

Lavori per il miglioramento delle condizioni di sicurezza della S.S. n° 36 dal Km 27+800 al Km 44+300, tratta Giussano-Civate lungo la Strada Statale n° 36 “del Lago di Como e dello Spluga”

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. SIL. NOMSMI00668

PROGETTISTA



I PROGETTISTI:

*Ing. Andrea Polli*  
*Ordine degli Ingegneri Roma N°A19540*

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.:

*Ing. Andrea Polli*  
*Ordine degli Ingegneri Roma N°A19540*

IL GEOLOGO:

*Dott. Geol. Lorenzo Verzani*  
*Ordine dei Geologi della Lombardia N°1234*

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

*Ing. Marco Meneguzzer*  
*Ordine degli Ingegneri della provincia di Trento N°1483*

VISTO:

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO : *Ing. Pietro Gualandi*  
IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO: *Ing. Emanuele Fiorenza*

PROTOCOLLO

—

DATA

Novembre 2023

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

**Relazione generale**

CODICE PROGETTO

PROGETTO                      LIV. PROG.                      N. PROG.

- - MSM I 06    D    2 1 0 1

NOME FILE

T00MO00MOARE01\_A

CODICE ELAB. T 0 0 M O 0 0 M O A R E 0 1

REVISIONE

A

SCALA:

C

B

A

*Aggiornamento richieste MASE*

*03/11/2023*

*M. Schiavo*

*M. Del Fedele*

*A. Polli*

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

# INDICE

<b>1</b>	<b>Premessa</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Requisiti del piano di monitoraggio ambientale</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>requisiti del pma ed i fattori di specificita' del caso</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>SCELTE STRUTTURANTI IL PMA</b> .....	<b>9</b>
4.1	Le fasi temporali oggetto di monitoraggio .....	9
4.2	Fattori ambientali oggetto di monitoraggio .....	10
<b>5</b>	<b>Acque superficiali</b> .....	<b>11</b>
5.1	Finalità ed articolazione temporale del monitoraggio .....	11
5.1.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	11
5.1.2	<i>Riferimenti normativi</i> .....	11
5.2	Monitoraggio della qualità delle acque .....	12
5.2.1	<i>Localizzazione delle aree di monitoraggio</i> .....	12
5.2.2	<i>Metodologia e strumentazione</i> .....	13
5.2.2.1	Tipologia di monitoraggio .....	13
5.2.2.2	Parametri da monitorare .....	13
5.2.2.3	Metodiche di monitoraggio .....	17
5.2.3	<i>Tempi e frequenza del monitoraggio</i> .....	19
5.3	Conclusioni .....	20
<b>6</b>	<b>Atmosfera</b> .....	<b>22</b>
6.1	Finalità ed articolazione temporale del monitoraggio .....	22
6.1.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	22
6.1.2	<i>Riferimenti normativi</i> .....	22
6.2	Monitoraggio della qualità dell'aria .....	26
6.2.1	<i>Localizzazione delle aree di monitoraggio</i> .....	26
6.2.2	<i>Metodologia e strumentazione</i> .....	26
6.2.2.1	Tipologia di monitoraggio .....	26
6.2.2.2	Parametri da monitorare .....	26
6.2.2.3	Metodiche di monitoraggio .....	27
6.2.3	<i>Tempi e frequenze del monitoraggio</i> .....	28
6.2.3.1	Ante Operam .....	29
6.2.3.2	Corso d'Opera .....	29
6.2.3.3	Post Operam .....	30
6.3	Conclusioni .....	30
<b>7</b>	<b>Rumore</b> .....	<b>31</b>
7.1	Finalità ed articolazione del piano di monitoraggio .....	31

7.1.1	Obiettivi del monitoraggio .....	31
7.1.2	Riferimenti normativi.....	31
7.2	Monitoraggio rumore stradale.....	32
7.2.1	Localizzazione delle aree di monitoraggio.....	32
7.2.2	Metodologia e strumentazione.....	33
7.2.2.1	Tipologia di monitoraggio.....	33
7.2.2.2	Parametri da monitorare .....	33
7.2.2.3	Metodiche di monitoraggio.....	33
7.2.3	Tempi e frequenza del monitoraggio .....	35
7.3	Monitoraggio del rumore indotto dal cantiere .....	36
7.3.1	Localizzazione delle aree di monitoraggio.....	36
7.3.2	Metodologia e strumentazione.....	36
7.3.2.1	Tipologia di monitoraggio.....	36
7.3.2.2	Parametri da monitorare .....	36
7.3.2.3	Metodiche di monitoraggio.....	37
7.3.3	Tempi e frequenza del monitoraggio .....	38
7.4	Conclusioni .....	39
<b>8</b>	<b>Vibrazioni.....</b>	<b>40</b>
8.1	Finalità ed articolazione del piano di monitoraggio.....	40
8.1.1	Obiettivi del monitoraggio .....	40
8.1.2	Riferimenti normativi.....	41
8.2	Monitoraggio vibrazionale.....	42
8.2.1	Localizzazione delle aree di monitoraggio.....	42
8.2.2	Definizione degli indicatori da monitorare.....	42
8.2.2.1	Filtraggio con filtro passa banda e con filtro di ponderazione.....	43
8.2.2.2	Calcolo dell'accelerazione ponderata efficace.....	43
8.2.2.3	Calcolo della massima accelerazione ponderata.....	43
8.2.2.4	Calcolo della massima accelerazione statistica.....	43
8.2.2.5	Calcolo dell'accelerazione associata alla sorgente.....	44
8.2.2.6	Definizione della strumentazione di misura .....	44
8.2.2.7	Requisiti generali della strumentazione .....	44
8.2.2.8	Taratura e calibrazione della strumentazione .....	45
8.2.2.9	Montaggio degli accelerometri .....	45
8.2.3	Tempi e frequenze del monitoraggio .....	45
8.3	Conclusioni .....	46
<b>9</b>	<b>Suolo .....</b>	<b>47</b>
9.1	Finalità ed articolazione temporale del monitoraggio .....	47

9.1.1	Obiettivi del monitoraggio .....	47
9.1.2	Riferimenti normativi.....	47
9.2	Monitoraggio della qualità e fertilità del suolo.....	48
9.2.1	Localizzazione delle aree di monitoraggio.....	48
9.2.2	Metodologia e strumentazione.....	48
9.2.2.1	Tipologia di monitoraggio.....	48
9.2.2.2	Parametri da monitorare .....	48
9.2.2.3	Metodiche di monitoraggio.....	49
9.2.3	Tempi e frequenza del monitoraggio .....	49
9.3	Conclusioni .....	50
<b>10</b>	<b>Vegetazione .....</b>	<b>52</b>
10.1	Finalità ed articolazione temporale del monitoraggio .....	52
10.1.1	Obiettivi del monitoraggio .....	52
10.1.2	Riferimenti normativi.....	52
10.2	Monitoraggio della vegetazione .....	53
10.2.1	Localizzazione delle aree di monitoraggio.....	53
10.2.2	Metodologia e strumentazione.....	53
10.2.2.1	Tipologia di monitoraggio.....	53
10.2.2.2	Parametri da monitorare .....	54
10.2.2.3	Metodiche di monitoraggio.....	57
10.2.3	Tempi e frequenza del monitoraggio .....	57
10.3	Monitoraggio delle specie aliene invasive .....	57
10.3.1	Localizzazione delle aree di monitoraggio.....	57
10.4	Conclusioni .....	59
<b>11</b>	<b>Fauna.....</b>	<b>61</b>
11.1	Finalità ed articolazione temporale del monitoraggio .....	61
11.1.1	Obiettivi del monitoraggio .....	61
11.1.2	Riferimenti normativi.....	61
11.2	Monitoraggio della fauna .....	62
11.2.1	Localizzazione delle aree di monitoraggio.....	62
11.2.2	Metodologia e strumentazione.....	62
11.2.2.1	Tipologia di monitoraggio.....	62
11.2.2.2	Parametri da monitorare .....	63
11.2.2.3	Metodiche di monitoraggio.....	65
11.2.3	Tempi e frequenza del monitoraggio .....	66
11.3	Conclusioni .....	66
<b>12</b>	<b>Restituzione dati .....</b>	<b>68</b>

12.1	Il sistema informativo del monitoraggio .....	68
12.1.1	Contenuti e finalità .....	68
12.1.2	Architettura del Sistema.....	68
12.2	Restituzione e memorizzazione dati .....	70
12.2.1	I Rapporti di misura.....	70
12.2.2	I rapporti di campagna .....	71
12.2.3	I rapporti annuali.....	71
<b>13</b>	<b>Gestione delle anomalie .....</b>	<b>73</b>

## 1 PREMESSA

In termini generali, il monitoraggio ambientale è volto ad affrontare, in maniera approfondita e sistematica, la prevenzione, l'individuazione ed il controllo dei possibili effetti negativi prodotti sull'ambiente dall'esercizio di un'opera in progetto e dalla sua realizzazione.

Lo scopo principale è quindi quello di esaminare il grado di compatibilità dell'opera stessa, intercettando, sia gli eventuali impatti negativi e le cause per adottare opportune misure di riorientamento, sia gli effetti positivi segnalando azioni meritevoli di ulteriore impulso.

Gli obiettivi principali, come riportati nel documento di ARPA Lombardia “Criteri per la predisposizione di piani di monitoraggio ambientale (PMA) - Infrastrutture lineari di trasporto” di gennaio 2020, si possono riassumere quindi come segue:

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

In questa fase di lavoro, l'obiettivo principale è quindi quello di definire gli ambiti di monitoraggio, l'ubicazione dei punti di misura, le modalità operative e le tempistiche.

Si sottolinea che il presente Piano di monitoraggio riprende quanto indicato nell'analisi degli impatti dello Studio preliminare ambientale, con lo scopo di controllare i parametri ambientali maggiormente significativi sia in fase di cantiere che di esercizio.

## 2 REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Al fine di rispondere agli obiettivi ed al ruolo attribuiti al Monitoraggio Ambientale, il PMA, ossia lo strumento tecnico-operativo di programmazione delle attività di monitoraggio, deve rispondere a quattro sostanziali requisiti, così identificabili:

- **Rispondenza rispetto alle finalità del MA**

Ancorché possa apparire superfluo, si evidenzia che il monitoraggio ambientale trova la sua ragione in quella che nel precedente paragrafo è stata identificata come sua finalità ultima, ossia nel dare concreta efficacia al progetto, mediante il costante controllo dei termini in cui nella realtà si configura il rapporto Opera- Ambiente e la tempestiva attivazione di misure correttive diversificate nel caso in cui questo differisca da quanto stimato e valutato sul piano previsionale.

La rispondenza a detta finalità ed obiettivi rende il monitoraggio ambientale delle opere sostanzialmente diverso da un più generale monitoraggio dello stato dell'ambiente, in quanto, a differenza di quest'ultimo, il monitoraggio deve trovare incardinazione nell'opera al controllo dei cui effetti è rivolto.

Tale profonda differenza di prospettiva del monitoraggio deve essere tenuta in conto nella definizione del PMA che, in buona sostanza, deve operare una programmazione delle attività che sia coerente con le anzidette finalità ed obiettivi.

- **Specificità rispetto all'opera in progetto ed al contesto di intervento**

Il secondo profilo rispetto al quale si sostanzia la coerenza tra monitoraggio e finalità ed obiettivi ad esso assegnati, risiede nella specificità del PMA rispetto all'opera in progetto ed al contesto di intervento.

Se, come detto, uno degli obiettivi primari del PMA risiede nel verificare l'esistenza di una effettiva rispondenza tra il rapporto Opera-Ambiente e quello risultante dalla effettiva realizzazione ed esercizio di detta opera, il PMA non può risolversi in un canonico repertorio di attività e specifiche tecniche di monitoraggio; quanto invece deve trovare la propria logica e coerenza in primo luogo nelle risultanze delle analisi ambientali al cui controllo è finalizzato ed in particolare negli impatti significativi in detta sede identificati.

Il soddisfacimento di detto requisito porta necessariamente a concepire ciascun PMA come documento connotato di una propria identità concettuale e contenutistica, fatti ovviamente salvi quegli aspetti comuni che discendono dal recepimento di criteri generali riguardanti l'impostazione e l'individuazione delle tematiche oggetto di trattazione.

Tale carattere di specificità si sostanzia in primo luogo nella identificazione delle componenti e fattori ambientali oggetto di monitoraggio le quali, stante quanto affermato, devono essere connesse alle azioni di progetto relative all'opera progettata ed agli impatti da queste determinati.

- **Proporzionalità rispetto all'entità degli impatti attesi**

Il requisito della proporzionalità del PMA, ossia il suo essere commisurato alla significatività degli impatti ambientali previsti, si pone in stretta connessione con quello precedente della specificità e ne costituisce la sua coerente esplicitazione.

In buona sostanza, così come è necessario che ogni PMA trovi la propria specificità nella coerenza con l'opera progettata e con il contesto di sua localizzazione, analogamente il suo dettaglio, ossia

le specifiche riguardanti l'estensione dell'area di indagine, i parametri e la frequenza dei rilevamenti debbono essere commisurati alla significatività degli impatti previsti.

- ***Flessibilità rispetto alle esigenze***

Come premesso, il PMA costituisce uno strumento tecnico-operativo per la programmazione delle attività di monitoraggio che dovranno accompagnare, per un determinato lasso temporale, la realizzazione e l'esercizio di un'opera.

Tale natura programmatica del PMA, unitamente alla variabilità delle condizioni che potranno determinarsi nel corso della realizzazione e dell'esercizio dell'opera al quale detto PMA è riferito, determinano la necessità di configurare il Piano come strumento flessibile.

Ne consegue che, se da un lato la struttura organizzativa ed il programma delle attività disegnato dal PMA debbono essere chiaramente definiti, dall'altro queste non debbono configurarsi come scelte rigide e difficilmente modificabili, restando con ciò aperte alle eventuali necessità che potranno rappresentarsi nel corso della sua attuazione.

Tale requisito si sostanzia precipuamente nella definizione del modello organizzativo che deve essere tale da contenere al suo interno le procedure atte a poter gestire i diversi imprevisti ed al contempo essere rigoroso.

### 3 REQUISITI DEL PMA ED I FATTORI DI SPECIFICITA' DEL CASO

Come illustrato al paragrafo precedente i Piani di monitoraggio ambientale debbono rispondere a quattro requisiti sostanziali, i quali nel loro insieme sono sintetizzabili nella coerenza intercorrente tra il PMA redatto e le specificità di caso al quale questo è riferito.

Muovendo da tale presupposto, è possibile distinguere i seguenti profili di coerenza intercorrenti tra i requisiti prima indicati ed i fattori di specificità di caso.

<b>Requisiti PMA</b>	<b>Fattori di specificità di caso</b>
Specificità	Elementi di peculiarità dell'opera progettata e del relativo contesto di intervento
Proporzionalità	Risultanze degli studi effettuati nell'ambito dell'analisi degli impatti dello Studio Preliminare Ambientale generati dall'opera in progetto, nella sua fase di realizzazione e di esercizio.

*Tabella 3.1- Quadro di correlazione Requisiti PMA – Fattori di specificità*

## 4 SCELTE STRUTTURANTI IL PMA

### 4.1 Le fasi temporali oggetto di monitoraggio

Il Piano di monitoraggio ambientale è articolato in tre fasi temporali, ciascuna delle quali contraddistinta da uno specifico obiettivo, così sintetizzabile:

Fase	Descrizione	Obiettivi
<b>Ante operam</b>	Periodo che precede l'avvio delle attività di cantiere.	Obiettivo del monitoraggio risiede nel conoscere lo stato ambientale della porzione territoriale che sarà interessata dalle azioni di progetto relative alla realizzazione dell'opera ed al suo esercizio, prima che queste siano poste in essere.
<b>Corso d'opera</b>	Periodo che comprende le attività di cantiere per la realizzazione dell'opera quali l'allestimento del cantiere, le specifiche lavorazioni per la realizzazione dell'opera, lo smantellamento del cantiere, il ripristino dei luoghi.	Le attività sono rivolte a misurare gli effetti determinati dalla fase di cantierizzazione dell'opera in progetto, a partire dall'approntamento delle aree di cantiere sino al loro funzionamento a regime. L'entità di tali effetti è determinata mediante il confronto tra i dati acquisiti in detta fase ed in quella di Ante Operam.
<b>Post operam</b>	Periodo che comprende le fasi di esercizio e quindi riferibile: <ul style="list-style-type: none"> <li>• al periodo che precede l'entrata in esercizio dell'opera nel suo assetto funzionale definitivo;</li> <li>• all'esercizio dell'opera eventualmente articolato a sua volta in diversi orizzonti temporali (breve, medio, lungo periodo)</li> </ul>	Il monitoraggio è finalizzato a verificare l'entità degli impatti ambientali dovuti al funzionamento dell'opera in progetto, e ad evidenziare la eventuale necessità di porre in essere misure ed interventi di mitigazione integrative.

