogo si seguirà per il campionamento delle trivellate.

Dal materiale di ciascun campione, raccolto in un contenitore (secchio), mescolato ed omogeneizzato, sarà prelevato (operando prelievi casuali in tutta la massa di terreno) 1 subcampione di 500 g da destinare alle analisi chimico-fisiche.

Ogni subcampione sarà inserito in un recipiente di vetro a chiusura ermetica, eventualmente scuro, di volume adeguato. I recipienti saranno riempiti fino all'orlo, sigillati ed etichettati.

Tutte le fasi di raccolta e confezionamento del campione richiedono l'uso di guanti e/o attrezzatura monouso

L'etichetta del campione riporterà almeno le seguenti informazioni:

- data di campionamento;
- località ed eventuale opera;
- sigla del punto di indagine profilo/trivellata;
- sigla del campione;
- profondità di campionamento;

I campioni saranno conservati a bassa temperatura ( $t < 4^{\circ}\text{C}$ ) e tempestivamente trasmessi ai laboratori di analisi

### **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:

<b>Capacità Scambio Cationico (C.S.C.)</b>	
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.

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

Le attività di monitoraggio del suolo prevedono le seguenti fasi:

- Ante Operam (AO), utile a costituire un database di informazioni sugli aspetti pedologici iniziali delle aree occupate temporaneamente dai cantieri;
- Post Operam (PO), utile a evidenziare eventuali alterazioni subite dal terreno a seguito delle attività di cantiere e determinare la necessità o meno di effettuare operazioni di bonifica dei terreni superficiali prima della risistemazione definitiva.

Le attività di monitoraggio del suolo e sottosuolo nelle fasi di AO e PO prevedono una sola campagna da effettuarsi nei 6 mesi rispettivamente antecedenti e successivi alle lavorazioni di cantiere.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei punti di misura

*Tabella 4-16 Suolo e sottosuolo: Punti di monitoraggio*

MISURE	AREA DI CANTIERE	AO	PO
SUO 01	Area di cantiere R.02	1 volta	1 volta
SUO 02	Area stoccaggio – AS.03	1 volta	1 volta
SUO 03	Cantiere operativo – CO.04	1 volta	1 volta
SUO 04	Area tecnica – AT.03	1 volta	1 volta
SUO 06	Cantiere operativo – CO.01	1 volta	1 volta

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

## 4.6 Rumore

### 4.6.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio del rumore ha l'obiettivo di verificare che la componente ambientale in oggetto rispetti i limiti imposti dalla normativa vigente sia essa di carattere nazionale o locale e/o valori soglia stabiliti da enti di controllo, in tutte le fasi di vita del cantiere e di esercizio della linea ferroviaria. Al fine di controllare l'evoluzione dell'impatto acustico prodotto dalle varie e possibili sorgenti di rumore legate alle infrastrutture ferroviarie e alla loro realizzazione, le misure sono dunque effettuate prima dell'inizio dei lavori (AO), durante la fase di cantiere (CO) e dopo la messa in esercizio dell'opera in progetto (PO).

Nel caso le misure di controllo periodico rilevino una potenziale criticità acustica, attribuibile alle lavorazioni di cantiere e/o all'esercizio ferroviario, sarà necessario segnalare l'entità del superamento dei limiti normativi e/o dei valori soglia stabiliti dagli enti di controllo per poter intervenire tempestivamente con misure di mitigazione dell'impatto.

Il monitoraggio nella fase AO è finalizzato a valutare e caratterizzare il clima acustico preesistente nelle aree oggetto di intervento. Gli esiti del suddetto monitoraggio svolgono una funzione di riferimento, valori di confronto, per le successive misure da svolgersi in fase CO; inoltre, tali esiti sono fondamentali per quantificare le alterazioni e i cambiamenti apportati dall'entrata in esercizio dell'infrastruttura ferroviaria sul clima acustico di zona preesistente.

I limiti normativi e gli esiti del monitoraggio AO sono, dunque, le informazioni di base per la valutazione dei risultati del monitoraggio ambientale.

Le misure effettuate in corso d'opera sono finalizzate a verificare l'eventuale disturbo prodotto dalle lavorazioni sui ricettori limitrofi alle aree di cantiere; tale monitoraggio dunque fornisce le idonee informazioni per poter intervenire tempestivamente sulla mitigazione del rumore prodotto dalle lavorazioni di cantiere e riportare i livelli acustici entro la norma.

Nella fase PO gli obiettivi del monitoraggio sono quelli di verificare gli impatti acustici dovuti all'esercizio della nuova infrastruttura sui ricettori limitrofi alla linea in esercizio in funzione della eventuale presenza di interventi di mitigazione di progetto.

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

#### 4.6.2 Normativa di riferimento e Linee Guida

##### Normativa nazionale

- D. Lgs. 19/08/05 n. 194, Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. (GU n. 222 del 23-9-2005) Testo coordinato del Decreto-Legge n. 194 del 19 agosto 2005 (G.U. n. 239 del 13/10/2005) Ripubblicazione del testo del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194, recante: «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale», corredato delle relative note. (Decreto legislativo pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 222 del 23 settembre 2005).
- Presidenza del Consiglio dei Ministri 30 giugno 2005: Parere ai sensi dell'art.9 comma 3 del decreto legislativo 28 agosto 1997 n.281 sullo schema di decreto legislativo recante recepimento della Direttiva 2002/49CE del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale.
- Circolare 6 settembre 2004 – Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali. (GU n. 217 del 15-9-2004).
- Decreto del Presidente della Repubblica 30 marzo 2004 n.142 Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447 (GU n. 127 del 1-6-2004), testo in vigore dal 16-6-2004.
- Decreto 1° aprile 2004 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale (GU n. 84 del 9-4-2004).
- D.Lgs. 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.
- 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. 14 novembre 1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore.
- Legge 26 ottobre 1995 n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico".

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

- Il D.P.C.M. 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

### **Linee Guida**

- Linee guida ISPRA - norma tecnica UNI 10855 - “Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti”.

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”.

#### **4.6.3 Aree oggetto di monitoraggio**

Il monitoraggio del rumore mira a controllare il rispetto dei valori limite di legge in funzione della classificazione acustica del territorio, ove presente, o in funzione della destinazione d’uso delle aree oggetto al potenziale impatto acustico. Pertanto, il posizionamento dei punti di monitoraggio sul territorio tiene conto della distanza ricettore/sorgente di rumore, della densità abitativa dell’area, della conformazione orografica dell’area di indagine e molteplici altri fattori.

Nel caso in esame, considerata la tipologia e l’entità dell’opera da realizzare, la configurazione della infrastruttura preesistente e il territorio di indagine, si prevedono le seguenti tipologie di punti di misura:

- RUC, per il monitoraggio del rumore prodotto dalle attività di cantiere;
- RUL, per il monitoraggio del rumore prodotto dal Fronte Avanzamento Lavori (FAL);
- RUF, per il monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario.

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

Le postazioni RUC sono localizzate in corrispondenza dei ricettori abitativi maggiormente esposti alle attività di cantiere rumorose e sono finalizzate a verificare che le emissioni prodotte dalle lavorazioni rispettino i limiti normativi.

Le postazioni RUL, volte a monitorare gli effetti acustici prodotti dalle lavorazioni condotte lungo le aree di lavoro, sono localizzate in corrispondenza dei ricettori abitativi più prossimi al fronte avanzamento lavori e quindi maggiormente esposti alle attività di realizzazione delle opere. Le misure saranno effettuate, con frequenza semestrale, per tutta la durata dei lavori in prossimità del punto individuato, con misure di durata 24 ore.

I punti di monitoraggio di tipo RUF sono invece ubicati in corrispondenza di alcuni ricettori, tipicamente residenziali o sensibili, per i quali lo Studio Acustico ha evidenziato:

- un potenziale impatto residuo a valle delle misure di mitigazione previste nel progetto (barriere antirumore di linea);
- la necessità di interventi diretti di mitigazione nello scenario PO.

Particolare attenzione è posta nella verifica dell'efficacia delle barriere antirumore di cantiere, fisse e mobili ove previste, a protezione dei ricettori maggiormente esposti al rumore di cantiere.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati grafici "Planimetrie dei punti di monitoraggio" (IB1Q3AR22P5MA0000001-3A).