Tabella 4.1 Fasi temporali del monitoraggio

Appare evidente come lo schema logico sotteso a tale tripartizione dell'azione di monitoraggio, concepisca ognuna delle tre fasi come delle attività a sé stanti, che si susseguono una in serie

all'altra: l'iniziale monitoraggio Ante Operam, una volta avviati i cantieri, è seguito da quello in Corso d'Opera sino al completamento della fase di realizzazione, terminata la quale ha avvio il monitoraggio Post Operam.

## **4.2 Fattori ambientali oggetto di monitoraggio**

Al fine di rispondere agli obiettivi propri del monitoraggio ambientale, il primo passaggio in tale direzione è quello di definire i fattori ambientali ed i temi che, sulla base dei risultati delle analisi condotte, si ritiene debbano essere oggetto del monitoraggio nel caso del progetto in esame.

Tale screening permette di individuare i soli temi con particolare rilevanza. Questo implica l'esclusione dal Piano di monitoraggio di una serie di temi che non ne presentano questione centrale in termini di impatto stimato.

In ragione di quanto detto, nel caso dell'infrastruttura viaria di studio, i fattori ambientali oggetto di monitoraggio sono:

- Acque superficiali;
- Atmosfera;
- Rumore;
- Vibrazioni;
- Suolo;
- Vegetazione;
- Fauna.

Nella redazione del presente PMA si è tenuto conto delle “Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.)” e del documento predisposto da ARPA Lombardia “Criteri per la predisposizione di piani di monitoraggio ambientale (PMA) - Infrastrutture lineari di trasporto” di gennaio 2020.

Per gli aspetti specialistici si farà riferimento alle normative vigenti specifiche.

## **5 ACQUE SUPERFICIALI**

### **5.1 Finalità ed articolazione temporale del monitoraggio**

#### **5.1.1 Obiettivi del monitoraggio**

Il monitoraggio delle Acque è volto ad analizzare, in relazione alla costruzione e all'esercizio dell'opera, le eventuali variazioni, rispetto alla situazione Ante Operam, di tutti i parametri utilizzati per definire le caratteristiche qualitative dei corpi idrici superficiali potenzialmente interessati dalle azioni di progetto.

I principali obiettivi del monitoraggio e le conseguenti attività atte alla verifica del loro raggiungimento sono:

- verifica dello scenario ambientale di riferimento e caratterizzazione delle condizioni ambientali da confrontare con le successive fasi di monitoraggio mediante la rilevazione dei parametri caratterizzanti lo stato della componente in esame e le relative tendenze in atto prima dell'avvio dei lavori per la realizzazione dell'opera (monitoraggio Ante Operam);
- verifica delle previsioni degli impatti ambientali e delle variazioni dello scenario di base mediante la rilevazione dei parametri presi a riferimento per le analisi delle acque a seguito dell'attuazione dell'opera nelle sue diverse fasi (monitoraggio degli effetti ambientali in Corso d'Opera e Post Operam).

Secondo le risultanze delle analisi condotte nello SPA è emerso che gli impatti potenziali interessanti la componente in esame consistono essenzialmente nell'eventuale modifica delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici superficiali.

Tali potenziali impatti sono riconducibili, nella fase di realizzazione dell'opera e di esercizio della stessa, alle attività che interessano direttamente i corsi d'acqua interessati dall'infrastruttura.

#### **5.1.2 Riferimenti normativi**

Il piano di monitoraggio deve essere contestualizzato nell'ambito della normativa di settore rappresentata, a livello comunitario, dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (DQA), che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.

Le disposizioni comunitarie sono state recepite dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., in particolare alla Parte III - Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche; si richiamo i principali aggiornamenti del Decreto in materia di tutela e monitoraggio dell'ambiente idrico:

- D.Lgs. 16/01/08, n. 4 - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale;
- DM 14/04/2009, 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 n. 152 del 3/04/2006 recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo;

- D.Lgs. 10/12/2010, 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;
- DM 8/11/10, n. 260 - Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.
- D. Lgs. 13/10/15, 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.

In particolare, del D.Lgs. 152/06 smi si richiama

- l'Allegato 1 alla Parte III: Il monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale, nel quale sono riportate le indicazioni sulle modalità di svolgimento delle attività inerenti al monitoraggio; in particolare per quanto riguarda il monitoraggio chimico, si fa riferimento alle tabelle 1/A (Standard di qualità ambientale nella colonna d'acqua e nel biota per le sostanze dell'elenco di priorità) ed 1/B (Standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo "SQA-MA") del D. Lgs. n. 172 del 13 ottobre 2015;
- l'Allegato 5 alla Parte III: Limiti di emissione degli scarichi idrici, per monitorare la conformità allo scarico; in particolare i riferimenti sono quelli di cui alla Tabella 3 nel quale sono indicati gli specifici set di parametri chimico-fisici e i relativi valori limite.
- l'Allegato 5 Parte IV: in relazione ai sedimenti a livello nazionale non sono stati stabiliti degli standard di qualità specifici per i sedimenti ma, in mancanza di indicazioni normative, si utilizzano i valori di concentrazioni limite fissati per i suoli alla Tabella 1.

## 5.2 Monitoraggio della qualità delle acque

### 5.2.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio

Nella definizione della localizzazione dei punti di monitoraggio della componente acque, si è deciso di andare a monitorare il Torrente Bevera, interferito dalla realizzazione della corsia D1 in corrispondenza dello svincolo Fornaci.

In particolare, dunque, sono stati scelti 2 punti per il monitoraggio delle acque superficiali, così divisi:

- 2 punti (ASU\_01 e ASU\_02) sono stati scelti lungo Torrente Bevera, rispettivamente lungo il corso d'acqua a monte e a valle dell'area di cantiere;

Di seguito si riporta la tabella relativa ai punti di monitoraggio previsti:

Punti	Coordinata x	Coordinata y
ASU_01	518394.15 E	5063411.18 N

ASU_02	518553.41 E	5063014.64N
--------	-------------	-------------

Tabella 5.1 Punti di monitoraggio delle acque superficiali

## 5.2.2 Metodologia e strumentazione

### 5.2.2.1 Tipologia di monitoraggio

Per quanto riguarda il monitoraggio delle acque lo scopo è quello di controllare lo stato qualitativo dei corpi idrici interessati sia dalla fase realizzativa che dall'esercizio dell'infrastruttura stradale in oggetto.

### 5.2.2.2 Parametri da monitorare

Per quanto riguarda il monitoraggio chimico, si fa riferimento alle tabelle 1/A (Standard di qualità ambientale nella colonna d'acqua e nel biota per le sostanze dell'elenco di priorità) ed 1/B (Standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo “SQA-MA”) del D.Lgs. n. 172 del 13 ottobre 2015 mentre per il monitoraggio biologico, si fa riferimento al DM n. 260 dell'8 novembre 2010.

<b>Tipologia Parametri</b>	<b>Parametri</b>	<b>UdM</b>	<b>Principio del metodo</b>	<b>Riferimento</b>
Biologici	STAR-ICMi Macroinvertebrati Bentonici	-	-	Appendice al D.M. AMBIENTE 8/11/ 2010, N. 260 Tab. 1b. Tab. 2b.  Valori ref.to metriche STAR_ICMi  Tipi fluviali MacrOper
Macrodescrittore stato ecologico	LIMeco	-	-	Appendice al D.M. AMBIENTE 8/11/ 2010, N. 260 Tab. 1b. Tab. 2b.  Valori ref.to metriche  LIMeco
Chimico fisici a sostegno degli elementi biologici	Temperatura	°C	Termometria	APAT CNR IRSA 2100 MAN 29 2003
	Potenziale RedOx	mV	Metodo potenziometrico	APHA2580B/ 05
	pH		Potenziometria	APAT CNR IRSA 2060 MAN 29 2003

	Conducibilità elettrica	μS/cm	Conduttimetria	APAT CNR IRSA 2030 MAN 29 2003
	SST	mg/l	Filtrazione a 0,45μm ed essiccazione a 105°	APAT CNR IRSA 2090 met B MAN 29 2003
Analisi sui sedimenti	Sedimenti fluviali attivi- stream sediments	-	-	IRSA-CNR "Progetto di monitoraggio delle acque"
Chimici  Come da DM 172/2015 (Vedi tabella seguente)	Stato chimico concentrazioni delle sostanze prioritarie (P), le sostanze pericolose prioritarie (PP) e le rimanenti sostanze (E) Idrocarburi, metalli pesanti, ecc.	μg/l	-	Tabelle di riferimento 1/a e 1/b di cui al DM 172/2015
Chimici	Ossigeno disciolto	% e mg/l		APAT CNR IRSA 4120
	BOD5	mgO2/l	Determinazione tramite respirometro dell'ossigeno consumato	UNI EN 1899-1:2001
	Durezza totale	mgCaCO3/l	Titolazione complessometrica con acido etilendiamino tetraacetico.	UNI 10505:1996
	Cloruri	mg/l	Titolazione dello ione cloruro con soluzione di nitrato mercurico	APAT IRSA (CNR) Metodi analitici per le acque, 29/2003 - Met. 4090 A1
	Escherichia coli	Ufc/10ml	Metodo con membrane filtranti	APAT IRSA (CNR) Metodi analitici per le acque, 29/2003 Met. 7030C
Morfologici	Indice di Qualità Morfologica (IQM)	Giudizio di qualità		ISPRA, IDRAIM – Sistema di valutazione IDRomorfologica, Analisi e Monitoraggio dei  corsi d'acqua, Manuale tecnico – operativo per la valutazione ed il

				monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua, 2014.
Idraulici	Portata corpo Idrico (mulinello idrometrico o con galleggiante)	mc/sec		UNI EN ISO 748:2008
	Livello idrico	M s.l.m		

<b>Parametri chimici</b>	<b>UdM</b>	<b>Valori soglia SQAMA D.Lgs.172/15</b>	<b>Valori di riferimento D.lgs. 152/06 All.2 Parte III, Tab. 1b)</b>	<b>Valore soglia</b>	<b>Limite di rilevabilità</b>
<b>BOD5</b> APAT CNR IRSA 5120 Man 29 2003 metodo A e B	mg/l	-	5	-	1
<b>DOC</b> Apat CNR IRSA 5040 Man 29 2003	mg/l	- Serve per valutare Piombo e Nichel biodisponibili		-	
<b>Piombo(*)</b> EPA 200.8.1999	µg/l	1,2	-	-	0-5
<b>Manganese</b> EPA 200.8.1999	mg/l	-	-	-	1
<b>Calcio</b> Apat CNR IRSA 3130 Man 29 2003	mg/l	- Serve per valutare Piombo e Nichel biodisponibili		-	
<b>Zinco</b> EPA 200.8.1999	µg/l	-	300	-	5
<b>Solfati</b> Apat CNR IRSA 3130B Man 29 2003	mg/l	-	-	-	2,5
<b>Cloruri</b> Apat CNR IRSA 4090 Man 29 2003	mg/l	-	-	-	5
<b>Azoto Nitrico</b> Apat CNR IRSA 4040A2 Man 29 2003	mgN/l	Da definirsi in funzione del LIMeco rilevato in AO		-	0,1

<i>Tensioattivi anionici</i> Apat CNR IRSA 5170 Man 29 2003	mg/l	-	0,2	-	0,05
<i>Tensioattivi non ionici</i> Apat CNR IRSA 5180 Man 29 2003	mg/l	-	0,2	-	0,05
<i>Fosforo totale</i> Apat CNR IRSA 4060A + 4110A1 Man 29 2003	mg/l	Da definirsi in funzione del LIMeco rilevato in AO		-	0,03
<i>Azoto ammoniacale</i> Apat CNR IRSA 4030A1 Man 29 2003	mg/l	Da definirsi in funzione del LIMeco rilevato in AO		-	0,01
<i>Alluminio</i> EPA 200.8.1999	µg/l	-	-	-	5
<i>Arsenico</i> EPA 200.8.1999	µg/l	10	-	-	0,5
<i>Cadmio</i> EPA 200.8.1999	µg/l	0.08-0.25 In funzione della durezza		-	0,01
<i>Cromo totale</i> Apat CNR IRSA 3150B1 Man 29 2003	µg/l	7	-	-	1
<i>Mercurio</i> Apat CNR IRSA 3200A2Man 29 2003	µg/l	0.07 Valore SQA CMA	-	-	0,007
<i>Rame</i> EPA 200.8.1999	µg/l	-	40	-	1
<i>Ferro</i> Apat CNR IRSA .3020 Man 29 2003	µg/l	-	-	-	10
<i>Nichel(*)</i> EPA 200.8.1999	µg/l	4	-	-	1
<i>Alifati clorurati cancerogeni</i> APAT CNR IRSA 5150 Man 29 2003	µg/l	-	-	-	-

Clorometano	µg/l	-	-	2,5	0,12
Triclorometano	µg/l	2,5	-	-	0,08
Cloruro di Vinile	µg/l	-	0,5	-	0,17
1,2-Dicloroetano	µg/l	10	-	-	0,04
1,1-Dicloroetilene	µg/l	-	-	2,5	0,12
Tricloroetilene	µg/l	10	-	-	0,19
Tetracloroetilene	µg/l	10	-	-	0,14
Esaclorobutadiene	µg/l	0,05	-	-	-
Alifatici clorurati non cancerogeni APAT CNR IRSA 5150 Man 29 2003	µg/l	-	-	-	-
1,1-Dicloroetano	µg/l	-	-	10	0,03
1,2-Dicloroetilene Intesi come somma degli isomeri CIS e TRANS	µg/l	-	-	10	0,06
1,1,2-Tricloroetano	µg/l	-	-	10	0,10
1,1,1-Tricloroetano	µg/l	-	-	10	0,10
1,2,3-Tricloropropano	µg/l	-	-	10	0,09
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/l	-	-	10	0,05
Tribromometano	µg/l	-	-	10	0,32
1,2-Dibromoetano	µg/l	-	-	10	0,06
Dibromoclorometano	µg/l	-	-	10	0,05
Bromodiclorometano	µg/l	-	-	10	0,08
Idrocarburi totali EPA 5021 A + EPA 8015 D	µg/l	-	-	-	85
Benzene	µg/l	10	-	-	-
Toluene	µg/l	5	-	-	-
Xileni	µg/l	5	-	-	-

### 5.2.2.3 Metodiche di monitoraggio

La metodica di monitoraggio si compone delle fasi di seguito descritte.

- Installazione: in tale fase vengono stabilite le posizioni dei punti di misura destinate al

monitoraggio tramite GPS. Le posizioni dei punti di misura dovranno essere georeferenziate e fotografate;

- Svolgimento della campagna di misure. Ogni campagna prevede il prelievo del campione e l'analisi in laboratorio, l'elaborazione file per caricamento dati output nel Sistema Informativo.
- Compilazione di Rapporti di misura.

Per quanto concerne l'attività di campionamento delle acque, secondo quanto definito nel manuale "Metodi Analitici per le Acque" - Sezione 1030, il campionamento costituisce la prima fase di ogni processo analitico che porterà a risultati la cui qualità è strettamente correlata a quella del campione prelevato.

Per tale motivo, il campionamento è una fase estremamente complessa e delicata che condiziona i risultati di tutte le operazioni successive e che di conseguenza incide in misura non trascurabile sull'incertezza totale del risultato dell'analisi.

Il campione dovrà quindi essere:

- prelevato in maniera tale che mantenga inalterate le proprie caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche fino al momento dell'analisi;
- conservato in modo tale da evitare modificazioni dei suoi componenti e delle caratteristiche da valutare.

Il campionatore dovrà essere costituito da componenti in acciaio inossidabile, vetro e resine fluorocarboniche inerti; sono escluse parti costituite da materiali sintetici o metallici non inerti, valvole lubrificate con olio; anche i cavi di manovra ed i tubi di collegamento dei campionatori calati in foro devono essere in materiale inerte dal punto di vista chimico-fisico.