La scelta delle aree oggetto di monitoraggio è stata concordata con APPA, dando precedenza ai ricettori sensibili ubicati in prossimità ai cantieri e/o alle aree interessate dalle lavorazioni, pertanto la scelta ricade su un ricettore sensibili: Scuola primaria "Aldo Schmid" - Via Aldo Schmid, 4;

Mentre i restanti punti di monitoraggio sono stati distribuiti lungo tutta la tratta oggetto di intervento distribuiti tra la località Acquaviva, Trento e Roncafort, prendendo in considerazioni le aree di maggior interesse come :

- Cantiere Operativo (Via Lavisotto)
- Area di Stoccaggio (Via vittime delle Foibe / Via Maccani)
- Cantiere Armamento (Località Roncafort)

Tuttavia è doveroso precisare che l'individuazione puntuale dei ricettori verrà definita in fase di monitoraggio Ante Operam in funzione della disponibilità e dell'accesso garantito da parte dei proprietari dei ricettori.

#### 4.6.4 Parametri oggetto di monitoraggio

Nel corso delle campagne di monitoraggio acustico vengono misurate le seguenti tipologie di dati:

- dati acustici: i parametri da misurare possono differenziarsi a seconda della fase e del target del monitoraggio. Si riportano di seguito le principali grandezze da registrare ai fini del monitoraggio acustico ambientale in ambienti esterni:  $LA_{eq}$ ,  $LA_{eqTR}$  (Tempo di riferimento diurno e notturno), livelli statistici ( $L_1$ ,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{95}$ )  $L_{min}$ ,  $L_{Max}$ , Spettro minimo delle frequenze a 1/3 di banda d’ottava per il rilevamento delle componenti tonali. In caso di monitoraggio Post Operam con misure di tipo RUF, oltre ai parametri sopracitati, ad esclusione delle componenti tonali non applicabili alle infrastrutture dei trasporti (DMA 16/03/98 – Allegato A art. 14), devono essere acquisiti i parametri riportati nell’Allegato C, 1 “*Metodologia di misura del rumore ferroviario*”, del DMA 16/03/98 associati al numero di treni transitati per ciascun periodo di riferimento; in egual modo le metodiche di acquisizione dati previste per le misure di tipo RUV sono riportate nell’Allegato C, 2 “*Metodologia di misura del rumore stradale*”, dello stesso decreto e associati ai volumi di traffico per ogni periodo di riferimento.
- dati meteorologici: i parametri da registrare sono, tipicamente, la temperatura ambientale esterna [°C], la velocità [m/s] e la direzione [°N] del vento, la piovosità [mm] e l’umidità relativa [UR%];
- dati di inquadramento territoriale: le informazioni da registrare sono principalmente la geolocalizzazione del ricettore, la classificazione acustica dell’area in cui si inserisce il ricettore e desumibile, ove approvato dall’amministrazione comunale di competenza, dal Piano di Zonizzazione acustica, documentazione fotografica, e una descrizione delle caratteristiche acustiche, presenza di sorgenti specifiche nell’area nell’intorno di indagine).

Di seguito, si riporta una tabella sintetica che riepiloga i parametri acustici da misurare in funzione della fase di monitoraggio da gestire:

	Ante Operam	Corso d’Opera	Post Operam
<b>RUC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>LA_{eq}</math> (durata misura 24h in continuo, Diurno, Notturmo e intervalli orari di 1H da confrontare con i limiti di attenzione relativi alla zonizzazione acustica)</li> <li>• Indici Statistici:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>LA_{eq}</math> durata misura 24h in continuo, Diurno, Notturmo e intervalli orari di 1H da confrontare con i limiti di attenzione relativi alla zonizzazione acustica</li> </ul>	-

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB1Q	3A R 22	RG	MA0000 001	C	97 di 138

	<p>L1, L10, L50, L90, L95 (24 ore, Diurno, Notturmo e orario 1h)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lmax (24h diurno notturno e orario)</li> <li>• Lmin (24h diurno notturno e orario)</li> <li>• Spettro livello dei minimi ad 1/3 di banda d’ottava diurno e notturno (Ricerca KT)</li> <li>• Determinazione del livello di pressione sonora equivalente che rappresenterà il <b>livello di rumore ambientale di “riferimento” (L<sub>AR</sub>)</b>, ovvero, il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si misura in assenza della sorgente specifica “cantiere” e che caratterizza le aree territoriali in cui si innesterà il cantiere per la realizzazione della nuova infrastruttura. Questo calcolato per i due periodi di riferimento diurno e notturno.</li> </ul>	<p>Indici Statistici: L1, L10, L50, L90, L95 (24 ore, Diurno, Notturmo e orario 1h)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LMax (24h diurno notturno e orario)</li> <li>• Lmin (24h diurno notturno e orario)</li> <li>• Spettro livello dei minimi ad 1/3 di banda d’ottava diurno e notturno (Ricerca KT)</li> <li>• Determinazione Livello Ambientale (LA) diurno e notturno (LA 24h = LAeq 24H, LA diurno = LAeq diurno, LA notturno = LAeq Notturmo)</li> <li>• Livello di emissione sorgente (LS) secondo le metodiche UNI 10855:1999</li> </ul>	
<b>RUL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LAeq (durata misura 24h in continuo, Diurno, Notturmo e intervalli orari di 1H da confrontare con i limiti di attenzione relativi alla zonizzazione acustica)</li> <li>• Indici Statistici: L1, L10, L50, L90, L95 (24 ore, Diurno, Notturmo e orario 1h)</li> <li>• LMax (24h diurno notturno e orario)</li> <li>• Lmin (24h diurno notturno e orario)</li> <li>• Spettro livello dei minimi ad 1/3 di banda d’ottava diurno e notturno (Ricerca KT)</li> <li>• Determinazione del livello di pressione sonora equivalente che rappresenterà il <b>livello di rumore ambientale di “riferimento” (L<sub>AR</sub>)</b>,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LAeq (durata misura 24h in continuo, Diurno, Notturmo e intervalli orari di 1H da confrontare con i limiti di attenzione relativi alla zonizzazione acustica)</li> <li>• Indici Statistici: L1, L10, L50, L90, L95 (24 ore, Diurno, Notturmo e orario 1h)</li> <li>• LMax (24h diurno notturno e orario)</li> <li>• Lmin (24h diurno notturno e orario)</li> <li>• Spettro livello dei minimi ad 1/3 di banda d’ottava diurno e notturno (Ricerca KT)</li> <li>• Determinazione Livello</li> </ul>	-

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB1Q	3A R 22	RG	MA0000 001	C	98 di 138

	<p>ovvero, il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si misura in assenza della sorgente specifica "cantiere" e che caratterizza le aree territoriali in cui si innesterà il cantiere per la realizzazione della nuova infrastruttura. Questo calcolato per i due periodi di riferimento diurno e notturno.</p>	<p>Ambientale (LA) diurno e notturno (LA 24h = LAeq 24H, LA diurno = LAeq diurno, LA notturno = LAeq Notturmo) • Livello di emissione sorgente (LS) secondo le metodiche UNI 10855:1999</p>	
<b>RUF</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LAeq,TR (durata misura non inferiore a 24h in continuo diurno, notturno)</li> <li>• Data/ora rilevamento transito</li> <li>• Durata</li> <li>• LAeq (diurno notturno e singolo transito)</li> <li>• Lmax transito</li> <li>• SEL (diurno, notturno e transito)</li> <li>• SEL - 10dB transito</li> <li>• Numero treni (diurno e notturno)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• LAeq,TR (durata misura non inferiore a 24h in continuo diurno, notturno)</li> <li>• Data/ora rilevamento transito</li> <li>• Durata</li> <li>• LAeq (diurno notturno e singolo transito)</li> <li>• Lmax transito</li> <li>• SEL (diurno, notturno e transito)</li> <li>• SEL - 10dB transito</li> <li>• Numero treni (diurno e notturno)</li> </ul>

I risultati dei rilievi fonometrici e delle analisi effettuate devono essere restituiti secondo quanto riportato nell'Allegato D, "Presentazione dei Risultati", del DMA 16/03/98, in un report di monitoraggio con un contenuto minimo come da indicazioni sotto riportate:

- data, luogo, ora del rilevamento e descrizione delle condizioni meteorologiche (velocità e direzione del vento);
- tempo di riferimento, di osservazione e di misura;
- catena di misura completa, riportando la strumentazione impiegata e relativo grado di precisione, dinamica e risposta in frequenza, nel caso di utilizzo di un sistema di registrazione o riproduzione, e certificato di verifica della taratura;
- livelli di rumore rilevati;
- classe di destinazione d'uso alla quale appartiene il luogo di misura;
- analisi e considerazioni/conclusioni sulla misura effettuata;
- elenco nominativo degli osservatori che hanno presenziato alla misurazione;
- identificativo e firma leggibile del tecnico competente che ha eseguito le misure.

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

#### **4.6.5 Attività e strumentazione di monitoraggio**

Il monitoraggio acustico prevede le seguenti attività:

- sopralluoghi, acquisizione permessi e posizionamento della strumentazione;
- rilievi in corrispondenza dei punti di misura;
- elaborazione dei dati e correlazione con eventi meteorologici;
- emissione di reportistica ed inserimento in banca dati.