Per quanto riguarda il prelievo di acque è possibile impiegare due tipi di campionamento:

- dinamico,
- statico.

Particolare cura dovrà essere prestata anche nella scelta del metodo di campionamento al fine di eliminare o ridurre al minimo qualsiasi fonte di contaminazione da parte delle apparecchiature di campionamento. La contaminazione del campione da parte delle apparecchiature di campionamento può rappresentare una rilevante fonte di incertezza da associare al risultato analitico. Deve essere quindi valutata la capacità di assorbire o rilasciare analiti da parte delle diverse componenti del sistema di campionamento (tubi, componenti in plastica o in metallo, ecc.).

Un ulteriore fattore che può condizionare la qualità di una misura di un campione ambientale è rappresentato dal fenomeno di "cross-contamination". Con tale termine si intende il potenziale trasferimento di parte del materiale prelevato da un punto di campionamento ad un altro, nel caso in cui non venga accuratamente pulita l'apparecchiatura di campionamento tra un prelievo ed il successivo. È fondamentale, pertanto, introdurre nell'ambito del processo di campionamento una accurata procedura di decontaminazione delle apparecchiature.

A seguito del campionamento delle acque oggetto di monitoraggio, i campioni verranno trasportati in laboratorio dove saranno analizzati al fine di determinare le concentrazioni dei parametri scelti per la definizione dello stato qualitativo delle acque.

Tutti i parametri si intendono misurati in conformità alle normative attualmente in vigore.

Per quanto riguarda il campionamento e le determinazioni analitiche sui sedimenti si fa riferimento alla teoria degli stream sediments, secondo cui il materiale che si accumula nei letti fluviali è rappresentativo del bacino idrografico a monte del punto di campionamento.

In situ, i campioni di stream sediments saranno prelevati ed analizzati secondo la metodologia operativa elaborata da IRSA-CNR, descritta nel "Progetto Nazionale di Monitoraggio". Tale metodologia prevede l'impiego di carotaggi, impiegati prettamente per raccogliere i sedimenti profondi nelle acque lacustri, e di benne, utilizzate invece per i prelievi in acqua corrente. Inoltre, i campioni di sedimenti devono essere prelevati successivamente alla raccolta dei campioni d'acqua ed è necessario che il campione di sedimento sia raccolto sempre con la stessa modalità per permettere il confronto tra i campioni raccolti nei diversi periodi.

La procedura di campionamento prevede dunque di:

- calare lo strumento per il campionamento recuperarlo lentamente, se è presente l'acqua sovrastante, lasciarla decantare dolcemente fino alla sua completa eliminazione;
- esaminare il sedimento e registrarne il colore, lo spessore dello strato aerobio e la tessitura.

Nel caso in cui non sia possibile utilizzare la benna, si può effettuare la campionatura mediante una paletta di plastica pulita, facendo attenzione alle seguenti accortezze:

- etichettare i contenitori prima del campionamento con la località, la data e il tipo di campione;
- svuotare il campionatore su una superficie pulita;
- riunire il sedimento di almeno 3 calate;
- raccogliere il sedimento direttamente nei contenitori;
- mettere i campioni in contenitori di vetro con sottotappo di Teflon;
- riempire completamente i contenitori e non lasciare spazio in alto;
- conservarli al buio e al fresco (<4°C);
- se vengono determinati sia composti organici, sia metalli e parametri convenzionali, raccogliere 500 g di sedimento per ognuno di questi gruppi di parametri.

Per quanto riguarda la conservazione sarebbe opportuno conservare i sedimenti a 4°C e al buio e svolgere le analisi chimiche nel più breve tempo possibile.

Le analisi di laboratorio saranno eseguite seguendo le metodologie ufficiali APAT-IRSA-CNR 2003.

### **5.2.3 Tempi e frequenza del monitoraggio**

Il monitoraggio delle acque è articolato secondo tre momenti, ben distinti, identificabili per consuetudine, nelle tre fasi in cui il progetto viene distinto:

- a) Ante Operam (AO);

- b) Corso d'Opera (CO);
- c) Post Operam (PO).

In particolare, nella fase Ante Operam al fine di ottenere un riferimento di base con il quale confrontare i risultati dei successivi monitoraggi, è stato definito un insieme parametri analitici da analizzare su campioni prelevati dall'insieme dei due punti, uno a monte ed uno a valle, per il corso d'acqua interferito dal progetto in esame. Nella fase di Costruzione dell'Opera è necessario controllare gli elementi progettuali che possono avere ricadute in termini di sversamenti in acqua e che possono quindi portare ad una modifica dello stato qualitativo dei corpi idrici. Per quanto concerne la fase Post Operam, invece, il monitoraggio ha lo scopo di controllare lo stato qualitativo dei corpi idrici nella fase successiva alla fine dei lavori.

Nell tre fasi di riferimento, dunque, si prevedono i seguenti punti di monitoraggio:

- 2 punti di monitoraggio (1 a monte e 1 a valle) dei corsi d'acqua interferiti dal progetto;

Al fine di monitorare in modo completo la componente delle acque, sono previste differenti frequenze di campionamento ed analisi.

In fase Ante Operam si prevedono 2 punti di misurazione a monte e a valle, dove verranno effettuate misurazioni con cadenza trimestrale per sei mesi prima dell'inizio lavori, per monitorare lo stato qualitativo e quantitativo del corso d'acqua stesso ed una misurazione l'anno per le analisi di sedimentazione. In questa fase, che caratterizza l'intero anno prima dell'inizio dei lavori, i campionamenti e le analisi sono finalizzate al monitoraggio dei parametri che maggiormente potrebbero essere alterati dalla realizzazione e dall'utilizzo dell'infrastruttura.

In fase di Corso d'Opera, ovvero per l'intera durata dei lavori, si prevedono i campionamenti sugli stessi punti individuati nella fase AO per il monitoraggio delle acque del corpo idrico superficiale interessato dalle lavorazioni; su questi punti si effettueranno anche in questa fase ogni trimestre i controlli sulle acque.

In fase Post Operam, ovvero per l'intero anno successivo alla fine dei lavori, si prevedono i campionamenti in tutti e 2 i punti di monitoraggio designati per il controllo delle acque superficiali.

Analogamente alla fase Ante Operam, si prevedono misurazioni con cadenza trimestrale ed una misurazione per le analisi di sedimentazione l'anno.

### 5.3 Conclusioni

Il monitoraggio delle acque prevede dei punti di controllo in corrispondenza del corso d'acqua interferito dalla nuova galleria, in prossimità dell'imbocco su della stessa. Da progetto è prevista la realizzazione di un tombino scatolare per mantenere il deflusso delle acque del corso d'acqua in oggetto.

Tematica	Punti	FASE	FREQUENZA	PARAMETRI	N° CAMPAGNE (per punto)
Acque superficiali	AC SUP_01 AC SUP_02	ANTE OPERAM	Trimestrale	Parametri Chimico - Fisici	2
			Trimestrale	Parametri di laboratorio	2

			Trimestrale	Macroinvertebrati – STAR ICMI	2
			2 misure anno	LIMECO	1
			1 misura anno	Idromorfologia - IQM	1
			1 misura anno	Sedimenti	1
		CORSO D'OPERA	Trimestrale	Parametri Chimico - Fisici	4
			Trimestrale	Parametri di laboratorio	4
			Trimestrale	Macroinvertebrati – STAR ICMI	4
			2 misure anno	LIMECO	2
			2 misure anno	Idromorfologia - IQM	2
			1 misura anno	Sedimenti	1
		POST OPERAM	Trimestrale	Parametri Chimico - Fisici	4
			Trimestrale	Parametri di laboratorio	4
			Trimestrale	Macroinvertebrati – STAR ICMI	4
			2 misure anno	LIMECO	2
			1 misura anno	Idromorfologia - IQM	1
			1 misura anno	Sedimenti	1

## **6 ATMOSFERA**

### **6.1 Finalità ed articolazione temporale del monitoraggio**

#### **6.1.1 Obiettivi del monitoraggio**

Il monitoraggio del fattore Atmosfera è volto ad affrontare, in maniera approfondita e sistematica, la prevenzione, l'individuazione ed il controllo dei possibili effetti negativi prodotti sull'ambiente, e più specificatamente sulla qualità dell'aria nelle diverse fasi del progetto (Ante Operam, Corso d'Opera e Post Operam).

Lo scopo principale è quindi quello di esaminare il grado di compatibilità dell'opera stessa, focalizzando l'attenzione sulle concentrazioni di inquinanti prodotti in atmosfera durante la realizzazione/esercizio dell'opera in progetto, al fine di definire e adottare opportune misure di riorientamento.

Gli obiettivi principali si possono riassumere quindi come segue:

- documentare la situazione attuale al fine di verificare la naturale dinamica dei fenomeni ambientali in atto;
- individuare le eventuali anomalie ambientali che si manifestano nella realizzazione e nell'esercizio dell'infrastruttura in modo da intervenire immediatamente ed evitare lo sviluppo di eventi gravemente compromettenti la qualità dell'aria;
- accertare la reale efficacia dei provvedimenti adottati per la mitigazione degli impatti sull'ambiente e risolvere eventuali impatti residui;
- verificare le modifiche ambientali intervenute per effetto dell'esercizio degli interventi infrastrutturali, distinguendole dalle alterazioni indotte da altri fattori naturali o legati alle attività antropiche del territorio;
- fornire agli Enti di Controllo competenti gli elementi per la verifica della corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.

#### **6.1.2 Riferimenti normativi**

Il riferimento normativo è il 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". Tale decreto sostituisce le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE, e istituisce un quadro unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

Tra le finalità indicate dal decreto, che si configura come un testo unico, vi sono:

- l'individuazione degli obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- la valutazione della qualità dell'aria ambiente sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;

- la raccolta di informazioni sulla qualità dell'aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine;
- il mantenimento della qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e il miglioramento negli altri casi;
- la garanzia di fornire al pubblico corrette informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;
- la realizzazione di una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione europea in materia di inquinamento atmosferico.

Il provvedimento si compone di 22 articoli, 16 allegati e 11 appendici destinate, queste ultime, a definire aspetti strettamente tecnici delle attività di valutazione e gestione della qualità dell'aria e a stabilire, in particolare:

- i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, PM10 e PM2.5 (allegato XI punto 1);
- i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto (allegato XI punto 3);
- le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto (allegato XII parte 1); - il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM2,5 (allegato XIV);
- i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene (allegato XIII);
- i valori obiettivo (allegato VII punto 2), gli obiettivi a lungo termine (allegato VII punto 3), le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'ozono (allegato XII parte 2).

Nelle seguenti tabelle si riportano i limiti degli inquinanti individuati dalla normativa.

Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il valore limite deve essere raggiunto
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )			
1 ora	350 µg/m <sup>3</sup> , da non superare più di 24 volte per anno civile		— (1)
1 giorno	125 µg/m <sup>3</sup> , da non superare più di 3 volte per anno civile		— (1)
Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )*			

1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Benzene*			
Anno civile	5,0 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup> (100 %) il 13 dicembre 2000, con una riduzione il 1° gennaio 2006 e successivamente ogni 12 mesi di 1 µg/m <sup>3</sup> fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Monossido di carbonio			
Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (2)	10 mg/ m <sup>3</sup>		- (1)
PM10**			
1 giorno	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2005	- (1)
Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	20 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2005	- (1)
PM2,5 – fase 1			
Anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>	20 % il 11 giugno 2008, con una riduzione il 1° gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2015	- (1)
PM2,5 – fase 2 <sup>(4)</sup>			
Anno civile	4	20 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2005	- (1)

<p>(1) Già in vigore dal 1° gennaio 2005.</p> <p>(2) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.</p> <p>(3) Tale valore limite deve essere raggiunto entro il 1° gennaio 2010 in caso di aree poste nelle immediate vicinanze delle fonti industriali localizzate presso siti contaminati da decenni di attività industriali. In tali casi il valore limite da rispettare fino al 1° gennaio 2010 è pari a 1,0 µg/m<sup>3</sup>. Le aree in cui si applica questo valore limite non devono comunque estendersi per una distanza superiore a 1.000 m rispetto a tali fonti industriali.</p> <p>(4) Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'articolo 22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m<sup>3</sup> e delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce di ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute e sull'ambiente, la fattibilità tecnica e l'esperienza circa il perseguimento del valore obiettivo negli Stati membri.</p> <p>* Per le zone e gli agglomerati per cui è concessa la deroga prevista dall'articolo 9, comma 10, i valori limite devono essere rispettati entro la data prevista dalla decisione di deroga, fermo restando, fino a tale data, l'obbligo di rispettare tali valori aumentati del margine di tolleranza massimo.</p> <p>** Per le zone e gli agglomerati per cui è concessa la deroga prevista dall'articolo 9, comma 10, i valori limite devono essere rispettati entro l'11 giugno 2011, fermo restando, fino a tale data, l'obbligo di rispettare tali valori aumentati del margine di tolleranza massimo.</p>
--

Tabella 6.1 Valori limite – Allegato XI del D. Lgs. 155/2010

Finalità	Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	Data entro la deve essere raggiunto il valore obiettivo (1)
Ozono			
Protezione della salute umana	MEDIA massima giornaliera calcolata su 8 ore (2)	120 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni (3)	1.1.2010
<p>(1) Il raggiungimento del valore obiettivo è valutato nel 2013, con riferimento al triennio 2010-2012, per la protezione della salute umana.</p> <p>(2) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore deve essere determinata esaminando le medie consecutive su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata è riferita al giorno nel quale la stessa si conclude. La prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per ogni giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.</p> <p>(3) Se non è possibile determinare le medie su tre o cinque anni in base ad una serie intera e consecutiva di dati annui, la valutazione della conformità ai valori obiettivo si può riferire, come minimo, ai dati relativi a un anno per il valore-obiettivo ai fini della protezione della salute umana.</p>			

Tabella 6.2 Valori limite – Allegato VII del D. Lgs. 155/2010

Periodo di mediazione	Livello critico annuale (anno civile)	Livello critico invernale (1° ottobre - 31 marzo)	Margine di tolleranza
Biossido di zolfo	20 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	Nessuno
Ossidi di azoto	30 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>x</sub>		Nessuno

Tabella 6.3 Livelli critici per la protezione della vegetazione – Allegato XI del D. Lgs. 155/2010

## 6.2 Monitoraggio della qualità dell'aria

### 6.2.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio

Al fine di stimare le concentrazioni degli inquinanti considerati nelle attività di monitoraggio e determinare i parametri meteorologici durante la realizzazione dei lavori e l'esercizio dell'opera in progetto, è stata individuata 1 postazione in corrispondenza di ricettore abitativo, come indicato nella tabella seguente.

In particolare:

- il punto ATM\_01 è stato posizionato in prossimità del ricettore risultato maggiormente critico a seguito delle analisi eseguite per il Corso d'Opera e Post Operam, La realizzazione dell'intervento presso la Curva Briosco rappresenta quello più significativo per la rilevanza delle attività di scavo e di movimento terra da realizzarsi e l'estensione dell'intervento, oltre che la relativa naturalità delle aree in quanto collocato in parte all'interno di un'area a Parco Naturale pertanto il monitoraggio è finalizzato anche a controllare il rispetto dei limiti per la vegetazione

Punti	Ricettore	Coordinata X	Coordinata Y
ATM_01	R49 Svincolo Briosco	517798.00 E	5062421.00 N

Tabella 6.4 Punti di monitoraggio della qualità dell'aria

### 6.2.2 Metodologia e strumentazione

#### 6.2.2.1 Tipologia di monitoraggio

Si prevedono delle campagne mediante mezzo mobile sul territorio in prossimità dell'intervento, con particolare riferimento alle aree critiche più vicine all'infrastruttura, in accordo ai risultati ottenuti dallo studio modellistico.

#### 6.2.2.2 Parametri da monitorare

Per quanto riguarda la qualità atmosferica nel suo complesso, non esiste alcun parametro che, preso singolarmente, possa essere considerato un indicatore esaustivo. Infatti, la stessa normativa in materia di inquinamento atmosferico, non prevede il calcolo di indici complessi ma stabilisce per ciascun indicatore, valori di riferimento.