L'esecuzione dei rilievi avviene a mezzo di fonometri di classe 1, conformi agli standard prescritti dall'articolo 2 del D.M. 16/03/98: *“Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico”*.

Pertanto, i requisiti minimi della catena strumentale per approntare le postazioni di misura per il monitoraggio sono i seguenti:

- fonometro integratore di classe 1 con idonea capacità di memorizzazione dei dati registrati;
- microfono per esterni con schermo antivento;
- calibratore;
- cavalletti, stativi o aste microfoniche a seconda della tipologia di installazione da approntare;
- mini-cabine o valigette stagne, antiurto, complete di idonee batterie di alimentazione della strumentazione e per il ricovero della stessa;
- sistema di acquisizione in continuo e registrazione dei dati meteorologici richiesti;
- Metodiche di misura.

Le metodiche di misura si differenziano a seconda delle fasi di monitoraggio e delle caratteristiche delle sorgenti di rumore monitorate.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

### Fase Ante Operam

L'obiettivo del monitoraggio durante la fase che precede le lavorazioni consiste nel caratterizzare il clima acustico preesistente dell'area oggetto di monitoraggio. Il livello di pressione sonora equivalente misurato rappresenterà il **livello di rumore ambientale di “riferimento” (L<sub>AR</sub>)**, ovvero, il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si misura in assenza della sorgente specifica “cantiere” e che caratterizza le aree territoriali in cui si innesterà il cantiere per la realizzazione della nuova infrastruttura. Il livello equivalente del rumore ambientale deve essere calcolato per i due periodi di riferimento, quello diurno, che interessa la fascia oraria 06:00 ÷ 22:00, e quello notturno per la fascia oraria 22:00 ÷ 06:00. Questi due valori verranno confrontati con i limiti normativi vigenti per verificare l'eventuale sussistenza di superamenti degli stessi limiti. Questa misura, dunque, ha un duplice valore: è utile per la identificazione di eventuali criticità acustiche in essere prima dell'inizio dei lavori, confrontando tale misura con i limiti vigenti, e rappresenta un valido strumento per le valutazioni sul rumore “residuo” che verranno effettuate nella fase di corso d'opera.

Per quanto concerne le misure di rumore dovuto al traffico ferroviario sarà eseguita una misura AO per determinare l'inquinamento acustico preesistente ai sensi del DMA 16/03/1998 Allegato C1.

In caso di recettori situati in prossimità delle aree di stazione, qualora si ravvisasse l'impossibilità tecnica di individuare correttamente i transiti ferroviari e di derivare il livello equivalente derivante da traffico ferroviario (L<sub>Aeq,TR</sub>), si procederà con la misura del livello equivalente del rumore ambientale L<sub>Aeq</sub> calcolato per i due periodi di riferimento, quello diurno (06:00 ÷ 22:00) e quello notturno (22:00 ÷ 06:00) da confrontare con i limiti normativi vigenti.

### Fase Corso d' Opera

L'obiettivo del monitoraggio è quello di valutare l'impatto acustico prodotto dal cantiere, attraverso la determinazione del **livello di rumore ambientale (L<sub>A</sub>)**, ovvero il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato “A”, prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e per un determinato periodo temporale. Il rumore ambientale è costituito dalla sovrapposizione del rumore residuo, l'insieme di tutte le sorgenti acustiche esterne al cantiere, e del rumore prodotto dalle sorgenti specifiche “cantiere” d'impatto; dal rumore ambientale sono escluse gli eventi sonori di natura eccezionale che non appartengono al clima acustico di zona. Il livello equivalente

del rumore ambientale anche in questo caso deve essere calcolato per i due periodi di riferimento, quello diurno (06:00 ÷ 22:00) e quello notturno (22:00 ÷ 06:00). L'operazione successiva alla misura del livello ambientale è quella di misurare il cosiddetto rumore "residuo", ossia il rumore prodotto da tutte le sorgenti in una zona, con esclusione della sorgente specifica, ossia il cantiere. Nei contesti in cui la sorgente cantiere può essere "disattivata", banalmente interrompendo la lavorazione o durante la pausa pranzo, è sufficientemente semplice misurare il livello equivalente residuo. In contesti più complessi dove questa operazione non è possibile è necessario adottare metodiche differenti per poter valutare il rumore residuo. La valutazione del rumore residuo è necessaria per poter quantificare il rumore emesso dal cantiere ad esempio in facciata ad un ricettore: "sottraendo" al rumore ambientale il rumore residuo otteniamo il contributo di rumorosità prodotto in facciata dal solo cantiere, il valore di emissione acustica del cantiere da confrontare con i limiti normativi vigenti.

Come da indicazioni riportate nelle linee guida ISPRA citato nella normativa di riferimento per il monitoraggio del rumore derivante dai cantieri di grande Opera (doc. n 26/12), applicando le metodiche descritte nella norma tecnica UNI 10855 - "Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti", è possibile stimare il livello di emissione del cantiere. Di seguito si riporta una breve descrizione delle metodiche maggiormente utilizzate per la valutazione dei livelli acustici di emissione generati dal rumore di cantiere:

**METODO A: VALUTAZIONE DI UNA SORGENTE SONORA DISATTIVABILE ANCHE SE IL LIVELLO RESIDUO ( $L_R$ ) È FLUTTUANTE:**

Il Metodo A è il metodo di base per valutare il contributo di una sorgente specifica ( $L_S$ ), ed è applicabile quando il livello del rumore ambientale ( $L_A$ ) supera di oltre 3 dB il livello del rumore residuo ( $L_R$ ), allora per cui, se:

$$L_A - L_R > 3 \text{ dB}$$

allora:

$$L_S = 10 \log \left[ 10^{(L_A/10)} - 10^{(L_R/10)} \right]$$

Nel caso in cui non si verifichi tale condizione, per cui  $L_A - L_R \leq 3\text{dB}$  allora non è possibile trarre informazioni precise e alcuna conclusione pertanto è necessario utilizzare il metodo successivo.

**METODO B1: VALUTAZIONE IN BASE AD ANALISI TEMPORALE:**

Il successivo Metodo B è applicabile qualora la sorgente in esame (cantiere) presenti carattere stazionario (variazioni del livello sonoro non maggiori di 5 dB) ed il rumore residuo è fluttuante. L'applicazione di tale metodo comporta l'analisi temporale del rumore ambientale e, una volta accertata la sua stazionarietà, anche l'analisi temporale del rumore residuo.

Al fine di attribuire la stazionarietà al rumore emesso dal cantiere si impone che per almeno il 25% del periodo giornaliero di attività del cantiere, il rumore ambientale (LA'),) risulti stazionario. In tale valutazione vengono considerati solamente intervalli temporali con livelli sonori stazionari prolungati per almeno cinque minuti.

Inoltre, nel caso in cui la stazionarietà del rumore ambientale risulti compresa tra il 20% ed il 25% del periodo giornaliero di attività del cantiere, si ritiene opportuno valutare il contributo del cantiere sia con il Metodo B (sorgente stazionaria), sia con il Metodo C (sorgente fluttuante).

Una volta determinati gli intervalli temporali per cui, sia il rumore ambientale (LA') che il rumore residuo (LR'), risultano stazionari e se  $LA' - LR' > 6$  dB, allora è possibile applicare il Metodo B, determinando il contributo specifico della sorgente con l'utilizzo della seguente formula:

$$L_s = 10 \log \left[ 10^{(L_{A'}/10)} - 10^{(L_{R'}/10)} \right]$$

In caso contrario, si procede al calcolo del contributo sonoro della sorgente tramite il Metodo C.

**METODO B2: VALUTAZIONE IN BASE AD ANALISI STATISTICA:**

In assenza di idonea strumentazione per l'esecuzione dell'analisi temporale, precedentemente descritta, questa può essere sostituita dall'analisi statistica, scegliendo opportunamente il parametro da misurare (L90, L80 ...ecc): è essenziale comunque che sia utilizzato lo stesso parametro sia per il rumore ambientale che per il residuo. Si rimanda alla normativa tecnica UNI 10855:1999 per maggiori approfondimenti.

**METODO C: VALUTAZIONE IN BASE ALL'ANALISI DI FREQUENZA:**

L'applicazione di tale metodo presuppone che la sorgente sia disattivabile, successivamente, si determina lo spettro per terzi di ottava del livello ambientale (LA) e del rumore residuo (LR) ; si identificano le bande di frequenza in cui i livelli di rumore ambientale (L<sub>fA</sub>) siano maggiori di almeno 3dB dei relativi livelli del rumore residuo (L<sub>fR</sub>) e per tali bande di frequenza si calcola il livello del rumore specifico secondo la relazione:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

$$L_{fs} = 10 \log \left[ 10^{\left(\frac{L_{fA}}{10}\right)} - 10^{\left(\frac{L_{fR}}{10}\right)} \right]$$

Per le restanti bande, si stima che il livello della sorgente (L<sub>fS</sub>), sia compreso fra due valori: un valore massimo ovvero L<sub>fA</sub> – 3dB ed un valore minimo trascurabile.