Dovranno essere rilevati i seguenti parametri

- convenzionali:
  - Ossidi e biossidi di azoto (NOX, NO<sub>2</sub>);
  - Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>);
  - Ozono (O<sub>3</sub>);

- PM10;
  - PM2,5;
  - PTS;
- 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;
  - Parametri meteorologici (direzione e velocità vento, temperatura atmosferica, umidità relativa, pressione atmosferica, radiazione solare globale e diffusa, precipitazioni atmosferiche);

### 6.2.2.3 Metodiche di monitoraggio

La metodica di monitoraggio si compone delle fasi di seguito descritte.

- Installazione: in tale fase vengono stabilite le posizioni dei punti di misura destinate al monitoraggio delle concentrazioni. Le posizioni dei punti di misura dovranno essere georeferenziate e fotografate;
- Svolgimento della campagna di misure: ogni campagna prevede lo scarico e l'analisi dei dati, la stampa dei grafici; la restituzione media oraria dei dati acquisiti. Tutti i parametri si intendono misurati in conformità alle normative attualmente in vigore. La rappresentazione grafica del trend dei dati rilevati; elaborazione file per caricamento dati output nel Sistema Informativo, condotti in situ e/o forniti dai laboratori di analisi;
- Compilazione di Rapporti di misura.

Nella realizzazione e collocazione delle stazioni di misura si dovrà tener conto degli aspetti indicati al punto 4 dell'allegato III del D.Lgs 155/2010:

- assenza di fonti di interferenza;
- protezione rispetto all'esterno;
- possibilità di accesso;
- disponibilità di energia elettrica e di connessioni telefoniche;
- impatto visivo dell'ambiente esterno;
- sicurezza della popolazione e degli addetti;
- opportunità di effettuare il campionamento di altri inquinanti nello stesso sito fisso di campionamento;
- conformità agli strumenti di pianificazione territoriale.

La strumentazione utilizzata relativa ai mezzi mobili si compone di alcuni laboratori mobili dotati di adeguato sistema di condizionamento per garantire una continua ed ottimale distribuzione della temperatura al suo interno; questo permette agli analizzatori di lavorare sempre in condizioni controllate e standard.

Le stazioni di rilevamento sono organizzate in tre blocchi principali:

- analizzatori automatici per la valutazione degli inquinanti aerodispersi;
- centralina per la valutazione dei parametri meteorologici;
- unità di acquisizione ed elaborazione dati.

In particolare, un analizzatore è tipicamente costituito da un sistema di aspirazione dell'aria (una pompa) che ne preleva una parte immettendola in una piccola camera, detta “cella di misura” e che

contiene i dispositivi per la misura.

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici, mediante l'impiego di sensori:

- barometro;
- igrometro;
- goniometro;
- pluviometro;
- radiometro;
- termometro.

Il sistema di misura è costituito da un laboratorio mobile dotato di strumentazione del tipo a funzionamento in continuo in grado di monitorare i parametri indicati nel paragrafo precedente in automatico. In particolare, i singoli sistemi automatizzati sono conformi alle prescrizioni del D.P.C.M. 28 marzo 1983, al D.P.R. 24 maggio 1988 n.203, così come riportato dal Rapporto ISTISAN 89/10, dal D.M. 20 maggio 1991, DM 60 del 2 aprile 2002 e dal recente DLGS 155/2010.

Le apparecchiature mediante le quali sarà effettuato il monitoraggio della qualità dell'aria dovranno essere sottoposte a verifiche periodiche, ovvero a controlli della risposta strumentale su tutto il campo di misura. A seconda del tipo di analizzatore installato, consistono in controlli con cadenza almeno annuale o con periodicità più frequente secondo indicazioni fornite dal costruttore o in base alla criticità dell'impianto e comunque dopo interventi di manutenzione conseguenti a guasto degli analizzatori.

In apposito registro saranno riportati tutti gli interventi effettuati sul sistema, sia di verifica che di manutenzione, secondo le indicazioni richieste.

Le operazioni di taratura dovranno essere eseguite periodicamente (almeno con cadenza annuale o secondo indicazioni diverse del costruttore) e comunque dopo ogni intervento di manutenzione sulla strumentazione analitica a seguito di guasto o dopo una modifica impiantistica che comporti variazione all'emissione.

Per quanto concerne le verifiche in campo, esse consistono nelle attività destinate all'accertamento della corretta esecuzione delle misure nelle effettive condizioni operative di tutta la catena di misura. Esse sono condotte sotto la supervisione dal Responsabile di Settore e dovranno essere eseguite ogni anno con l'impianto nelle normali condizioni di funzionamento.

La metodologia di acquisizione dei parametri non convenzionali consiste in:

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

### **6.2.3 Tempi e frequenze del monitoraggio**

La costruzione e l'esercizio delle opere di progetto possono dar vita ad impatti sulla qualità dell'aria.

La complessità dell'opera determina quindi la necessità di monitorare il fattore ambientale atmosfera nei momenti, ben distinti, identificabili, per consuetudine, nelle fasi in cui il progetto viene distinto:

- a) Ante Operam (AO);
- b) Corso d'Opera (CO);
- c) Post Operam (PO).

Il Piano di Monitoraggio Ante Operam prevede l'analisi di monitoraggi ad hoc in cui vengono rilevati gli inquinanti atmosferici ed i parametri meteorologici allo stato attuale nell'area di intervento. La determinazione del fondo ambientale delle concentrazioni dei diversi contaminanti sarà pertanto affiancata in questa fase, per quanto possibile, all'individuazione delle cause generatrici dei singoli inquinanti presenti nelle aree di indagine.

Il monitoraggio in Corso d'Opera viene predisposto in funzione della distribuzione spaziale e temporale delle diverse attività di cantiere individuando le aree di lavorazione maggiormente critiche per il fattore ambientale atmosfera. Questo consente di disporre di segnali tempestivi per poter attivare eventuali azioni correttive rispetto a quelle preventive già predisposte ed adottate sulla base degli esiti dello studio atmosferico (es.: emissioni da cumuli, movimenti terra e mezzi d'opera). Allo stesso modo del monitoraggio Ante Operam, per ogni punto di monitoraggio individuato vengono analizzate le concentrazioni di inquinanti ed i parametri meteorologici.

Il Piano di Monitoraggio Post Operam prevede l'analisi di monitoraggi a valle della realizzazione degli interventi. Allo stesso modo del monitoraggio Ante Operam, per ogni punto di monitoraggio individuato vengono analizzate le concentrazioni di inquinanti ed i parametri meteorologici.

La frequenza e la durata delle misure, opportunamente definite, con attenzione alla singola fase di monitoraggio, consentiranno di valutare, attraverso la misura degli indicatori ritenuti significativi, lo stato di qualità dell'aria e l'entità degli effetti indotti dalla realizzazione delle opere e dall'esercizio delle infrastrutture.

Di seguito vengono specificate le tempistiche dei monitoraggi, sia in relazione alla durata della specifica indagine sia alla ripetitività della stessa durante il periodo di monitoraggio.

La durata delle attività inerenti al monitoraggio Ante Operam sarà pari a 6 mesi, il monitoraggio Post Operam durerà 1 anno, mentre per la fase di Corso d'Opera il monitoraggio avrà la durata della costruzione nelle situazioni più critiche dal punto di vista atmosferico.

#### **6.2.3.1 Ante Operam**

Al fine di analizzare la qualità dell'aria attuale nell'area di intervento, è prevista 1 stazione di monitoraggio che consente sia di determinare l'impatto sui ricettori residenziali, sia di determinare l'impatto sulla vegetazione.

Tali misure saranno effettuate tutte in continuo per due settimane, nei 6 mesi antecedenti all'inizio dei lavori.

#### **6.2.3.2 Corso d'Opera**

I punti di monitoraggio, individuati i parametri da rilevare e le modalità con cui effettuare il campionamento, saranno gli stessi di quelli previsti dal monitoraggio Ante Operam.

In questa fase il monitoraggio dovrà essere esteso per l'intera durata delle attività di cantiere più critiche.

### 6.2.3.3 Post Operam

Al fine di analizzare la qualità dell'aria durante l'esercizio della nuova configurazione progettuale, i monitoraggi sono previsti in corrispondenza degli stessi punti indicati per il monitoraggio ante e corso d'opera. I monitoraggi sui punti suddetti avranno durata di 15 giorni e saranno effettuate nei sei mesi successivi all'entrata in esercizio dell'infrastruttura

## 6.3 Conclusioni

Per quanto riguarda le attività di monitoraggio dell'atmosfera queste sono finalizzate alla verifica della qualità dell'aria indotta dal traffico veicolare sulla strada di progetto e dalle attività in corso d'opera.

In questo secondo caso il monitoraggio è utile anche alla verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione ritenuti necessarie per l'abbattimento delle polveri generate dalle lavorazioni.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità per ogni punto
Qualità dell'aria	ATM_01,	AO	Una da effettuare nei 6 mesi antecedenti all'inizio dei lavori	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , NO, Ozono, PM10, PM2,5, PTS	con centralina mobile per 14 gg	1
				Particolato sedimentabile	Deposizione e microscopia	1
		CO	Per la durata del cantiere con cadenza trimestrale	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , NO, Ozono, PM10, PM2,5, PTS	con centralina mobile per 14 gg	4
				Particolato sedimentabile	Deposizione e microscopia	4
		PO	Per 1 anno successivo alla fine dei lavori con cadenza trimestrale	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , NO, Ozono, PM10, PM2,5, PTS	con centralina mobile per 14 gg	4
				Particolato sedimentabile	Deposizione e microscopia	4

Tabella 6.5 Quadro sinottico PMA fattore ambientale atmosfera

## **7 RUMORE**

### **7.1 Finalità ed articolazione del piano di monitoraggio**

#### **7.1.1 Obiettivi del monitoraggio**

L'obiettivo del monitoraggio dell'agente fisico Rumore è quello di verificare in maniera approfondita e sistematica la prevenzione, l'individuazione e il controllo dei possibili effetti negativi prodotti sull'ambiente e, più specificatamente, sul clima acustico caratterizzante l'ambito di studio dell'opera in progetto sia nella fase di esercizio che di realizzazione.

Lo scopo principale è quindi quello di monitorare il grado di compatibilità dell'opera stessa intercettando sia gli eventuali impatti acustici negativi e le relative cause al fine di adottare opportune misure di riorientamento, sia gli effetti positivi segnalando le azioni meritevoli di ulteriore impulso.

Nello specifico gli obiettivi del monitoraggio acustico possono essere così riassunti:

- documentare la situazione attuale al fine di verificare la naturale dinamica dei fenomeni ambientali in atto;
- individuare le eventuali anomalie ambientali che si manifestano in fase di esercizio dell'infrastruttura stradale in modo da attivare tempestivamente le opportune misure di mitigazione;
- accertare la reale efficacia delle soluzioni individuate nell'ambito dello Studio acustico quali interventi di mitigazione acustica;
- verificare le modifiche sul clima acustico indotto dal traffico veicolare sull'infrastruttura stradale di progetto, distinguendole dalle alterazioni indotte da altri fattori naturali o legati alle attività antropiche del territorio;
- individuare e valutare gli effetti sul clima acustico indotti dalle attività di cantiere connesse alla realizzazione dell'opera in progetto;
- accertare la reale efficacia delle soluzioni mitigative individuate per la fase di Corso d'Opera al fine di contenere la rumorosità indotta dalle azioni di cantiere;
- fornire agli Enti di controllo competenti tutti gli elementi per la verifica sia della corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio sia degli esiti delle indagini effettuate.

#### **7.1.2 Riferimenti normativi**

Per quanto attiene il monitoraggio acustico, il quadro normativo di riferimento è costituito da:

- DM 16.03.1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico";
- DPR 142/2004 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della L.447/95";
- DPCM 1° marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e

nell'ambiente esterno".

Per quanto concerne il DM 16.03.1998, questo individua le prescrizioni in merito alle metodiche da adottare per le fasi di rilevamento in termini di strumentazione, posizionamento del sistema fonometrico e tipologia della misurazione.

Il DPR 142/2004 ed il DPCM 1° marzo 1991 in assenza dei PCCA dei comuni competenti, altresì individuano gli elementi prescrittivi relativi all'individuazione dei valori limite in  $Leq(A)$  nel periodo diurno e notturno per il territorio contermini l'infrastruttura stradale in progetto nella fase di Ante Operam, Corso d'Opera e Post Operam.

Nella individuazione delle metodiche di monitoraggio per il rumore stradale si è fatto riferimento, oltre che ai suddetti atti normativi, anche alla seguente documentazione di ISPRA:

- Linee guida per il monitoraggio del rumore di origine stradale;
- Linee guida per il monitoraggio del rumore derivante dai cantieri di grandi opere.

Nella seguente tabella si riportano i limiti acustici individuati dal quadro normativo di riferimento.

Valori limite stabiliti per strade extraurbane esistenti					
TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
		Diurno dB(A)	Notturno dB(A)	Diurno dB(A)	Notturno dB(A)
Cb – Extraurbana Secondaria	100 (fascia A)	50	40	70	60
	50 (fascia B)			65	55

Tabella 7.1 Valori limite stabiliti per strade di nuova realizzazione e strade esistenti o assimilabili a esistenti

Al di fuori di tali fasce di pertinenza, in assenza dei Piani di Classificazione Acustica dei Comuni competenti, valgono i limiti acustici territoriali definiti dal DPCM 1° marzo 1991 e più specificatamente si può far riferimento riferiti a tutto il territorio nazionale.

## 7.2 Monitoraggio rumore stradale

### 7.2.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio

Le postazioni per il monitoraggio del rumore stradale attraverso misure in continuo settimanali sono localizzate in prossimità dei ricettori più esposti alla sorgente principale. Nel caso delle postazioni ricadenti in corrispondenza dei ricettori risultati maggiormente critici dalle simulazioni modellistiche condotte nell'ambito dello Studio acustico si prevede un monitoraggio in ambiente esterno. Resta inteso che, qualora dalle indagini condotte risultasse necessario espandere l'attività di monitoraggio agli altri ricettori, il piano di monitoraggio verrà integrato in fasi successive in funzione delle priorità.

Punti	Ricettore(*)	Coordinata X	Coordinata Y
RUM_01	R49 Svincolo Briosco	517798.00 E	5062421.00 N
RUM_02	R 28 - Cantiere svincolo Veduggio	519483.00 E	5064733.00 N
Nota (*): confronta Studio acustico			

Tabella 7.2 Punti di monitoraggio del rumore stradale

## 7.2.2 Metodologia e strumentazione

### 7.2.2.1 Tipologia di monitoraggio

Il monitoraggio acustico finalizzato alla verifica dei livelli di rumore indotti dal traffico veicolare consiste in una serie di rilevamenti fonometrici in specifici punti individuati sulla base delle risultanze della modellazione acustica.

In corrispondenza dei ricettori per i quali si prevede il monitoraggio, la campagna fonometrica consiste in un rilievo settimanale in ambiente esterno.

Per quanto concerne la strumentazione, questa deve essere conforme alle indicazioni di cui all'art. 2 del DM 16.03.1998, ovvero di classe 1 della norma CEI EN 61672. I filtri ed i microfoni utilizzati devono essere conformi alle specifiche indicate dalle norme CEI EN 61260 e 61094. I calibratori devono essere conformi alla norma CEI EN 60942 per la classe 1.

### 7.2.2.2 Parametri da monitorare

Per quanto concerne i parametri da monitorare mediante strumentazione fonometrica questi sono:

- Time history del Leq(A) con frequenza di campionamento pari a 1 minuto;
- Leq(A) orari;
- Leq(A) nel periodo diurno (6:00-22:00) su base giornaliera;
- Leq(A) nel periodo notturno (22:00-6:00) su base giornaliera;
- Leq(A) nel periodo diurno e notturno medio settimanale;
- Livelli acustici percentili (L99, L95, L90, L50, L10, L1) su base settimanale;
- Parametri meteorologici (temperatura, precipitazioni atmosferiche, velocità e direzione del vento).

### 7.2.2.3 Metodiche di monitoraggio

Il rilievo è effettuato mediante fonometro integratore di classe I dotato di certificato di taratura conforme alle normative vigenti, installato su apposito "box" ovvero postazioni mobili tipo "automezzi attrezzati". Per quanto riguarda i filtri ed i microfoni, questi dovranno essere conformi alle Norme EN 61260 ed EN 61094-1, 61094-2, 61094-3 e 61094-4.

Preliminarmente all'attività di misura è opportuna la caratterizzazione della postazione di misura (coordinate geografiche, Comune, toponimo, indirizzo, tipologia e numero piani del ricettore, documentazione fotografica) e del territorio circostante (destinazione d'uso, presenza di ostacoli e/o di vegetazione, sorgente sonora principale ed eventuale presenza di altre sorgenti inquinanti, stradali e/o ferroviarie e/o puntuali).

Prima e dopo ogni ciclo di misurazioni, la strumentazione dovrà essere calibrata, con le modalità di cui al D.M. 16.03.1998, utilizzando a tale proposito idonea strumentazione (conforme alla Norme IEC 942 -Classe I), il cui grado di precisione non risulti inferiore a quello del fonometro/analizzatore stesso. La differenza massima tollerabile affinché la misura possa essere ritenuta valida a valle del processo di calibrazione è di 0,5 dB.

Il posizionamento del fonometro deve essere conforme a quanto previsto dal DM 16.03.1998, ovvero ad una distanza di 1 metro dalla facciata dell'edificio più esposto ai livelli di rumore più elevati e ad una quota rispetto al piano campagna di 4 metri. Qualora l'edificio sia caratterizzato da più livelli, compatibilmente con le caratteristiche fisiche dell'edificio e la disponibilità di accesso, il microfono dovrà essere preferibilmente posizionato al piano superiore.

In accordo a quanto previsto dal DM 16.03.1998, le misure devono essere eseguite in assenza di pioggia, neve o nebbia e in condizioni anemometriche caratterizzate da una velocità inferiore ai 5 m/s.

La misura è tipo in continuo per una durata di misurazione di una settimana (7 giorni).

#### Rilievi parametri meteo

Durante l'intero periodo di misura devono essere rilevati contemporaneamente i dati meteo mediante specifica stazione per il monitoraggio, l'archiviazione e la visualizzazione dei dati ambientali comprensivo di dispositivo per il monitoraggio.

I dati meteorologici oggetto di monitoraggio sono:

- velocità e la direzione del vento,
- temperatura dell'aria,
- l'umidità relativa,
- la pressione atmosferica,
- le precipitazioni.

Le principali caratteristiche prestazionali dei sensori sono:

- Vento:
  - Velocità con precisione  $\pm 3\%$ ;
  - Direzione con precisione  $\pm 3\%$ ;
- Precipitazioni: Altezza minima mm 0,01 con precisione  $\pm 5\%$ ;
- Temperatura: con precisione  $\pm 0,3^\circ\text{C}$  a  $20^\circ\text{C}$ ;
- Pressione: con precisione 1 hPa fino a  $60^\circ\text{C}$ ;
- Umidità relativa: con precisione  $\pm 3\%$  per umidità relativa fino a 90% e  $\pm 5\%$  con umidità relativa da 90% a 100%.

L'installazione dei sensori di rilevamento è in corrispondenza delle postazioni di monitoraggio acustico. Questa deve essere posizionata ad almeno 5 m da elementi interferenti in grado di produrre turbolenze e in una posizione tale che possa ricevere vento da tutte le direzioni. L'altezza dal piano campagna deve essere superiore a 3 m.

Per ogni ciclo di misura verrà predisposto un report contenente i dati di inquadramento territoriale che permettono l'esatta localizzazione sul territorio dei punti di misura, i parametri acustici, meteo e di traffico rilevati, i valori limite propri secondo il quadro normativo di riferimento, i certificati di taratura della strumentazione e il nominativo del Tecnico Competente in Acustica Ambientale ai sensi della L.447/95 che ha effettuato i rilievi.

Nello specifico quindi ciascun report contiene:

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

### **7.2.3 Tempi e frequenza del monitoraggio**

Le attività saranno distinte tra le fasi:

- a) Ante Operam (AO);
- b) Post Operam (PO).

Nell'ambito delle due suddette fasi si procederà rispettivamente alla verifica del clima acustico indotto dall'esercizio dell'opera sia allo stato attuale (nei 6 mesi antecedenti l'inizio dei lavori), che a quello di progetto (nei sei mesi alla fine dei lavori).

Il monitoraggio del rumore stradale allo stato post operam si attiva, quindi, successivamente all'entrata in esercizio dell'infrastruttura stradale e ha una durata di sei mesi. Nei 6 mesi successivi all'entrata in esercizio si prevede 1 misura fonometrica settimanale ogni trimestre per un totale di 2 rilevamenti.

## 7.3 Monitoraggio del rumore indotto dal cantiere

### 7.3.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio

I punti sono stati individuati sulla scorta degli obiettivi che il monitoraggio intende perseguire e delle attività oggetto di verifica.

La scelta dei punti è determinata in funzione della localizzazione dei ricettori potenzialmente coinvolti dal cantiere sulla base delle aree di lavoro. Nella tabella seguente si riporta la localizzazione dei punti di monitoraggio, ubicati in corrispondenza dei ricettori residenziale più vicini agli interventi.

Punti	Ricettore	Coordinata X	Coordinata Y
RUM_02	R 28 - Cantiere svincolo Veduggio	519483.00 E	5064733.00 N
RUM_03	Edificio in prossimità Cantiere Svincolo Fornaci	518487.61 E	5063226.28 N

Tabella 7.3 Punti di monitoraggio del rumore di cantiere

### 7.3.2 Metodologia e strumentazione

#### 7.3.2.1 Tipologia di monitoraggio

Stante le risultanze ottenute dallo studio acustico nella fase di esercizio, che non hanno evidenziato alcuna criticità, si prevede il monitoraggio del rumore solamente per la fase di cantiere. L'obiettivo del monitoraggio di cantiere è quello di verificare i livelli acustici durante la fase di Corso d'Opera indotti dalle attività di cantiere in prossimità dei ricettori più esposti. L'attività consiste pertanto in una serie di misure fonometriche programmate durante l'intero periodo di cantiere in modo da:

- rendere alta la probabilità che il monitoraggio individui le situazioni maggiormente impattante dal punto di vista acustico;
- consentire di valutare l'emissione sonora del solo cantiere, separandola da quella delle altre sorgenti presenti nella zona.

Ne consegue come le misure fonometriche sono finalizzate al rilevamento dei livelli acustici indotti dalle attività di cantiere rumorose generate dai mezzi di cantiere presenti.

#### 7.3.2.2 Parametri da monitorare

Per quanto concerne i parametri da monitorare mediante strumentazione fonometrica questi sono:

- Time history del Leq(A);
- Leq(A), Lmax, Lmin e livelli acustici percentili (L99, L95, L90, L50, L10, L1);

- Leq(A) nel periodo diurno (6:00-22:00);
- Leq(A) nel periodo notturno (22:00-6:00);
- Analisi spettrale in terzi di ottava;
- Parametri meteorologici.

### 7.3.2.3 Metodiche di monitoraggio

#### Rilievo acustico

Il rilievo è effettuato mediante fonometro integratore di classe I dotato di certificato di taratura conforme alle normative vigenti, installato su apposito "box" ovvero postazioni mobili tipo "automezzi attrezzati". Per quanto riguarda i filtri ed i microfoni, questi dovranno essere conformi alle Norme EN 61260 ed EN 61094-1, 61094-2, 61094-3 e 61094-4. Il tempo di osservazione è pari a 24 ore in continuo.

Preliminarmente all'attività di misura è opportuna la caratterizzazione della postazione di misura (coordinate geografiche, Comune, toponimo, indirizzo, tipologia e numero piani del ricettore, documentazione fotografica) e del territorio circostante (destinazione d'uso, presenza di ostacoli e/o di vegetazione, sorgente sonora principale ed eventuale presenza di altre sorgenti inquinanti, stradali e/o ferroviarie e/o puntuali). Prima e dopo ogni ciclo di misurazioni, la strumentazione dovrà essere calibrata, con le modalità di cui al D.M. 16.03.1998, utilizzando a tale proposito idonea strumentazione (conforme alla Norme IEC 942 -Classe I), il cui grado di precisione non risulti inferiore a quello del fonometro/analizzatore stesso. La differenza massima tollerabile affinché la misura possa essere ritenuta valida a valle del processo di calibrazione è di 0,5 dB. Il posizionamento del fonometro deve essere conforme a quanto previsto dal DM 16.03.1998, ovvero ad una altezza di 4 metri rispetto al piano campagna e, se in corrispondenza di edifici, ad 1 metro dalla facciata. In accordo a quanto previsto dal DM 18.03.1998, le misure devono essere eseguite in assenza di pioggia, neve o nebbia e in condizioni anemometriche caratterizzate da una velocità inferiore ai 5 m/s.

#### Rilievi parametri meteo

Durante l'intero periodo di misura devono essere rilevati contemporaneamente i dati meteo mediante specifica stazione per il monitoraggio, l'archiviazione e la visualizzazione dei dati ambientali comprensivo di dispositivo per il monitoraggio.

I dati meteorologici oggetto di monitoraggio sono:

- velocità e la direzione del vento,
- temperatura dell'aria,
- l'umidità relativa,
- la pressione atmosferica,
- le precipitazioni.

Le principali caratteristiche prestazionali dei sensori sono:

- Vento:
  - Velocità con precisione  $\pm 3\%$ ;
  - Direzione con precisione  $\pm 3\%$ ;
- Precipitazioni: Altezza minima mm 0,01 con precisione  $\pm 5\%$ ;

- Temperatura: con precisione  $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$  a  $20^{\circ}\text{C}$ ;
- Pressione: con precisione 1 hPa fino a  $60^{\circ}\text{C}$ ;
- Umidità relativa: con precisione  $\pm 3\%$  per umidità relativa fino a 90% e  $\pm 5\%$  con umidità relativa da 90% a 100%.

L'installazione dei sensori di rilevamento è in corrispondenza delle postazioni di monitoraggio acustico. Questa deve essere posizionata ad almeno 5 m da elementi interferenti in grado di produrre turbolenze e in una posizione tale che possa ricevere vento da tutte le direzioni. L'altezza dal piano campagna deve essere superiore a 3 m. Per ogni ciclo di misura verrà predisposto un report contenente i dati di inquadramento territoriale che permettono l'esatta localizzazione sul territorio dei punti di misura, i parametri acustici, meteo e di traffico rilevati, i valori limite propri secondo il quadro normativo di riferimento, i certificati di taratura della strumentazione e il nominativo del Tecnico Competente in Acustica Ambientale ai sensi della L.447/95 che ha effettuato i rilievi.

Nello specifico quindi ciascun report contiene:

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

### **7.3.3 Tempi e frequenza del monitoraggio**

Il monitoraggio del cantiere si esplica nelle fasi di Corso d'Opera, ovvero per tutto il periodo di realizzazione dell'opera e di Ante Operam.

In fase di Corso d'Opera, per ciascun punto di misura si prevedono misure di 24 ore con frequenza trimestrale e comunque in corrispondenza delle attività di cantiere più critiche.

Nella fase di Ante Operam si esegue una misura di 24 h per ciascun punto nei 6 mesi prima dell'inizio del cantiere.

## 7.4 Conclusioni

Per quanto riguarda le attività di monitoraggio di rumore queste sono finalizzate alla verifica del rumore stradale e del rumore indotto dalle attività di realizzazione dell’opera. Il monitoraggio si svolge attraverso misure fonometriche con strumentazione di classe I secondo quanto previsto dalla normativa di riferimento. Le metodiche di monitoraggio sono funzione della tipologia di indagine.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità per ogni punto
Verifica del rumore stradale	RUM_01 RUM_02	AO	1 misura settimanale in ambiente esterno una volta nei 6 mesi antecedenti all’inizio dei lavori	Time history Leq (A) orari Leq (A) periodo diurno e notturno Livelli percentili Parametri meteo	Misure fonometriche Rilievi parametri meteo mediante stazione	1
		PO	1 misura settimanale in ambiente esterno ogni trimestre per i sei mesi successivi all’entrata in esercizio			2
Verifica del rumore indotto dal cantiere	RUM_02 RUM_03	AO	1 misura di 24 h nei 6 mesi prima dell’inizio dei lavori	Time history Leq(A), Lmax, Lmin e livelli acustici percentili Leq (A) periodo diurno e notturno Analisi spettrale in terzi di ottava Parametri meteo	Misure fonometriche Rilievi parametri meteo mediante stazione	1
		CO	1 misura di 24 h ogni trimestre durante la costruzione			4

Tabella 7.4 Quadro sinottico PMA agente fisico rumore

## 8 VIBRAZIONI

### 8.1 Finalità ed articolazione del piano di monitoraggio

#### 8.1.1 Obiettivi del monitoraggio

Le finalità del monitoraggio relativamente alla componente vibrazioni sono differenziate in relazione alla fase specifica in cui si svolgono i rilievi.

##### Monitoraggio ante-operam

I rilievi hanno scopo di definire un adeguato scenario di indicatori vibrometrici atti a rappresentare lo "stato di bianco", cui riferire l'esito dei successivi monitoraggi.

##### Monitoraggio in corso d'opera

I rilievi sono finalizzati a:

- controllo dell'evolversi della situazione ambientale, al fine di verificare che la dinamica dei fenomeni

vibrometrici sia coerente rispetto alle previsioni del SIA;

- controllo dei fenomeni vibratorii indotti dalle lavorazioni al fine di evitare il manifestarsi di emergenze

specifiche e, eventualmente, adottare eventuali misure integrative di mitigazione degli impatti.

##### Monitoraggio post-operam

Le attività di monitoraggio devono garantire:

- la verifica degli impatti vibrometrici determinati dall'esercizio dell'opera.

Si ritiene opportuno sottolineare che è esclusivo compito delle imprese adottare tutti gli accorgimenti operativi finalizzati a garantire la compatibilità delle vibrazioni nei confronti dei possibili danni materiali alle strutture (fessurazioni, lesioni, cedimenti, etc.).

Il monitoraggio si pone come obiettivo la verifica esclusiva dei seguenti aspetti:

- effetti sulla popolazione: il disturbo sulle persone, classificato come "annoyance", dipende in misura variabile dall'intensità e dalla frequenza dell'evento disturbante e dal tipo di attività svolta.

L'"annoyance" deriva dalla combinazione di effetti che coinvolgono la percezione uditiva e la percezione tattile delle vibrazioni. Gli effetti sulle persone non hanno un organo bersaglio ma sono estesi all'intero corpo e possono essere ricondotti genericamente ad un aumento dello stress, con conseguente attivazione di ripetute reazioni di orientamento e di adattamento, e con eventuale insorgenza o aggravamento di malattie ipertensive;

- interferenza con attività produttive e ospedaliere: alcuni settori dell'industria, della ricerca e della diagnostica in campo medico utilizzano apparecchiature di precisione, microscopi ottici ed elettronici, ecc. potenzialmente disturbabili da livelli di vibrazioni inferiori alla soglia di percezione umana. La sensibilità di queste strumentazioni dipende, oltre che dalle caratteristiche costruttive, anche dalla presenza di sistemi atti a isolare il basamento della macchina dalle vibrazioni;

- effetti su edifici e beni storico-monumentali: le vibrazioni possono in alcune situazioni, o in

presenza di caratteristiche di estrema suscettività strutturale o di elevati/prolungati livelli di sollecitazione dinamica, causare danni a edifici e beni storico-monumentali.

Nel caso oggetto di studio, in prossimità dell'opera e delle aree di cantiere, non sono stati individuate né attività produttive né edifici storico-monumentali caratterizzati da un elevato livello di sensibilità al fenomeno vibratorio.

### **8.1.2 Riferimenti normativi**

A differenza del rumore ambientale, regolamentato a livello nazionale dalla Legge Quadro n. 447/95, non esiste al momento alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni. Esistono invece numerose norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo in edifici interessati da fenomeni di vibrazione.

In assenza di specifiche norme nazionali o regionali i riferimenti per l'analisi della problematica delle vibrazioni sono costituiti dalla normativa tecnica ed in particolare da:

- NORMA UNI 9614: 2017 «Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo»;
- NORMA UNI 9916: 2014 «Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici».
- NORMA ENV 28041: «Risposta degli individui alle vibrazioni. Apparecchiatura di misura».
- NORMA UNI 11048: «Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo».