In base ai risultati ottenuti è possibile costruire uno spettro massimo ed uno spettro minimo entro i quali si trova lo spettro della sorgente in esame. Per valutare una situazione maggiormente cautelativa è preferibile considerare il LAeq derivante dallo spettro massimo della sorgente L<sub>fs</sub>.

I metodi sopra citati estrapolati dalla norma UNI 10855:1999 “Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti” risultano più che esauritivi nel calcolo del contributo della sorgente in esame, tuttavia, non è da escludere il presentarsi di casi particolari in cui sia necessario l’applicazione di ulteriori metodi riportati nella norma stessa.

### **Fase Post Operam**

Il monitoraggio Post Operam (PO) ha un unico obiettivo, quello di misurare l’impatto acustico prodotto dall’esercizio ferroviario dell’opera di nuova realizzazione; pertanto la tipologia di misura sarà svolta ai sensi del DMA 16/03/1998, Allegato C1 “Metodologia di misura del rumore ferroviario”, i cui risultati saranno confrontati con il DPR 18/11/1998 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.”

Per una corretta determinazione del livello equivalente derivante da traffico ferroviario (LAeq,TR), ai sensi del DMA 16/03/1998 Allegato C1, occorre individuare i transiti ferroviari sulla Time History, i cui valori di LAFmax siano almeno 10 dB(A) superiori al livello di rumore residuo (LR). Il valore LAeq, TR ottenuto, andrà confrontato con i limiti sanciti dal DPR 18/11/1998 n.459 a seconda della tipologia di progetto se superiore ai 200 Km/h o inferiore e della fascia di pertinenza in cui ricade il ricettore.

In caso di recettori situati in prossimità delle aree di stazione, qualora si ravvisasse l’impossibilità tecnica di individuare correttamente i transiti ferroviari e di derivare il livello equivalente derivante da traffico ferroviario (LAeq,TR), si procederà con la misura del livello equivalente del rumore ambientale LAeq calcolato per i due periodi di riferimento, quello diurno (06:00 ÷ 22:00) e quello notturno (22:00 ÷ 06:00) da confrontare con i limiti normativi vigenti.

#### 4.6.6 Articolazione temporale e delle frequenze delle attività di monitoraggio

Nella tabella seguente si riportano i punti di monitoraggio della componente rumore, nonché la tipologia di punto (RUC, RUL). L'ubicazione dei punti di monitoraggio è riportata nelle planimetrie allegata al presente PMA (codifica doc. IB1Q3AR22P5MA0000001/3).

Nel complesso si prevedono:

- n. 7 postazioni fonometriche di tipo RUC, misure a cadenza trimestrale;
- n. 5 postazioni fonometriche di tipo RUF, 1 campagna nei sei mesi successivi all'attivazione della linea, reiterata ad una distanza di due anni.

Il numero totale delle postazioni è pari a 12.

Tabella 4-17 Rumore: punti di monitoraggio

PUNTO	CANTIERE/OPERA DA MONITORARE	FASE	N. CAMPAGNE	DURATA
RUC 01	0+350 (AS.02, CO.04)	AO	1	24 h
		CO	14	24 h
RUC 02	0+950 (AT.03, CO.04)	AO	1	24 h
		CO	14	24 h
RUC 03	11+400 (AT.01, CO.02)	AO	1	24 h
		CO	14	24 h
RUC 04	Scuola A.Schmid (CO.02, AT.01)	AO	1	24 h
		CO	14	24 h
RUC 05	AS.01	AO	1	24 h
		CO	14	24 h
RUC 08	CA.01	AO	1	24 h
		CO	14	24 h
RUF 01	0+100 Edificio 1002	AO	1	24 h
		PO	1	24 h
RUF 02	Villa Bortolazzi	AO	1	24 h
		PO	1	24 h
RUF 03	11+400	AO	1	24 h
		PO	1	24 h
RUF 04	Scuola A.Schmid	AO	1	24 h
		PO	1	24 h
RUF 05	12+760 Edificio 1019	AO	1	24 h
		PO	1	24 h

Si specifica che l'ubicazione dei punti di monitoraggio potrà subire delle variazioni in funzione della disponibilità dei ricettori individuati in sede di progettazione minimizzando la distanza sorgente-ricettore.

La nuova ubicazione dei punti di monitoraggio ricade sempre nella scelta dei ricettori più a rischio di esposizione agli effetti delle attività di cantiere all'interno dell'area da monitorare in modo da rappresentare al meglio le condizioni di esposizione acustica alle lavorazioni previste.

Si riporta una breve sintesi delle tempistiche del monitoraggio, differenziate in base alle finalità della misura:

- nella fase ante operam di caratterizzazione dello stato di fondo si prevede un monitoraggio di 24 h per ciascuna delle tipologie di misure RUC
- nella fase corso opera di controllo delle attività per la realizzazione dell'opera e della viabilità di cantiere si prevedono monitoraggi di 24 h con cadenza trimestrale per i punti RUC. Si prevedono inoltre dei monitoraggi di 24 h sui punti RUL da eseguirsi durante le lavorazioni più impattanti per detta componente.
- nella fase post operam di verifica e controllo della fase di esercizio della linea ferroviaria si prevede un monitoraggio su ciascun punto RUF della durata di 24 ore.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

## 4.7 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 realizzazione di rilevati, trincee, dalle attività di compattazione, attività di perforazione, infissione palancole e movimentazione meccanica dei materiali nei cantieri fissi.

### 4.7.1 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. In fase di corso d'opera, le misure di vibrazioni non verranno eseguite in assenza di attività di cantiere significative svolte nelle immediate vicinanze.

### 4.7.2 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 normativa tecnica in capo alla UNI 9614 - Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo, aggiornata alla recente versione in vigore.

Tuttavia, la norma tecnica stessa nella premessa specifica che la nuova versione non si applica quando la linea di progetto è in affiancamento alla linea preesistente, al fine di evitare la promiscuità nella coesistenza di due regimi normativi differenti per binari della stessa linea. Di conseguenza le misure di tipo VIF (vibrazioni indotte da traffico ferroviario) verranno svolte secondo la norma UNI 9614:1990 per la determinazione dei fenomeni di *annoyance*.

### ISO 2631 “Valutazione sull’esposizione del corpo umano alle vibrazioni”

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

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

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

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

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

Tabella 4-18 Valori di soglia di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614:2017)

	AMBIENTE AD USO ABITATIVO	ASILI CASE DI RIPSO	LUOGHI LAVORATIVI	SCUOLE UNIVERSITA	OSPEDALI, CASE DI CURA. CLINICHE ED AFFINI
<b>DIURNO</b>	7,2 mm/s <sup>2</sup>	3,6 mm/s <sup>2</sup>	-	-	-
<b>NOTTURNO</b>	3,6 mm/s <sup>2</sup>	3,6 mm/s <sup>2</sup>	-	-	-
<b>GIORNATE FESTIVE</b>	5,4 mm/s <sup>2</sup>	-	-	-	-
<b>LIMITATAMENTE AI PERIODI DI ESERCIZIO</b>	-	-	14 mm/s <sup>2</sup>	5,4 mm/s <sup>2</sup>	-
<b>INDIPENDENTEMENTE DALL'ORARIO</b>	-	-	-	-	2 mm/s <sup>2</sup> (misurate ai piedi del letto del paziente)

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

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

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

#### **UNI 9614:1990 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo”**

La precedente norma si applica per le misure relative alla valutazione del disturbo indotto da vibrazioni prodotte da traffico ferroviario (VIF). Data la presenza della linea preesistente, al fine di evitare la promiscuità nella coesistenza di due regimi normativi differenti per binari della stessa Linea, ove la realizzazione della coppia di binari si sviluppa spesso in affiancamento alla linea storica della Circonvallazione di Trento, i valori misurati verranno valutati e confrontati con quanto prescritto dall’allegato A.4 “*Valutazione delle vibrazioni prodotte da veicoli ferroviari*” della suddetta norma.

#### **4.7.3 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.

Nello specifico si prevede una tipologia di punti di misura:

- postazioni di tipo VIL, specifiche per la verifica delle attività del cantiere in linea, da monitorare nelle fasi AO e CO;
- postazioni di tipo VIF, specifiche per la verifica delle attività di esercizio della linea, da monitorare nelle fasi AO e PO.