NORMA UNI ISO 2631: «Evaluation of human exposure to whole-body vibration»:

- NORMA UNI ISO 2631-1: 2014 «Vibrazioni meccaniche e urti - Valutazione dell'esposizione degli individui alle vibrazioni trasmesse a tutto il corpo – Parte I: requisiti generali».
- NORMA UNI ISO 2631-2: 2018 «Vibrazioni meccaniche e urti - Valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero - Parte 2: Vibrazioni negli edifici (da 1 Hz a 80 Hz)».
- NORMA UNI ISO 2631-5: 2019 «Vibrazioni meccaniche e urti - Valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero - Parte 5: Metodo per la valutazione delle vibrazioni a carattere impulsivo».
- NORMA 4866: «Mechanical vibration and shock - Vibration of buildings - Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings».
- NORMA 5347: «Methods for the calibration of vibration and shock pick-ups. Basic concepts».
- NORMA 5348: «Mechanical vibration and shock - Mechanical mounting of accelerometers».

NORMA DIN 4150:

- DIN 4150-1 «Vibration in buildings. Principles, predetermination and measurement of the amplitude of oscillations».
- DIN 4150-2 «Vibration in buildings. Influence on persons in buildings».
- DIN 4150-3 «Structural vibration in buildings. Effects on structures».
- NORMA 6472: «Guide to evaluation of human exposure to vibration in buildings (1 Hz - 80 Hz) ».

In particolare, per la valutazione del disturbo alle attività umane si fa riferimento alla norma UNI 9614, mentre per la valutazione degli effetti sugli edifici si fa riferimento alla norma UNI 9916.

La norma UNI 9614 concorda nei contenuti con la ISO 2631-2. Essa considera 3 tipi di vibrazioni:

- livello costante: quando il livello di accelerazione ponderato in frequenza rilevato con costante di tempo "slow" varia in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB;
- livello non costante: quando il livello di accelerazione ponderato in frequenza rilevato con costante di tempo "slow" varia in un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB;
- impulsive: quando sono originate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

## 8.2 Monitoraggio vibrazionale

### 8.2.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio

I punti sono stati individuati sulla scorta degli obiettivi che il monitoraggio intende perseguire e delle attività oggetto di verifica.

La scelta dei punti è determinata in funzione della localizzazione dei ricettori potenzialmente coinvolti dal cantiere sulla base delle aree di lavoro. Nella tabella seguente si riporta la localizzazione dei punti di monitoraggio, ubicati in corrispondenza dei ricettori residenziale più vicini agli interventi.

Punti	Ricettore	Coordinata X	Coordinata Y
VIB_01	R 28 - Cantiere svincolo Veduggio	519483.00 E	5064733.00 N

Tabella 8.1 Punti di monitoraggio delle vibrazioni

### 8.2.2 Definizione degli indicatori da monitorare

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

In particolare, per quanto concerne gli effetti sulla popolazione, le verifiche riguardano esclusivamente gli effetti di "annoyance", ovvero gli effetti di fastidio indotti dalle vibrazioni percettibili dagli esseri umani. Tali effetti dipendono in misura variabile dall'intensità, dal campo di frequenza delle vibrazioni, dalla numerosità degli eventi e dal contesto abitativo nel quale gli stessi eventi si manifestano (ambiente residenziale, fabbrica, etc.). Tale disturbo, infatti, non ha un organo bersaglio, ma è esteso all'intero corpo e può essere ricondotto ad un generico fastidio all'insorgenza di ogni vibrazione percettibile. È bene evidenziare che tale fastidio non comporta aspetti di natura sanitaria e/o tecnopatie correlate alle vibrazioni e, ancora di più, aspetti di natura medico-legale correlati a patologie ma si tratta dell'insorgenza di una generica sensazione percettiva che può

arrecare fastidio, qualora il soggetto svolga una qualsiasi attività, anche non lavorativa.

Il rilevamento deve essere eseguito restituendo la time history del livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza (secondo il filtro per assi combinati indicato dalla norma UNI 9614:2017) con intervalli di un secondo.

Poiché i recettori da indagare sono di tipo residenziale e poiché in questi si eseguirà un rilievo mirato alla valutazione al disturbo, le frequenze di interesse sono quelle comprese tra 1 e 80 Hz.

Il metodo di calcolo illustrato nel seguito è da considerarsi valido per tutti i tipi di sorgente e adeguato a coprire sia i fenomeni di media e breve durata sia fenomeni impulsivi caratterizzati da un fattore di cresta molto elevato

L'elaborazione del segnale corrispondente ad ogni singolo evento comporta una serie di passaggi da eseguirsi nella sequenza indicata.

#### 8.2.2.1 Filtraggio con filtro passa banda e con filtro di ponderazione

L'accelerazione misurata sui tre assi  $a_x(t)$ ,  $a_y(t)$ ,  $a_z(t)$  deve essere filtrata con un filtro passa banda (band-limiting) con le caratteristiche riportate nella ISO 2631-2[3] e UNI EN ISO 8041-1:2017 punto 5.6.2) e successivamente con il filtro di ponderazione  $W_m$ . Si ottiene per l' $j$ -esimo asse, l'accelerazione ponderata  $a_{w,j}(t)$ .

Per l'intera storia temporale del segnale ponderato viene calcolato l'andamento nel tempo del valore efficace dell'accelerazione ponderata, per ogni singolo asse cartesiano  $[a_{w,rms,j}(t)]$ .

#### 8.2.2.2 Calcolo dell'accelerazione ponderata efficace

Il calcolo dell'accelerazione ponderata totale efficace  $a_w(t)$  deve essere eseguito per la combinazione, istante per istante, a partire dalle tre accelerazioni assiali ponderate calcolate mediante l'equazione:

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

La combinazione delle tre componenti assiali del valore efficace dell'accelerazione ponderata è effettuata secondo quanto richiesto dalla norma UNI ISO 2631-1:1997 punto 6.5 con  $k_x=k_y=k_z=1$

#### 8.2.2.3 Calcolo della massima accelerazione ponderata

La massima accelerazione ponderata è calcolata come il massimo di tali valori, all'interno del singolo  $j$ -esimo evento

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

#### 8.2.2.4 Calcolo della massima accelerazione statistica

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

dove:

$$\overline{a_{w,max}} = \frac{\sum_{j=1}^N a_{w,max,j}}{N}$$

è il valore medio della massima accelerazione ponderata calcolato mediante la media aritmetica delle massime accelerazioni ponderate relative agli N eventi considerati

$\delta$  è lo scarto tipo della distribuzione delle massime accelerazioni ponderate.

#### 8.2.2.5 Calcolo dell'accelerazione associata alla sorgente

Le vibrazioni associate alla sorgente ritenuta fonte di disturbo devono essere quantificate mediante l'accelerazione ponderata massima statistica della sorgente  $V_{sor}$  che deve essere calcolata a partire dall'accelerazione ponderata massima statistica delle vibrazioni immesse  $V_{imm}$  e dalla accelerazione ponderata massima statistica delle vibrazioni residue  $V_{res}$  con la seguente equazione:

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

#### 8.2.2.6 Definizione della strumentazione di misura

La valutazione del disturbo può essere effettuata con l'impiego di strumentazione dedicata che, oltre all'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 dell'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.

#### 8.2.2.7 Requisiti generali della strumentazione

Le caratteristiche metrologiche la catena di misura (sensore più sistema di acquisizione e di condizionamento del segnale) quali: Curva di risposta in frequenza, dinamica del sistema di acquisizione, muore di fondo della Catena ecc. Devono essere conformi alla UNI EN ISO 8041-1. Devono essere implementati i filtri "band limiting" e di ponderazione  $W_m$  le caratteristiche indicate nella UNI EN ISO 8041-1.

Più in particolare sono da rispettare i seguenti requisiti:

- sensibilità nominale minore 10 mV/(m/s<sup>2</sup>)
- risposta in frequenza della catena di misura, comprensiva dell'acquisizione, lineare con tolleranza  $\pm 5\%$  d 0.5 Hz a 250 Hz,
- acquisizione in forma digitale frequenza di campionamento non minore di 1500 Hz, presenza di filtro anti-aliasing con frequenza non minore 600 Hz, risoluzione preferenziale di 24 bit e di 16 bit;
- valore efficace del rumore strumentale, legato al complesso dei fenomeni di natura casuale presenti nella catena di misurazione e non dipendenti è dalle vibrazioni immesse, né da quelle residue, almeno 5 volte inferiore al minimo valore efficace dei segnali da misurare.

### **8.2.2.8 Taratura e calibrazione della strumentazione**

La taratura della strumentazione deve essere verificata presso un centro di taratura certificato da Accredia, con una periodicità non superiore a tre anni. Il controllo deve comunque avvenire dopo un evento traumatico per la strumentazione o per la riparazione della stessa.

La taratura è ottenibile tramite il confronto delle funzioni di risposta in frequenza prodotte dall'accelerometro da calibrarsi e da un accelerometro di riferimento sottoposti alla medesima funzione di sollecitazione su tavola vibrante. Se la funzione di trasferimento non risulta conforme con il margine di errore dichiarato dal produttore, la strumentazione è inviata ad un centro di taratura accreditato Accredia per le necessarie verifiche.

Sono da considerarsi tarati gli strumenti acquistati nuovi da meno di tre anni se corredati da certificato di conformità alle norme UNI EN ISO 8041-1.

La calibrazione dell'accelerometro avviene tramite la verifica della funzione di eccitazione prodotta da un eccitatore di calibrazione in conformità alla norma ISO 5347.

Essa deve essere effettuata all'inizio ed al termine di ciascun ciclo di misure.

### **8.2.2.9 Montaggio degli accelerometri**

Il montaggio degli accelerometri deve garantire la trasmissione rigida del moto dal sistema vibrante all'accelerometro deve essere realizzato facendo riferimento alla UNI ISO 5348 e alle indicazioni fornite dal produttore della scheda tecnica del sensore. Il metodo di installazione deve essere indicato nel rapporto di misura e deve essere scelto in relazione alle condizioni dei piani di posa.

È previsto l'impiego di:

- a) inserti/ tasselli (meccanici chimici) inseriti nel piano di posa
- b) collegamenti rigidi (con mastici, resine, cera d'api ecc)
- c) magneti
- d) collegamenti bullonati
- e) masse appoggiate sulla superficie alle quali viene vincolato l'accelerometro.

L'uso di tali masse è vietato su superfici morbide (per esempio tappeti e moquette ecc) o non piane o irregolari. Le masse devono garantire un appoggio isostatico.

### **8.2.3 Tempi e frequenze del monitoraggio**

La costruzione e l'esercizio delle opere di progetto possono dar vita ad impatti sulla vibrazioni.

La complessità dell'opera determina quindi la necessità di monitorare il fattore ambientale atmosfera nei momenti, ben distinti, identificabili, per consuetudine, nelle fasi in cui il progetto viene distinto:

- a) Ante Operam (AO);
- b) Corso d'Opera (CO);
- c) Post Operam (PO).

I criteri temporali previsti sono:

Ante operam: Una misura della durata di 24 ore, utile anche a tarare il modello

Corso d'opera: Una misura della durata di 2 ore quando il fronte di avanzamento lavori raggiunge il ricettore

Post operam: una volta a fine lavori.

### 8.3 Conclusioni

Per quanto riguarda le attività di monitoraggio dell'atmosfera queste sono finalizzate alla verifica della qualità dell'aria indotta dal traffico veicolare sulla strada di progetto e dalle attività in corso d'opera.

In questo secondo caso il monitoraggio è utile anche alla verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione ritenuti necessarie per l'abbattimento delle polveri generate dalle lavorazioni.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità per ogni punto
Vibrazioni	VIB_01,	AO	1 misura di 24 ore	Vsor	NORMA UNI 9614: 2017 «Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo»;	1
		CO	1 misura di 2 ore	Vsor	NORMA UNI 9614: 2017 «Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo»;	4
		PO	1 misura di 24 ore	Vsor	NORMA UNI 9614: 2017 «Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo»;	1

Tabella 8.2 Quadro sinottico PMA fattore ambientale vibrazioni

## 9 SUOLO

### 9.1 Finalità ed articolazione temporale del monitoraggio

#### 9.1.1 Obiettivi del monitoraggio

Con il fattore ambientale Suolo si prefigge la tutela del terreno vegetale e delle coltri pedologiche, quali risorse ambientali non rinnovabili e sostegno primario della biosfera. La realizzazione/ammodernamento di un'infrastruttura comporta un inevitabile consumo di suolo, figlio dell'occupazione di territori naturali e agricoli da parte di strutture ed infrastrutture.

Per quanto concerne il fattore ambientale Suolo, quindi, dalle analisi effettuate si è rilevato che l'aspetto che necessita di opportuno monitoraggio è quello della qualità e fertilità del suolo in corrispondenza delle aree di cantiere. L'obiettivo del monitoraggio è quello di evitare la perdita di orizzonti superficiali di maggiore fertilità, mediante la verifica delle condizioni chimiche, fisiche e agronomiche del suolo, allo scopo di segnalare eventuali modificazioni e criticità ascrivibili alle successive attività di costruzione, per le quali venga accertato o sospettato un rapporto di causa-effetto con le attività di Corso d'Opera e di Post Operam.

In questo modo, oltre che verificare la presenza o meno di inquinanti, si potrà, nella fase Post Operam, ricostituire i suoli con la loro tessitura e le loro caratteristiche agronomiche per ottimizzare le future attività di ripristino previste.

#### 9.1.2 Riferimenti normativi

Il quadro normativo di riferimento è costituito da:

- Comunicazione della Commissione del 22 settembre 2006: "Strategia tematica per la protezione del suolo"
- Comunicazione della Commissione, del 16 aprile 2002 Verso una strategia tematica per la protezione del suolo (COM(2002) 179)
- D.LGS. 152/2006 E S.M.I. Norme in materia di bonifica dei siti inquinati di cui alla parte quarta titolo V al Decreto;
- ELEMENTI DI PROGETTAZIONE DELLA RETE NAZIONALE DI MONITORAGGIO DEL SUOLO A FINI AMBIENTALI APAT - Versione aggiornata sulla base delle indicazioni contenute nella strategia tematica del suolo dell'unione europea ottobre 2004
- Guida tecnica sui metodi di analisi dei suoli contaminati Guida tecnica sui metodi di analisi dei suoli contaminati realizzato nell'ambito del Centro Tematico Nazionale 'Suolo e siti contaminati'
- D.M. 13/09/1999 Approvazione dei Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo (G.U. n. 185 del 21/10/1999).

Si è fatto riferimento anche 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.), nelle Linee Guida ARPA Lombardia "Gestione e tutela dei suoli nei cantieri delle grandi opere".

Per i valori limite si utilizzano i valori di concentrazioni fissati per i suoli nel D.Lgs. 152/06 (Allegato 5 alla Parte quarta – Tab. 1).

## 9.2 Monitoraggio della qualità e fertilità del suolo

### 9.2.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio

Il monitoraggio sarà effettuato in corrispondenza delle aree di cantiere previste da progetto prevedendo un prelievo ogni 2000 mq.

Punti	Localizzazione	Area occupata	N° prelievi	Coordinata E	Coordinata N
SUO_01	Cantiere Operativo Ponte Giussano	4000 mq	2	517326.54	5059800.42
SUO_02	Cantiere Operativo Svincolo Briosco Arosio	4270 mq	2	517889.32	5062323.96
SUO_03	Cantiere operativo Svincolo Fornaci	3300 mq	2	518473.99	5063122.48
SUO_04	Deposito 1 Veduggio con Colzano	6200 mq	3	519454.71	5064954.72
SUO_05	Campo Base Costa Masnaga	3920 mq	2	522356.16	5069180.64
SUO_06	Deposito 2 Suello	2000 mq	1	524850.32	5074036.90

Tabella 9.1 Punti di monitoraggio del suolo di cantiere

### 9.2.2 Metodologia e strumentazione

#### 9.2.2.1 Tipologia di monitoraggio

Il monitoraggio prevede la verifica diretta delle caratteristiche fisiche, chimiche e agronomiche del suolo attraverso rilievi e analisi.

I rilievi consisteranno nella determinazione del profilo pedologico, attività propedeutica al prelievo dei campioni che saranno poi analizzati in laboratorio.

#### 9.2.2.2 Parametri da monitorare

Per ogni punto di monitoraggio saranno rilevati gli orizzonti pedologici (descrizione e fotografie). La descrizione riguarderà i seguenti aspetti:

- esposizione,
- pendenza,
- uso del suolo,
- microrilievo,

- pietrosità superficiale,
- rocciosità affiorante,
- fenditure superficiali,
- vegetazione,
- stato erosivo,
- permeabilità,
- classe di drenaggio,
- substrato pedogenetico,
- profondità falda.

Per ogni campione saranno individuati i seguenti parametri:

- Parametri ambientali: Potenziale REDOX, pH, Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Mercurio, Vanadio, Cromo totale, Cromo VI, Idrocarburi C>12, BTEX, IPA;
- Parametri agronomici: pH, Capacità di scambio cationico (C.S.C.), Tessitura, Basi scambiabili, Contenuto in carbonio organico, Calcare totale, Calcare attivo, Ntot e P assimilabile.

#### 9.2.2.3 Metodiche di monitoraggio

Per ogni stazione di monitoraggio si prevedono le seguenti attività:

- Profilo pedologico: sarà realizzato uno scavo con mezzo meccanico fino alla profondità di 1-1,5 m, sarà effettuata la scopertura della parete e quindi verrà prodotto un report fotografico con descrizione degli orizzonti individuati;
- Campionamento: sarà prelevato un campione per ciascun orizzonte individuato;
- Analisi di laboratorio:
  - o su tutti i campioni prelevati saranno condotte analisi chimico-fisiche;
  - o solo sui campioni superficiali (0-50 cm) saranno condotte analisi agronomiche.

#### 9.2.3 Tempi e frequenza del monitoraggio

Il monitoraggio del fattore ambientale in esame è articolato secondo due momenti:

- a) Ante Operam (AO);
- b) Post Operam (PO).

L' Ante Operam (AO) è finalizzato a fornire una caratterizzazione del suolo prima dell'apertura dei cantieri e sarà volto alla conoscenza dei tre aspetti principali: fertilità, presenza di inquinanti, caratteristiche fisiche del suolo.

Il Post Operam (PO) è finalizzato alla verifica delle caratteristiche del suolo e all'individuazione di eventuali inquinamenti del suolo rispetto alla fase di ante operam, a seguito dell'entrata in esercizio dell'infrastruttura e dell'occupazione temporanea dei cantieri. Questo consentirà di determinare le eventuali aree in cui sarà necessario prevedere azioni correttive.

Il monitoraggio sarà effettuato 1 volta in fase di Ante Operam, nei 6 mesi antecedenti all’inizio dei lavori, ed 1 volta in fase di Post Operam, nell’anno successivo al loro completamento.

### 9.3 Conclusioni

Per quanto riguarda le attività di monitoraggio del suolo questa è finalizzata alla verifica della qualità dei suoli in corrispondenza delle aree di cantiere in termini di caratteristiche chimiche, fisiche ed agronomiche. Il monitoraggio si svolge attraverso la realizzazione di profili pedologici e successivo campionamento per le analisi in laboratorio.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità per ogni punto
SUOLO	SUO_01, SUO_02 SUO_03, SUO_04, SUO_05 SUO_06	AO	Una volta nei 6 mesi antecedenti all’inizio dei lavori	Esposizione, pendenza, uso del suolo, microrilievo, pietrosità superficiale, rocciosità affiorante, fenditure superficiali, vegetazione, stato erosivo, permeabilità, classe, drenaggio, substrato pedogenetico, profondità falda	Profili pedologici	1
	<i>Parametri ambientali:</i> Potenziale REDOX, pH, Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Mercurio, Vanadio, Cromo totale, Cromo VI, Idrocarburi C>12, BTEX, IPA; <i>Parametri agronomici:</i> pH, Capacità di scambio cationico (C.S.C.), Tessitura, Basi scambiabili, Contenuto in carbonio organico, Calcare totale, Calcare attivo, Ntot e P assimilabile.			Campionamento ed analisi in laboratorio	1	
	SUO_01, SUO_02 SUO_03, SUO_04, SUO_05 SUO_06	PO	Una volta nell’anno successivo all’inizio dei lavori	esposizione, pendenza, uso del suolo, microrilievo, pietrosità superficiale, rocciosità affiorante, fenditure superficiali, vegetazione, stato erosivo, permeabilità, classe di drenaggio, substrato pedogenetico, profondità falda	Profili pedologici	1

	<p>SUO_01, SUO_02 SUO_03, SUO_04, SUO_05 SUO_06</p>		<p><i>Parametri ambientali:</i> Potenziale REDOX, pH, Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Mercurio, Vanadio, Cromo totale, Cromo VI, Idrocarburi C&gt;12, BTEX, IPA; <i>Parametri agronomici:</i> pH, Capacità di scambio cationico (C.S.C.), Tessitura, Basi scambiabili, Contenuto in carbonio organico, Calcare totale, Calcare attivo, Ntot e P assimilabile.</p>	<p>Campionamento ed analisi in laboratorio</p>	<p>1</p>
--	---	--	---	--	----------

Tabella 9.2 Quadro sinottico PMA Fattore ambientale suolo

## 10 VEGETAZIONE

### 10.1 Finalità ed articolazione temporale del monitoraggio

#### 10.1.1 Obiettivi del monitoraggio

I monitoraggi sugli effetti diretti determinati dall'opera risultano rilevanti per il fattore ambientale Vegetazione sono:

- monitoraggio delle dinamiche di copertura del suolo e della vegetazione reale in relazione alla futura configurazione territoriale derivante dalla sottrazione di suolo nei tratti di nuova realizzazione;
- monitoraggio delle specie aliene invasive.

Il monitoraggio riferito ha come scopo primo fondamentale quello di valutare lo stato qualitativo della vegetazione e, di conseguenza, delle specie vegetazionali e floristiche che potrebbero essere potenzialmente interferite dall'esercizio della nuova infrastruttura stradale in progetto.

Altro obiettivo del monitoraggio ambientale è la verifica finalizzato a evitare la proliferazione di specie aliene invasive e che preveda che le segnalazioni di nuovi nuclei di specie vegetali esotiche invasive, siano comunicate tempestivamente all'indirizzo mail [aliene@biodiversita.lombardia.it](mailto:aliene@biodiversita.lombardia.it).

#### 10.1.2 Riferimenti normativi

Il quadro normativo di riferimento è costituito da:

- Direttiva Habitat 92/43/CEE del Consiglio del 21/05/1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. GU-CE n.206 del 22/07/1992;
- Direttiva Uccelli 2009/147/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 30/11/2009 concernente la conservazione degli uccelli selvatici.
- Regolamento (CE) N.865/2006 della Commissione del 4 maggio 2006 e s.m.i., esso definisce le modalità di applicazione del regolamento (CE) n. 338/97 del Consiglio relativo alla protezione di specie della flora e della fauna selvatiche mediante il controllo del loro commercio.

Nell'individuazione delle metodiche di monitoraggio si è fatto riferimento, oltre che ai suddetti atti normativi, anche alla seguente documentazione:

- Linee guida per la predisposizione del PMA delle opere soggette a procedure di VIA. Indirizzi metodologici specifici: Biodiversità (Vegetazione, Flora e Fauna);
- Linee guida ISPRA su interventi di compensazione e mitigazione (Vari);
- Rapporto ISPRA 141/2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Dir. 92/43/CEE) in Italia: specie di animali.
- ANPA, 2000. Selezione di indicatori ambientali per i temi relativi alla biosfera, RTI CTN\_CON

1/2000;

- D.P.R. 357 dell'8 settembre 1997 (con successive modifiche ed aggiornamenti, in particolare il D.P.R. 120/2003) - "Regolamento recante l'attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche". Esso recepisce la Direttiva Habitat, compresi gli allegati I, II e IV della Direttiva, per cui gli habitat, le specie animali e vegetali sono oggetto delle medesime forme di tutela anche in Italia;
- Legge 503/1981 - "Ratifica ed esecuzione della convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa, con allegati, adottata a Berna il 19 settembre 1979";
- Legge 157/1992 - "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio". Essa è stata modificata dalla L. 221/2001 (Integrazioni della L. 157/1992).

## 10.2 Monitoraggio della vegetazione

### 10.2.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio

Gli ambiti di indagine per il fattore ambientale in esame sono stati individuati nelle aree a maggiore valenza ambientale.

La realizzazione dell'intervento presso la Curva Briosco rappresenta quello più significativo per la rilevanza delle attività di scavo e di movimento terra da realizzarsi e l'estensione dell'intervento, oltre che la relativa naturalità delle aree in quanto collocato in parte all'interno di un'area a Parco Naturale.

Il monitoraggio sarà incentrato a valutare più approfonditamente la verifica della qualità e del grado di conservazione degli habitat di interesse naturalistico.

Cod.	Tipologico Rilievo	Coordinata X	Coordinata Y
VEG_01	Fitosociologico	517798.00	5062421.00

Tabella 10.1 Punti di monitoraggio della vegetazione

### 10.2.2 Metodologia e strumentazione

#### 10.2.2.1 Tipologia di monitoraggio

Per il punto individuato come rappresentativo e da monitorare verrà effettuata:

- una indagine mirata al censimento delle comunità vegetali attraverso rilievi fitosociologici con il metodo Braun-Blanquet.

Il rilievo fitosociologico (metodo di valutazione quali-quantitativa) si differenzia dal rilievo strettamente floristico (metodo qualitativo) perché, accanto ad ogni specie, si annotano i valori di "abbondanza-dominanza". È necessario sottolineare che tali rilievi possono essere eseguiti solo all'interno di fitocenosi che conservino almeno parte della loro struttura originaria.

### 10.2.2.2 Parametri da monitorare

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

- IL RILIEVO FITOSOCIOLOGICO: fase analitica

Nell'ambito delle predefinite aree di indagine le stazioni di rilevamento saranno identificate sulla base dei caratteri fisionomici indicatori dell'unitarietà strutturale della vegetazione considerata. Ove possibile le stazioni insisteranno nelle fasce d'indagine identificate per il censimento floristico, secondo un transetto ortogonale all'asse stradale. Nella superficie campione (stazione di rilevamento), circoscritta nel perimetro di un quadrato di almeno 10x10 m di lato, si effettua quindi il censimento delle entità floristiche presenti, che viene riportato sulla relativa scheda di rilevamento, unitamente alla percentuale di terreno coperta da ciascuna specie.

Per la stima del grado di copertura della singola specie si utilizza la scala di abbondanza dominanza di Braun-Blanquet (1928).

Individui rari o isolati	Ricoprenti meno dell'1%	Ricoprenti tra 1 e 5%	Ricoprenti tra 5 e 25%	Ricoprenti tra 25 e 50%	Ricoprenti tra 50 e 75%	Ricoprenti più del 75%
<i>r</i>	+	1	2	3	4	5

Tabella 10.2 Scala di abbondanza dominanza di Braun Blanquet (1928)

La mosaicità del paesaggio in senso ecosistemico condiziona la collocazione delle stazioni di rilevamento rispetto al tracciato e rispetto alle fasce degli itinerari floristici. In particolare:

- laddove l'omogeneità fisionomico-strutturale della vegetazione lo consentirà, le stazioni di rilevamento devono essere estese a comprendere l'intera fitocenosi;
- quando la formazione vegetale presentasse una limitata estensione, la stazione di rilevamento, unica, deve essere posta a cavallo fra la fascia prossimale e distale del percorso floristico o di una di esse;
- quando la formazione fosse sufficientemente estesa ed omogenea, i rilievi dovrebbero essere eseguiti in due stazioni distinte, insistenti ciascuna su una delle due fasce (prossimale e distale) dell'itinerario floristico.

Le stazioni unitarie scelte saranno posizionate su di una mappa in scala 1:2.000 e specificate attraverso l'indicazione delle coordinate geografiche. Sarà prodotta inoltre idonea documentazione ortofotografica i cui coni visuali saranno riportati in cartografia.

Ulteriori parametri da monitorare dovranno essere: i parametri stazionali (altezza, esposizione, inclinazione), morfometrici (altezza degli alberi, diametro) con breve cenno sulle caratteristiche pedologiche; e informazioni che completano la caratterizzazione della stazione.

Per la misura della superficie rilevata si utilizzerà un doppio decametro e per le misure morfometriche (altezza degli arbusti e diametro degli alberi) una fettuccia metrica; l'altezza degli alberi sarà determinata facendo ricorso al metodo comunemente definito "albero metro".

Nel corso dell'indagine l'area in esame deve essere delimitata temporaneamente da una fettuccia metrica; ove possibile si devono marcare con vernice alcuni elementi-confine (alberi, pali della luce, ecc.) che permettano di individuare nuovamente l'area nella fase di post operam. Nel caso di

vegetazione pluristratificata, le specie dei diversi strati vanno rilevate separatamente (strato arboreo, arbustivo ed erbaceo).

- **RILIEVO FITOSOCIOLOGICO: fase sintetica**

La tabella ricavata dall'insieme dei rilievi fitosociologici viene riordinata cercando di raggruppare i rilievi più omogenei e rappresentativi di particolari aspetti della vegetazione studiata per ottenere una tabella più strutturata organizzata classificando gli aggruppamenti vegetali sulla base di associazioni vegetali<sup>1</sup> di riferimento.

Le dimensioni e la forma dei rilievi devono descrivere una situazione omogenea per cui secondo i casi, i rilievi avranno forma lineare, puntuale o areale, e limiti probabilmente irregolari, che ricalcano i contorni spesso sinuosi della microeterogeneità stazionale. La superficie complessiva del rilievo non sarà stabilita a priori ma sarà determinata in funzione al minimo areale, ovvero l'area minima all'interno della quale il popolamento vegetale è sufficientemente rappresentato. Per determinare il minimo areale il metodo più comune è quello di aumentare progressivamente la superficie di rilevamento fino a quando il numero di specie non si stabilizza (ossia non si riesce a censire più alcuna specie nuova nell'ambito del popolamento elementare).

Tutte le verifiche effettuate saranno tradotte in elaborati utilizzabili anche al fine di eventuali azioni finalizzate alla tutela di fitocenosi di pregio. Tutti i dati dovranno essere riportati in apposite schede di rilevamento, preventivamente organizzate in una Banca Dati Generale del Monitoraggio. Gli elaborati saranno analoghi per le tre fasi di indagine in modo da essere facilmente raffrontabili.

- **INDICATORI QUALI-QUANTITATIVI**

Per la scelta degli indicatori da utilizzare nel monitoraggio di specie e habitat e permettere una valutazione a medio-lungo termine del loro stato qualitativo si può fare riferimento alla tabella che segue.

	<b>INDICATORI</b>	<b>INDICI</b>	<b>DATI NECESSARI</b>
Indicatore 1 complessità	B Estensione complessiva dell'habitat		Rilievi diretti: riperimetrazione degli habitat
	C Dimensione della tessera più estesa dell'habitat		Strumenti GIS
	D Grado di aggregazione dell'habitat		Strumenti GIS
	E Rapporto perimetro/superficie dell'habitat		Strumenti GIS
	F Media delle distanze minime tra le tessere dell'habitat		Strumenti GIS
Indicatore 2 – assetto vegetazionale	C Presenza di specie alloctone vegetali		Ricerche bibliografiche, rilievi diretti
Indicatore 3 – assetto forestale	A Struttura dell'habitat forestale	a- Struttura verticale	Rilievi diretti
		b- Profilo di struttura (monoplana, biplana, stratificata)	Rilievi diretti

		c- Distribuzione delle classi dimensionali e tessitura dell'habitat	Rilievi diretti
		d- Grado di copertura delle chiome	Rilievi diretti
Indicatore 4 assetto faunistico	A Processi informativi di base	a- chek-list	Rilievi diretti
	B Status delle zoocenosi	e- Consistenza e distribuzione	Rilievi diretti
	C Composizione di zoocenosi guida	a-Consistenza e distribuzione	Rilievi diretti: censimenti di galliformi, rapaci diurni, rapaci notturni, punti di ascolto ornitofauna forestale e di ambienti aperti su transetti campione
	G Presenza di specie animali alloctone		
Indicatore 5 – alterazioni	A Processi informativi di base	a- chek-list	Rilievi diretti
	A Effetti della degradazione del suolo	a-fenomeni di frana e di erosione	Rilievi diretti
	B Effetti degli incendi Boschivi e principi di difesa	a-% territorio incendiato, % perdita d'habitat	Rilievi diretti
	C Effetti dell'inquinamento atmosferico su specie vegetali	b- indagini lamine fogliari	Rilievi diretti

Tabella 10.3 Indicatori per il sito

### 10.2.2.3 Metodiche di monitoraggio

La metodica di monitoraggio si compone delle fasi di seguito descritte.