#### **4.7.4 Strumentazione**

La valutazione del disturbo può essere effettuata con l'impiego di strumentazione dedicata che, oltre alla acquisizione e registrazione del segnale accelerometrico, esegue l'elaborazione in linea dei dati. In alternativa è possibile far ricorso a sistemi acquisizione dati che memorizzano la storia temporale della accelerazione in forma digitale e di un software specifico per l'elaborazione fuori linea. Di tale software, degli algoritmi, delle librerie utilizzate e della loro versione deve essere riportata indicazione nei rapporti di misurazione, ferma rimanendo la rispondenza alle caratteristiche di analisi richieste dalla UNI EN ISO 8041-1.

Le caratteristiche metrologiche della catena di misura (sensore + sistema di acquisizione e di condizionamento del segnale) quali: curva di risposta in frequenza, dinamica del sistema di acquisizione, rumore di fondo della catena ecc. devono essere conformi alla UNI EN ISO 8041-1. Devono essere implementati i filtri “*band limiting*” con le caratteristiche indicate nella UNI EN ISO 8041-1 e di ponderazione  $W_m$  definita dalla ISO 2631-2 [3].

Più in particolare sono da rispettare i seguenti requisiti:

- sensibilità nominale non minore di 10 mV/(m/s<sup>2</sup>);
- risposta in frequenza della catena di misura, comprensiva dell'acquisizione, lineare con tolleranza  $\pm 5\%$  da 0,5 Hz a 250 Hz;
- acquisizione in forma digitale con frequenza di campionamento non minore di 1 500 Hz, presenza di filtro anti-aliasing con frequenza non minore di 600 Hz, risoluzione preferenziale di 24 bit e minima di 16 bit;
- valore efficace del rumore strumentale, legato al complesso di fenomeni di natura casuale presenti nella catena di misurazione e non dipendenti né dalle vibrazioni

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

immesse né da quelle residue, almeno cinque volte inferiore al minimo valore efficace dei segnali da misurare.

#### 4.7.5 Modalità di monitoraggio e parametri

I rilievi sono eseguiti posizionando la strumentazione al centro della stanza, le postazioni di misurazione devono essere scelte sulla base delle reali condizioni di utilizzo degli ambienti da parte degli abitanti. 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.

Dall'analisi delle misure il valore che viene estrapolato ai fini del confronto con i limiti è  $a_{w,95}$  ovvero il livello di massima accelerazione ponderata statistica stimata al 95° percentile della distribuzione cumulata di probabilità della massima accelerazione ponderata  $a_{w,max}$ ,

$$a_{w,95} = \overline{a_{w,max}} + 1,8 \cdot \sigma$$

*Equazione 1 Massima accelerazione ponderata al 95° percentile*

Dove:

$\overline{a_{w,max}}$  = è la media aritmetica delle massime accelerazioni ponderate relative gli eventi considerati

(minimo 15) ovvero:

$$a_{w,max,j} = \max(a_w(t))$$

*Equazione 2 accelerazione massima*

$\sigma$  = è lo scarto tipo della distribuzione delle massime accelerazioni ponderate  $a_{w,max,j}$  calcolate

mediante l'equazione:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (a_{w,max,j} - \overline{a_{w,max}})^2}{N - 1}}$$

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

*Equazione 3 Scarto tipo della distribuzione delle massime accelerazioni (N è il numero degli eventi misurati)*

Mentre:

$a_w(t)$  = è il valore istantaneo del modulo del vettore accelerazione calcolato come somma vettoriale delle sue tre componenti cartesiane, la w sta per la ponderazione in frequenza ottenuta utilizzando la curva  $W_m$

$$a_w(t) = \sqrt{a_{w,rms,x}^2(t) + a_{w,rms,y}^2(t) + a_{w,rms,z}^2(t)}$$

*Equazione 4 Accelerazione ponderata globale lungo i tre assi*

$a_{w,rms,j}(t)$  = Valore efficace totale valutato all'istante t sui tre assi di  $a_{w,j}(t)$  calcolato in conformità

alla

UNI EN ISO 8041-1:2017 punto 3.1.2.3

$$a_{w,rms,j}(t) = \sqrt{\frac{1}{\tau} \left( \int_{t-\tau}^t a_{w,j}^2(\varepsilon) d\varepsilon \right)}$$

*per j = x, y, z; e  $\tau = 1s$*

*Equazione 5 Calcolo del valore efficace dell'accelerazione ponderata*

#### **4.7.6 Elaborazioni delle misure**

Per il calcolo delle vibrazioni associate alla sorgente oggetto di indagine è necessario procedere alla misurazione delle Vibrazioni immesse ( $V_{imm}$ ) e di quelle residue ( $V_{res}$ ). Entrambi i valori sono determinati dal valore dell'accelerazione  $a_{w,95}$  (Equazione 1), nello specifico le vibrazioni immesse ( $V_{imm}$ ) sono le vibrazioni rilevate all'interno dell'edificio generate da tutte le sorgenti attive di qualsiasi origine, mentre le vibrazioni residue vengono misurate in assenza della specifica sorgente oggetto di indagine.

Al fine di determinare le vibrazioni residue, risulta rilevante lo studio preliminare della sorgente in esame, nel caso in cui si tratti di un cantiere è fondamentale individuare i momenti della giornata in cui la sorgente non è in funzione, durante la pausa pranzo, ad esempio, in caso di lavorazioni continue è necessaria una misura in fase di Ante Operam. Conseguentemente la misurazione delle vibrazioni immesse verrà svolta con sorgente attiva.

In entrambe le rilevazioni è indispensabile discretizzare gli eventi (minimo 15). In generale così come riportato dalla norma UNI stessa, un evento si distingue da un altro quando il valore efficace dell'accelerazione ponderata,  $a_w(t)$  decresce di almeno il 30% fra i due eventi.

Per esempio, se la storia temporale di  $a_w(t)$  ha due massimi relativi con valore  $10 \text{ mm/s}^2$  e  $12 \text{ mm/s}^2$  rispettivamente, si è in presenza di due eventi distinti se fra i due massimi relativi il valore istantaneo di  $a_w(t)$  ha un minimo relativo non superiore a  $7 \text{ mm/s}^2$ .

Una volta misurati i 15 eventi per le vibrazioni residue e 15 eventi per quelle immesse, si procede con il calcolo delle vibrazioni generate dalla sorgente ( $V_{sor}$ ) come da seguente formula:

$$V_{sor} = \sqrt{V_{imm}^2 - V_{res}^2}$$

*Equazione 6 Calcolo delle vibrazioni generate dalla sorgente oggetto di indagine*

Ad evidenza della buona applicazione della metodica è importante riportare, in formato tabellare nella scheda elaborazione della misura, sia per le vibrazioni residue ( $V_{res}$ ) che per quelle immesse ( $V_{imm}$ ), tutti gli eventi individuati con i rispettivi valori efficaci totali valutati all'istante  $t$  sui tre assi  $a_{w,rms,j}(t)$  da cui è possibile ricavare, previo calcolo dello scarto tipo della distribuzione ( $\sigma$ ) delle massime accelerazioni ponderate di accelerazione ( $a_{w,max,j}$ ), il rispettivo valore dell'accelerazione  $a_{w,95}$  (Equazione 1) da associare sia per le Vibrazioni residue ( $V_{res}$ ) che per quelle immesse ( $V_{imm}$ ). Si precisa che qualora le vibrazioni residue  $V_{res}$  abbiano un valore maggiore del 50% di quelle immesse di  $V_{imm}$  allora il disturbo prodotto dalla Vibrazione della sorgente  $V_{sor}$  è da considera trascurabile.

#### **4.7.7 Tipologia di misure e articolazione temporale delle attività di monitoraggio**

Ai fini del monitoraggio delle vibrazioni si prevede una sola tipologia di postazioni di misura dedicata alla verifica del disturbo prodotto dal fronte avanzamento lavori (VIL) congiuntamente ai cantieri fissi a supporto dello stesso, da monitorare nella fase CO in corrispondenza dei ricettori esposti alle attività maggiormente impattanti che nello specifico consistono nella compattazione, realizzazione rilevati e realizzazione delle gallerie artificiali.

Le altre misure (VIF) sono dedicate alla verifica del disturbo indotto dal transito dei treni in fase post operam.

Nel complesso si prevedono:

- n. 5 postazioni di monitoraggio di tipo VIL;
- n. 5 postazioni di monitoraggio di tipo VIF.

L'ubicazione dei punti di misura è riportata nelle planimetrie allegate al presente PMA (*codifica doc.IB1Q3AR22P5MA0000001/3*).

Nella fase Ante Operam sarà svolta una campagna di misura per la caratterizzazione del fondo vibrazionale del sito mentre nella fase Corso d'Opera è prevista una campagna di misura da effettuarsi nel periodo di massimo disturbo prodotto dalle attività di cantiere sul territorio circostante.

Nella tabella seguente è riportata l'indicazione delle postazioni di rilievo, e la frequenza e durata del monitoraggio nelle diverse fasi.

*Tabella 4-19 Punti di monitoraggio della componente vibrazioni*

PUNTO	OPERA DA MONITORARE	FASE	N. CAMPAGNE	DURATA
VIL 01	<b>TR01</b> (AS.03, CO.04)	AO	1	24 h
		CO	1	24 h
VIL 02	<b>GA01</b> (CO.04, AT.03)	AO	1	24 h
		CO	3	24 h
VIL 03	<b>TR03 GA02</b> (AT.01, CO.02)	AO	1	24 h
		CO	3	24 h
VIL 04	<b>GA02</b> (AT.01, CO.02)	AO	1	24 h
		CO	3	24 h
VIL 05	<b>RI03</b> (AS.01, AS.02)	AO	1	24 h
		CO	1	24 h
VIF 01	0+100	AO	1	24 h
		PO	1	24 h
VIF 02	12+200	AO	1	24 h
		PO	1	24 h
VIF03	13+400	AO	1	24 h

PUNTO	OPERA DA MONITORARE	FASE	N. CAMPAGNE	DURATA
		PO	1	24 h
VIF04	Villa Bortolazzi	AO	1	24 h
		PO	1	24 h
VIF05	12+760 Edificio 1019	AO	1	24 h
		PO	1	24 h

I punti VIL02 , VIL03, VIL04 sono ubicati sui ricettori limitrofi alle aree di cantiere in cui verranno realizzati gli imbocchi delle gallerie, pertanto la frequenza ad essi associata è rappresentativa delle lavorazioni più significative.

Come specificato nel paragrafo *Normativa di riferimento*, i punti di misura di tipo VIF verranno svolti con tecniche e metodologie di misura espresse nella UNI 9614:1990, data la presenza della linea preesistente al fine di evitare la promiscuità nella coesistenza di due regimi normativi differenti per binari della stessa Linea, ove la realizzazione della coppia di binari si sviluppa spesso in affiancamento alla linea storica della Circonvallazione di Trento.

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

## 4.8 Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi

### 4.8.1 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 con maggior pregio ecologico: quali aree naturali protette e aree boscate.

Il monitoraggio permetterà di attenzionare 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.

### 4.8.2 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:

#### 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)

**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

**Relazione Generale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB1Q	3A R 22	RG	MA0000 001	C	116 di 138

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.

**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 seminaturali, 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.,

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

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”.

#### **4.8.3 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.

Le aree da monitorare sono state scelte in funzione della sensibilità del territorio attraversato e della eventuale presenza di ambiti di pregio naturalistico; dall’analisi del territorio, l’unica area di pregio naturalistico presente è costituita dai popolamenti vegetazionali mesoigrofilo presenti nella ZSC IT3120122 “Gocciadoro”; sarà pertanto effettuato il monitoraggio della componente Vegetazione Flora e Fauna così da monitorare l’eventuale impatto della costruzione e dell’esercizio dell’opera sulle specie presenti.

Inoltre, sono state previste delle misure di monitoraggio anche in corrispondenza degli interventi di opere a verde effettuati volti alla restituzione di essenze consumate dalla realizzazione dell’opera, il monitoraggio in questi punti ha l’obiettivo di verificare il corretto attecchimento delle essenze messe a dimora.

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.

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

#### 4.8.4 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.

#### Vegetazione e flora

##### *Analisi floristica fascia campione distale alla linea ferroviaria*

Il censimento della flora sarà eseguito secondo il metodo Daget Ph., Poissonet J. 1969. *Analyse phytologique des prairies - Application agronomique* al fine di fornire una misura confrontabile del livello di antropizzazione della flora nelle aree di interesse e verificarne l'indice di naturalità, basandosi 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 rinvennero 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.

#### *Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere*

Tale attività consiste nel monitorare i cumuli di materiale vegetale gestiti nell'ambito dell'opera in attesa di sistemazione finale. Oltre all'analisi sul mantenimento del cumulo (dimensioni, altezza, pendenza sponde), si effettueranno analisi per definire le specie autoctone, sinantropiche ed infestanti.

#### *Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora*

Tale attività consiste nel rilevare una serie di parametri e/o caratteri significativi (quali, a titolo esemplificativo, parametri morfometrici quali altezza, diametro del fusto e dimensioni della chioma degli individui arborei e/o arbustivi, grado di copertura e altezza del manto erboso, nonché eventuali segni di sofferenza a carico delle parti verdi come ingiallimento o perdita delle foglie) su superfici campione di ca. 100mq, scelte opportunamente in funzione delle differenti tipologie presenti (almeno 1 superficie-campione per ogni tipologia), per monitorare le condizioni degli impianti a verde nelle aree soggette ad interventi di mitigazione e comprendere, così, il grado di riuscita del singolo intervento.

### **4.8.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio**

#### **Vegetazione e flora**

La caratterizzazione della vegetazione e della flora sarà effettuata attraverso la seguente indagine:

#### *Censimento e analisi floristica (VEG.4.1 – Indagine di tipo “C”)*

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 disposto, 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 Fisionomico 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).

Per ogni punto di campionamento si procederà secondo le seguenti indicazioni:

- I censimenti della flora saranno effettuati lungo fasce di interesse, di larghezza non superiore ai 30 m, opportunamente scelte in modo da attraversare le fitocenosi più rappresentative di ciascuna area d'indagine;
- Il censimento delle specie vegetali sarà realizzato, percorrendo due itinerari nella fascia distale, dove si ritiene persista, almeno in parte, la composizione floristica originaria (o quanto meno più intatta). Si procede per tratti successivi 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. Nel caso di ambienti di elevata complessità topografica, o comunque laddove non risulti agevole l'individuazione di tali itinerari ideali, è possibile procedere muovendosi in modo normale al tracciato e definendo con "fascia distale" la fascia costituita dalla medesima (o funzionalmente analoga) formazione vegetale, anch'essa decorrente lungo il tracciato dell'opera, situata ad una distanza tale per cui l'impatto legato alle lavorazioni previste risulti scarso o nullo.
- I campioni per i quali sussistono dubbi dovranno essere prelevati e portati in laboratorio per un'analisi più approfondita con l'ausilio di un binoculare stereoscopico. Nel caso in cui i campioni siano rinvenuti con caratteri diagnostici non sufficienti per il loro riconoscimento (fiori, frutti) a livello di specie a causa del periodo fenologico non coincidente con quello dei rilevamenti; di essi si indica unicamente il Genere seguito da "SP." Viceversa, quando l'attribuzione specifica è possibile, ma qualche carattere sistematico non collima esattamente con quanto descritto nella Flora di S. Pignatti, si può utilizzare il simbolo cfr.

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA					
	QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>Relazione Generale</b>	IB1Q	3A R 22	RG	MA0000 001	C	121 di 138

Occorre precisare che il censimento floristico, effettuato nell'arco di una giornata consente unicamente la redazione di una flora indicativa della realtà ambientale dell'area in esame.

- Si dovranno segnalare le specie rare, protette o di particolare interesse naturalistico.

In fase di ante operam la presenza delle specie sinantropiche avrà lo scopo di valutare il livello di antropizzazione dell'area e costituendo un riferimento per il confronto nelle fasi successive.

<b><u>Risultati attesi</u></b>
➤ Lista floristica <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fascia distale</li> </ul>
➤ Emergenze floristiche
➤ Specie sinantropiche
➤ Specie invasive/banalizzatrici
➤ Mappatura percorsi
➤ Indice di variazione:
<b>SPECIE SINANTROPICHE / TOT. SPECIE CENSITE</b>

Le verifiche verranno effettuate con frequenza semestrale, nel periodo primaverile e in quello tardo-estivo, sia nell'anno che precede l'inizio dei lavori, durante i 44 mesi di corso d'opera e nel primo anno di esercizio dell'opera in progetto.

*Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere (VEG9 – Indagine di tipo “4”)*

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. Le verifiche sui cumuli dovranno essere effettuate con cadenza semestrale durante i 44 mesi di corso d'opera; i dati raccolti dovranno essere riassunti in tabelle di sintesi in cui saranno riportati alcuni parametri riferiti ai cumuli campionati.

Saranno effettuate indagini floristiche volte a individuare le specie esotiche invasive riportate nella lista delle specie esotiche invasive di rilevanza unionale e quelle indicate nelle Liste di rilevanza nazionale e provinciale, come espresso nella condizione n.1 del Parere n. 1 del 29 aprile 2022 Istruttoria Valutazione Impatto Ambientale.

In caso di rilevamento di tali specie verrà emesso un Ordine di Servizio verso l'Appaltatore in cui verrà ordinato di eliminare le specie invasive.

*Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora (VEG8 – Indagine di tipo “3”)*

Le successive indagini finalizzate al controllo della correttezza ed efficacia degli impianti con finalità di mitigazione ambientale dovranno prevedere:

- il controllo della corretta localizzazione ed esecuzione dei reimpianti;
- la verifica del grado di attecchimento e accrescimento (con misura dei valori incrementali di altezza e diametro) di individui e specie arborei e arbustivi.

I dati raccolti dovranno essere riassunti in tabelle e grafici di sintesi in cui saranno riportati alcuni parametri riferiti agli individui arborei e arbustivi campionati.

Per quanto riguarda l'annotazione delle condizioni vegetative si deve fare riferimento all'aspetto complessivo del fogliame, dalla cui osservazione si possono ricavare informazioni utili e, nel contempo, facili da rilevare. Si suggerisce di usare una scala qualitativa a 3 livelli: "condizioni buone", "condizioni precarie", "condizioni pessime".

Le verifiche verranno effettuate con una frequenza semestrale, nel periodo primaverile e in quello tardo-estivo, nei primi tre anni di esercizio dell'opera in progetto.

### **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 del territorio, con un ambito a carattere prevalentemente agricolo e la presenza nella zona interessata dal tracciato in galleria della ZSC Gocciadoro, 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 chiroteri, 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;

**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

**Relazione Generale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB1Q	3A R 22	RG	MA0000 001	C	123 di 138

- Avifauna;
- Chiroteri

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

- Indagine tipo E: Analisi dei popolamenti faunistici – Anfibi e Rettili; Mammiferi grandi e piccoli; Chiroteri;
- Indagine tipo F: Analisi delle comunità ornitiche significative e stabili degli ecosistemi.

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 conservazionistico 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.

*Monitoraggio della fauna mobile terrestre – anfibi e rettili (FAU1 – Indagine di tipo “E”)*

Per l'indagine relativa alla fauna terrestre mobile, potenzialmente condizionata dalle interruzioni della continuità degli habitat da parte dei tratti della linea in rilevato, è necessario definire degli itinerari lineari per rilevare Anfibi e Rettili. 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 (ricerca e conteggio degli esemplari lungo transetti o all'interno di aree rappresentative del territorio) e la cattura manuale (ricerca e cattura degli esemplari previa ricerca in microhabitat tipici o mediante l'uso di attrezzature come trappole a caduta o galleggianti, cappi, retini).

Per la batracofauna e l'erpetofauna saranno effettuate delle osservazioni dirette e si farà uso di retini immanicati, utili soprattutto per la cattura di Anfibi (larve ed adulti), e di lacci montati su canne per la cattura di Sauri. In alcuni casi, soprattutto per quanto riguarda le larve degli Anfibi Anuri, sarà necessario effettuare delle osservazioni in laboratorio per la determinazione della specie.

#### *Monitoraggio della fauna mobile terrestre – mammiferi grandi e piccoli (FAU2 – Indagine di tipo “E”)*

Per l'indagine relativa alla fauna terrestre mobile costituit, 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.

É 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.

#### *Monitoraggio della fauna mobile terrestre – chiroteri (FAU3 – Indagine di tipo “E”)*

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).

#### *Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche degli ecosistemi (FAU4 – Indagine di tipo “F”)*

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.

## **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:

*Tabella 4-20 Flora e vegetazione: Tipologia di rilievi e frequenza prevista*

ATTIVITÀ	AO (12 MESI) N. CAMPAGNE	CORSO D' OPERA (44 MESI) N. CAMPAGNE	POST OPERAM N. CAMPAGNE
Censimento floristico Flora - analisi floristica distale all'opera (Indagine di tipo "C")	2	7	2
Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora (Indagine di tipo "3")	-	-	6 (durante i primi 3 anni di esercizio dell'opera)
Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere (Indagine di tipo "4")	-	7	-

Il monitoraggio del corso d'opera seguirà tutto lo sviluppo delle lavorazioni, mentre quello relativo alla fase ante-operam e post operam avrà una rispettiva durata di 12 mesi prima e alla fine delle lavorazioni,

La durata del periodo di monitoraggio in corso d'opera sarà di ca. 44 mesi; mentre quello relativo alla fase post operam, che ha l'obiettivo di controllare le ricadute dell'esercizio dell'opera, avrà una durata di 12 mesi dalla fine delle lavorazioni, limitatamente alla verifica degli interventi di ripristino ambientale attraverso la verifica del conseguimento degli obiettivi prefissati in fase progettuale (3), la durata sarà di 44 mesi, come prescritto dalle Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) - Indirizzi metodologici specifici: Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna), predisposte dal MATTM.

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 e nel periodo tardo estivo 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.

L'ubicazione dei punti di monitoraggio è riportata nella planimetria allegate al presente PMA (codifica doc. IB0Q3AR22P5MA0000001/3).

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei punti individuati.

*Tabella 4-21 Flora e Vegetazione: punti di monitoraggio*

Punto	Tipo di indagine	Pk/Area di cantiere	A.O. N. CAMPAGNE	C.O. N. CAMPAGNE	P.O. N. CAMPAGNE
VEG_01	VEG 9 – Indagine di tipo “4”	R.02		7	
VEG_02	VEG 9 – Indagine di tipo “4”	CO.04		7	
VEG_03	VEG 9 – Indagine di tipo “4”	AT.03		7	
VEG_05	VEG 9 – Indagine di tipo “4”	CO.01		7	

Punto	Tipo di indagine	Pk/Area di cantiere	A.O. N. CAMPAGNE	C.O. N. CAMPAGNE	P.O. N. CAMPAGNE
VEG_06	VEG 8 – Indagine di tipo “3”	0+400			6
VEG_07	VEG 4.1 – Indagine di tipo “C”	ZSC Gocciadoro	2	7	2
VEG_08	VEG 4.1 – Indagine di tipo “C”	0+650	2	7	2
VEG_9	VEG 8 – Indagine di tipo “3”	12+200			6
VEG_10	VEG 8 – Indagine di tipo “3”	SSE			6

Si precisa che i punti di monitoraggio previsti per lo stato di conservazione dei cumuli vegetale depositati in cantiere (VEG9 – Indagine di tipo “4”), per come indicati nella precedente tabella e riportati nei citati elaborati grafici “*IB0Q3AR22P5MA0000001/3 Planimetria localizzazione punti di monitoraggio*”, sono da ritenersi indicativi: la puntuale ed esatta localizzazione sarà condotta nella successiva fase progettuale sulla base della corretta individuazione delle aree di stoccaggio nelle quali è previsto il deposito dei cumuli di terreno che saranno riutilizzati come terreno vegetale.

Si evidenzia che per il punto VEG\_07 sarà anche condotto il monitoraggio della popolazione mesoigrofila presente nell’area circostante la sorgente Foll. Come prescritto nel parere n.1 del 29/04/2022 del MiTe in sede di commissione PNRR – PNIEC da parte dell’osservante : Provincia di Autonoma di Trento Assessore all’urbanistica, ambiente e cooperazione Delibera Reg. delib.274 in data 28/02/2022 Protocollo MiTE 2022-0026854 del 03/03/2022

### 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 44 mesi; mentre quello relativo alla fase post-operam sarà di sei mesi.

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

Tabella 4-22 Tipologia di rilievi e frequenza prevista per la componente Fauna

Punti di Misura	Attività	Ante Operam (6 mesi) (frequenza)	Corso d' Opera (44 mesi) (frequenza)	Post Operam (6 mesi) (frequenza)
FAU_01 e FAU_02	Avifauna (F) FAU.4	2 volte	4/anno	4 volte
FAU_01 e FAU_02	Fauna mobile terrestre – Mammiferi di medie e piccole dimensioni (E) FAU.2	1 volte	3/anno	3 volte
FAU_02	Fauna mobile terrestre – Chiroterti (E) FAU.3	2 volte	4 volte	4 volte
FAU_02	Fauna mobile terrestre anfibi e rettili (E) FAU.1	2 volte	5/anno	5 volte

Tab. 1 - Tipologia di rilievi e frequenza prevista per la componente Fauna

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati grafici "Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio ambientale" IB0Q3AR22P5MA0000001/3, ove è possibile individuare i punti previsti. Di seguito si riporta una tabella esplicativa.

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

## 4.9 Paesaggio

### 4.9.1 Obiettivi del 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.

### 4.9.2 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. 42/2004 e s.m.i.);
- gli impatti sul paesaggio delle trasformazioni proposte;
- gli elementi di mitigazione e compensazione necessari.

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

#### 4.9.3 Metodiche di monitoraggio

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

- **Rilievo Aerofotogrammetrico;**

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 pixels 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;

Sarà inoltre necessario effettuare:

- 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 giornaliera centrate sulle ore 12,00 solari (10,30-13,30) allo scopo di evitare l'effetto ombra.
- **Rilievo a terra con punti di presa fotografica.**

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.

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

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

- Le indagini effettuate mediante telerilevamento interesseranno il seguente territorio:
- In generale le aree interessate dalla realizzazione del tracciato;
- le aree di cantiere e le aree limitrofe per una fascia minima di 100 metri intorno al loro confine;
- le aree di particolare interesse paesaggistico limitrofe all'opera.

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 skylines si estenderà anche agli edifici contermini, per un'area più o meno estesa, secondo le principali prospettive visuali da cui l'intervento è visibile.

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

Gli assi infrastrutturali sono da considerarsi i luoghi privilegiati da cui osservare il paesaggio di quest'area.

L'autostrada costituisce una barriera di interdizione visiva per il territorio rurale posto sulla sponda opposta dell'Adige ma non si configura come un percorso di percezione privilegiata dell'opera poiché la quota altimetrica del tracciato autostradale risulta inferiore a quello dell'argine del fiume.

La strada statale 12 si sviluppa in corrispondenza del limite dei versanti montuosi ad una quota superiore rispetto alla linea ferroviaria. Questo permetterà una visione di dettaglio del futuro intervento. Una visione discontinua a causa delle alberature presenti sul limite a valle della careggiata.

Un importante percorso di osservazione del tracciato ferroviario sia esistente che in progetto è costituito dalla pista ciclabile posta sull'argine sinistro del fiume. La quota altimetrica e la distanza dall'opera prevista permettono una percezione di dettaglio.

Dai versanti montuosi è percepibile con una visualità di campo medio dalla collina di Dos di Trento sulla sponda opposta del fiume e dalle alture dell'insediamento di Martignano.

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

Gli argini della rimodellazione idraulica del fiume Adige si delineano come le barriere di interdizione visiva più efficaci del contesto paesaggistico locale.

In località Roncafort il sito di intervento appare percepibile da differenti punti di osservazione posti a differenti quote altimetriche.

La linea ferroviaria è visibile, inoltre, da altre zone poste ad una quota superiore a quella dei binari, ovvero dai cavalcaferrovia in corrispondenza degli svincoli di accesso alla SS12. Solo Via dei Caduti di Nassiriya è percorribile pedonalmente con conseguente possibilità di una fruizione visiva, mentre nel caso del viadotto della Circonvallazione Nuova la visibilità è schermata dalle paratie metalliche di sicurezza.

#### **4.9.5 Elaborazioni delle immagini e output**

Le immagini acquisite 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  $\pm 2$  pixels.

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  $\mu\text{m}$ ) e vicino infrarosso (NIR: 0.9  $\mu\text{m}$ ). 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.

#### **4.9.6 Articolazione temporale del monitoraggio**

Per i punti relativi alla componente paesaggio, è prevista la seguente articolazione temporale del monitoraggio:

*Tabella 4-23 Paesaggio: punti di monitoraggio*

Punto	Ubicazione	Ante Operam (6 mesi)	Post Operam (6 mesi)
PAE 01	0+400	Una campagna	Una campagna
PAE 02	11+500	Una campagna	Una campagna
PAE 03	12+200	Una campagna	Una campagna

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

## 4.10 Campi Elettromagnetici

### 4.10.1 Premessa

In ambito ferroviario, quindi, con alimentazioni elettriche a tensione di 3kV continua, la problematica della generazione di intensi campi e.m. si limita, generalmente, alla presenza di elettrodotti a 50 Hz, che trasportano energia dalle principali reti di distribuzione nazionale alle sottostazioni elettriche di conversione (SSE), dove alcuni apparati di potenza (raddrizzatori) operano la conversione da corrente alternata a corrente continua. Nelle stesse SSE si ha inoltre l'abbassamento della tensione, di solito originariamente a 132 kV, al valore nominale di 3 kV richiesto dal sistema di trazione. Il campo elettrico generato da un conduttore che si trova ad un potenziale di 3 kV ha infatti un'intensità piuttosto bassa e, comunque, al di sotto dei limiti imposti dalle principali normative in materia anche a distanze di alcuni metri. Inoltre, la circostanza che il conduttore è sotto tensione continua e non alternata comporta che soltanto in presenza di assorbimento di energia dovuta al transito di un treno sulla sezione di linea alimentata dalla più vicina SSE, vi è passaggio di corrente in grado di generare un campo d'induzione magnetica.

Il monitoraggio della componente campi elettromagnetici sarà quindi effettuato in prossimità degli edifici adibiti a residenza, ubicate nelle vicinanze delle linee primarie a 132 kV 50 Hz che alimentano la nuova SSE di Acquaviva (loc. Murazzi).

Il controllo avviene mediante la determinazione dell'intensità dei campi elettrici e magnetici a frequenza industriale (50 Hz). Lo scopo principale del Monitoraggio Ambientale è quello di definire la situazione attuale (stato di zero) dell'ambiente e di confrontarla con quella che si verrà a determinare dopo la realizzazione della sottostazione elettrica, nella fase di normale esercizio.

Durante la fase di costruzione non si manifestano infatti problematiche di emissione di onde elettromagnetiche e quindi di generazione dei relativi campi.

L'articolazione delle azioni relative ad ogni fase del monitoraggio verrà descritta più dettagliatamente nei capitoli seguenti.

### 4.10.2 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio della componente permetterà, attraverso un confronto tra la situazione ante operam e quella post opera, di valutare le variazioni di campi magnetici per effetto dell'esercizio della nuova sottostazione elettrica.

	ASSE FERROVIARIO MONACO – VERONA QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA- VERONA” <b>LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA IB1Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

#### **4.10.3 Riferimenti normativi**

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, le grandezze da misurare, ecc., esse sono costituite dai seguenti riferimenti:

- Norma CEI 42-7: “Misura dei campi elettrici a frequenza industriale” prima edizione Ottobre 1990;
- DM 16.01.91: Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell’esercizio di linee elettriche esterne”;
- DPCM 23.4.92: “Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”;
- DPR 27.4.92: “Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale e norme tecniche per la redazione di studi di impatto ambientale e la formazione del giudizio di compatibilità di cui all’articolo 6 della legge 8.7.1986 n.349 per gli elettrodotti aerei esterni”;
- DPCM 28.9.95: “Norme tecniche procedurali di attuazione del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 aprile 1992 relativamente agli elettrodotti”;
- Norma CEI ENV 50166-1: “Esposizione umana ai campi elettromagnetici. Bassa frequenza (0-10 kHz)” prima edizione Maggio 1995 (in fase di approvazione);
- Linee guida ICNIRP, aprile 1998;
- L 22.02.2001 n. 36: “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”.
- DPCM 8.7.2003: “ Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generata dagli elettrodotti”.

#### **4.10.4 Metodologie di rilevamento**

Le rilevazioni verranno effettuate con una strumentazione costituita almeno da:

- Misuratore di campo e.m. a potenziale flottante (5 Hz±30 kHz);
- Sonda isotropica per la misurazione del campo magnetico (Internal Probe);
- Sonda isotropica per la misurazione del campo elettrico;
- Cavo in fibra ottica per il collegamento tra sonda e misuratore;
- Tripode in materiale isolante.

Il range di misura per i campi magnetici va da 1nT a 10 mT. L’accuratezza della misura è pari a ± 8 % per campi magnetici maggiori di 500 nT.

Per i campi elettrici il range di misura è compreso tra 0.5 Vm-1 e 100 kVm-1. L'accuratezza della misura è pari  $\pm 5\% \pm 1$  Vm-1 per campi elettrici maggiori o uguali a 6 Vm-1.

È inoltre previsto l'impiego di appropriati software di elaborazione dati e di archiviazione/gestione delle informazioni.

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

Nella fase Ante Operam sarà svolta una campagna di misura sul punto di tipologia E.2c (misura di 24h in continuo). Nella fase Corso d'Opera non sono previste misurazioni. Nella fase di Post operam sarà svolta una campagna di misura sul punto di tipologia E.2c (misura di 24h in continuo).

Nella tabella seguente è riportata l'indicazione delle postazioni di rilievo, la tipologia di attività, la frequenza e durata del monitoraggio nelle diverse fasi.

*Tabella 4-24 Campi elettromagnetici: punti di monitoraggio*

PUNTO	AREA MONITORATA	ATTIVITÀ	FASE	FREQUENZA	DURATA
CEM 01	"SSE Murazzi"	Misura delle intensità di campo elettrico e magnetico alla frequenza di 50 Hz	AO	n. 1 campagna	24 h
			PO	n. 1 campagne	24 h

Si rappresenta che il punto di monitoraggio è stato scelto valutando il luogo più prossimo alla SSE, nel quale si presume che una persona possa permanere per 4 ore.