- sopralluogo: in tale fase vengono stabilite le posizioni dei punti di misura destinate al monitoraggio. Le posizioni dei punti di misura dovranno essere georeferenziate e fotografate;
- svolgimento del rilievo. Il rilievo prevede la restituzione, su apposita scheda di rilievo, delle informazioni ottenute e l'elaborazione file per caricamento dati output nel Sistema Informativo;
- compilazione di Rapporti di misura.

Per la restituzione dei dati e la compilazione delle schede di rilievo si indicheranno delle aree rappresentative all'interno delle quali saranno individuati dei transetti sui quali effettuare il monitoraggio. Le specifiche sono indicate nel precedente paragrafo assieme all'illustrazione dei parametri da monitorare.

### 10.2.3 Tempi e frequenza del monitoraggio

Le attività saranno distinte tra le fasi:

- a) Ante Operam (AO);
- c) Post Operam (PO).

Il monitoraggio Ante Operam (AO) è relativo ai 6 mesi precedenti all'inizio dei lavori e viene previsto una sola volta. Il monitoraggio Post Operam (PO), relativo ai 2 anni successivi alla fine dei lavori, con cadenza semestrale (primavera ed autunno).

## 10.3 Monitoraggio delle specie aliene invasive

### 10.3.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio

Il PMA finalizzato a evitare la proliferazione di specie aliene invasive è stato redatto in riferimento alle “Linee guida per il contrasto alla diffusione delle specie alloctone vegetali invasive negli ambienti disturbati da cantieri” (ARPA Lombardia, 2022).

Il Piano di gestione delle alloctone deve prevedere un monitoraggio periodico, da svolgersi secondo le modalità di seguito specificate, del tutto analoghe a quelle previste per il monitoraggio in fase preliminare, al fine di rendere confrontabili i risultati acquisite durante le diverse annualità.

Il monitoraggio delle specie alloctone invasive deve essere attivato a partire dalle primissime fasi di avvio del cantiere e deve proseguire in maniera periodica e costante fino alla conclusione di tutte le lavorazioni previste, inclusa la realizzazione delle opere accessorie e degli interventi di ripristino e di mitigazione e/o compensazione.

L'obiettivo del monitoraggio è il rilievo precoce di specie alloctone di nuovo impianto incluse nella lista nera regionale (d.G.R. 2658/2019) e la verifica dello stato delle specie alloctone eventualmente già presenti. Il confronto dei risultati di ogni annualità di monitoraggio e di questi con gli esiti dell'indagine preliminare consente di verificare le eventuali dinamiche di espansione delle specie alloctone già presenti, nonché l'ingresso di nuove specie.

Di seguito l'elenco delle specie incluse in Lista Nera Regionale potenzialmente presenti all'interno delle aree di cantiere della SS38:

- *Ambrosia artemisiifolia*
- *Ailanthus altissima*
- *Bidens frondosa*
- *Buddleja davidii*
- *Helianthus tuberosus*
- *Impatiens glandulifera*
- *Reynoutria japonica*
- *Robinia pseudoacacia*
- *Senecio inaequidens*
- *Solidago gigantea*
- *Trachycarpus fortunei*

Il monitoraggio in corso d'opera ha inoltre lo scopo di verificare l'efficacia delle buone pratiche adottate nella fase di cantiere e la loro corretta applicazione. Pertanto, i risultati devono essere valutati anche da questo punto di vista, al fine di apportare, se necessario, eventuali modifiche od integrazioni alle pratiche adottate.

Il monitoraggio in corso d'opera deve avvenire secondo le modalità di seguito specificate.

**Area d'indagine.** Il monitoraggio deve riguardare tutte le aree di cantiere che saranno oggetto di disturbo, scotico, rimaneggiamento, transito, sosta..., comprese le piste, i campi base, le aree tecniche, le aree di deposito dei materiali e di deposito intermedio.

Inoltre, è necessario considerare le aree attigue all'opera e alle aree di cantiere entro un buffer indicativo di 50 m, al fine di verificare da un lato l'eventuale espansione verso l'esterno di specie alloctone rilevate in corrispondenza delle aree oggetto di intervento o, viceversa, di evidenziare la presenza di eventuali individui o nuclei porta seme che potrebbero disseminare anche all'interno dell'area di intervento.

**Metodi.** Il metodo da adottare è quello del rilievo floristico speditivo, utilizzando specifiche schede di rilevamento da compilare in campo. Esse dovranno contenere, oltre ai dati stazionali di base, le seguenti informazioni minime relative alle specie alloctone: specie presenti ripartite negli strati di appartenenza (arboreo, arbustivo, erbaceo), copertura percentuale di ogni specie, altezza media, presenza di rinnovamento e stadio fenologico. Inoltre, il monitoraggio sarà integrato da indagini più approfondite della vegetazione, quali rilievi fitosociologici e transetti lineari perpendicolari al tracciato lineare, finalizzate all'analisi della dinamica della vegetazione.

Per il rilievo di comunità vegetali con prevalente fisionomia erbacea ed arbustiva si considererà un'area quadrata di 5 x 5 m (25 mq), mentre per la vegetazione forestale la dimensione saranno 10 x 10 m (100 mq).

I censimenti dovranno essere effettuati a cura di un naturalista/botanico esperto nelle metodiche di rilievo in campo e nel riconoscimento delle alloctone invasive. Inoltre, al fine di ottimizzare tempi e costi e permettere una gestione integrata delle specie alloctone invasive, sarebbe opportuno che il rilievo delle alloctone e il rilievo della vegetazione vengano svolti contemporaneamente e dallo stesso professionista.

Per ogni area di cantiere saranno eseguiti n.2 rilievi vegetazionale e n.2 transetti perpendicolari al tracciato.

**Frequenza.** I rilievi delle alloctone andranno effettuati dalla primavera all'autunno (marzo-novembre) con un controllo ogni circa 2 settimane, così da permettere il rilievo precoce di specie invasive.

I rilievi della vegetazione andranno effettuati durante la stagione vegetativa, indicativamente nel periodo aprile-settembre, prevedendo di svolgere due campagne di monitoraggio all'anno: una tardo-primaverile (maggio-giugno) ed una tardo-estiva (fine agosto-settembre), in modo da rilevare specie sia a sviluppo precoce che tardivo.

### Report di controllo

I risultati della campagna di rilievo su campo andranno inseriti in uno specifico report di monitoraggio. Il report dovrà sintetizzare ed analizzare i dati raccolti nelle schede di campo e riportare per ogni specie alloctona rinvenuta le caratteristiche, la diffusione e la cartografia delle aree interessate da popolamenti densi ed estesi; queste ultime andranno perimetrare su ortofoto georeferenziate o sulla carta di base del DB topografico regionale. Per ogni specie alloctona andranno inoltre proposte le modalità di gestione, specificando gli interventi di eradicazione da realizzare durante la fase di cantiere. Il report dovrà essere trasmesso ai soggetti proposti al controllo e alla tutela, unitamente alla direzione lavori, che dovrà mettere in atto tali interventi.

## 10.4 Conclusioni

Il monitoraggio della vegetazione è effettuato per verificare lo stato delle specie e degli habitat presenti oltre al buon esito degli interventi di mitigazione ambientale.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità per ogni punto
FLORA	VEG_01	AO	Durante i 6 mesi antecedenti l'inizio dei lavori e viene previsto una sola volta	<ul style="list-style-type: none"><li>• Località;</li><li>• Quota;</li><li>• Esposizione;</li><li>• superficie rilevata;</li><li>• coordinate GPS;</li><li>• tipo substrato;</li><li>• le specie totali rilevate suddivise per famiglie;</li><li>• la forma biologica;</li><li>• la corologia;</li><li>• l'habitat;</li></ul>	Rilievo diretto	1

		PO	Durante i primi due anni Successivi alla fine dei lavori con cadenza semestrale (primavera e autunno)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lo status di conservazione delle specie endemiche, rare e minacciate;</li> <li>• strato arboreo, arbustivo, erbaceo;</li> <li>• copertura %;</li> <li>• abbondanza-dominanza;</li> <li>• fattori microambientali significativi;</li> <li>• indici quali- quantitativi ZPS</li> </ul>	Rilievo diretto	4
--	--	----	---	---	-----------------	---

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità per ogni punto
ALIENE INVASIVE	aree attigue all'opera e alle aree di cantiere entro un buffer indicativo di 50 m	CO	2 rilievi all'anno. monitoraggio deve riguardare tutte le aree di cantiere che saranno oggetto di disturbo, scotico, rimaneggiamento, transito, sosta..., comprese le piste, i campi base, le aree tecniche, le aree di deposito dei materiali e di deposito intermedio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il metodo da adottare è quello del rilievo floristico speditivo, utilizzando specifiche schede di rilevamento da compilare in campo. Esse dovranno contenere, oltre ai dati stazionali di base, le seguenti informazioni minime relative alle specie alloctone: specie presenti ripartite negli strati di appartenenza (arboreo, arbustivo, erbaceo), copertura percentuale di ogni specie, altezza media, presenza di rinnovamento e stadio fenologico. Inoltre, il monitoraggio sarà integrato da indagini più approfondite della vegetazione, quali rilievi fitosociologici e transetti lineari perpendicolari al tracciato lineare, finalizzate all'analisi della dinamica della vegetazione.</li> </ul>	Rilievo diretto	2

Tabella 10.4 Quadro sinottico PMA fattore ambientale vegetazione

## **11 FAUNA**

### **11.1 Finalità ed articolazione temporale del monitoraggio**

#### **11.1.1 Obiettivi del monitoraggio**

Le analisi effettuate hanno permesso di rilevare le potenziali interferenze che potrebbero essere determinate dalla realizzazione dell'opera e le caratteristiche della comunità faunistica dell'area di indagine ed in particolare hanno consentito di individuare le specie maggiormente suscettibili alle potenziali interferenze. I risultati delle suddette analisi hanno condotto a determinare la necessità di un monitoraggio relativo alla fauna ornitica.

Gli uccelli, infatti, non solo costituiscono il fattore ambientale dominante, in termini di numero di specie, della comunità di vertebrati dell'area, ma tra di essi vi sono anche molte specie di interesse conservazionistico. L'obiettivo del monitoraggio è di valutare eventuali variazioni nella comunità ornitica, in termini di specie o numero di individui, tra la situazione presente prima della realizzazione dell'opera e quella relativa alla fase successiva al termine dei lavori. Per questo obiettivo la comunità di uccelli è particolarmente indicata, in quanto la loro elevata mobilità, consente loro di rispondere con una certa rapidità ai cambiamenti ambientali. Per questo motivo il monitoraggio ornitologico sarà eseguito anche durante il corso d'opera, al fine di verificare eventuali variazioni nel tempo.

#### **11.1.2 Riferimenti normativi**

Il quadro normativo di riferimento per il monitoraggio faunistico è costituito da:

- Direttiva Habitat 92/43/CEE del Consiglio del 21/05/1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. GU-CE n.206 del 22/07/1992;
- Direttiva Uccelli 2009/147/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 30/11/2009 concernente la conservazione degli uccelli selvatici.
- D.P.R. 357 dell'8 settembre 1997 (con successive modifiche ed aggiornamenti, in particolare il D.P.R.120/2003) - “Regolamento recante l'attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche”. Esso recepisce la Direttiva Habitat, compresi gli allegati I, II e IV della Direttiva, per cui gli habitat, le specie animali e vegetali sono oggetto delle medesime forme di tutela anche in Italia.

Nell'individuazione delle metodiche di monitoraggio si è fatto riferimento, oltre che ai suddetti atti normativi, anche alla seguente documentazione:

- Linee guida per la predisposizione del PMA delle opere soggette a procedure di VIA. Indirizzi metodologici specifici: Biodiversità (Vegetazione, Flora e Fauna);
- Manuale ISPRA 141/2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Dir. 92/43/CEE) in Italia: specie di animali.
- Monitoraggio di Uccelli e Mammiferi in Lombardia. Tecniche e metodi di rilevamento. Regione Lombardia, Università degli Studi dell'Insubria, Istituto Oikos (Gagliardi A., Tosi G. (a cura di), 2012);

- Programma di monitoraggio scientifico della Rete Natura 2000 in Lombardia. Parte prima: fauna. Azione D1 Formulazione del programma di monitoraggio scientifico della rete. LIPU - ERSAF - Regione Lombardia. Life + Life 11/Nat/IT/044/GESTIRE. Development of the strategy to manage the Nature 2000 network in the Lombardia Region (Fondazione Lombardia per l'Ambiente, 2015).

## 11.2 Monitoraggio della fauna

### 11.2.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio

L'ambito di indagine per il fattore ambientale in esame è stato individuati nelle aree generalmente caratterizzate da comunità faunistiche più ricche in specie ed in particolare in corrispondenza dell'area Parco in corrispondenza dello Svincolo di Briosco.

Il monitoraggio sarà incentrato a valutare più approfonditamente:

- la comunità ornitica presente nell' area monitorata e a valutarne eventuali variazioni nel tempo.

Cod.	Tipologico Rilievo	Coordinata X	Coordinata Y
FAU_01	Transetto lineare, punto avvistamento, punto ascolto	517798.00	5062421.00

Tabella 11.1 Punto di monitoraggio per la fauna

### 11.2.2 Metodologia e strumentazione

#### 11.2.2.1 Tipologia di monitoraggio

Per il fattore ambientale ornitico sono previste tre tipologie di rilievo:

- Transetto lineare, che sarà eseguito in quattro aree diverse;
- Punto di avvistamento;
- Punto di ascolto.

Sono state individuate tre tecniche di indagine dell'ornitofauna, in base alle diverse tipologie ambientali presenti nelle aree da monitorare ed in considerazione della fenologia delle specie di uccelli che possono frequentare la zona.

La tecnica dei transetti lineari sarà applicata nelle aree aperte, in superfici quanto più possibili omogenee, ed è un metodo che permette di ottenere una valutazione quantitativa della costituzione della comunità ornitica. Tale metodo consente di effettuare confronti nel tempo della comunità ornitica di una data area.

Il punto di avvistamento viene utilizzato al fine di rilevare le specie in movimento, con particolare attenzione alle specie migratrici, che potrebbero attraversare l'area durante i loro spostamenti.

La tecnica dei punti di ascolto è utilizzata soprattutto in ambiente boschivo, dove l'applicazione dei transetti lineari risulta più difficoltosa; esso, infatti, è un metodo qualitativo che consente di contattare le specie difficili da osservare. Esso è utile per l'individuazione delle specie nidificanti.

#### 11.2.2.2 Parametri da monitorare

Il metodo dei **transetti lineari** prevede che l'osservatore, stabilito un itinerario (transetto), identifichi ed annoti tutti gli uccelli avvistati o contattati durante il tempo impiegato a percorrere, ad andatura costante, il suddetto transetto.

La lunghezza, l'esatta ubicazione e l'ampiezza della fascia laterale dei transetti, comprendente una parte a destra del percorso ed una a sinistra, sarà stabilita prima di eseguire i rilievi nell'ambito dell'area individuata e riportata nel paragrafo 10.2.1.

Tutti gli uccelli osservati o uditi, durante il tempo impiegato a percorrere l'intero transetto, saranno annotati su un'apposita scheda e, dove possibile, gli individui saranno fotografati.

Nello specifico i dati da riportare nella scheda sono i seguenti:

- Specie osservate o ascoltate;
- Numero di individui osservati o ascoltati;
- Tipo di attività osservata negli individui;
- Data ed ora dello svolgimento del transetto;
- Coordinate del punto di inizio e di fine del transetto;
- Dati localizzazione del transetto (provincia, comune, quota);
- Lunghezza del transetto, ampiezza della fascia laterale ed area totale indagata;
- Caratteristiche ambientali dell'area interessata dal transetto;
- Condizioni meteorologiche.

Nella scheda sarà inserito uno stralcio di planimetria con la localizzazione del transetto ed i punti di vista delle foto (relative all'area di indagine o a luoghi di osservazione delle specie o agli individui osservati) riportate nella scheda stessa.

Inoltre, durante l'attività sul campo, saranno raccolte informazioni sulle variabili ambientali caratterizzanti l'area e utili per la descrizione degli habitat che potrebbero essere utilizzati dalle specie quali siti di sosta, alimentazione e riproduzione.

Infine sarà annotata la posizione di eventuali nidi rinvenuti, ai fini di successiva mappatura.

Nella fase successiva alle attività sul campo, per ogni sessione di esecuzione di ciascuno dei transetti, dovranno essere elaborati alcuni indici e parametri ecologici, al fine di avere indicazioni sulla relativa comunità ornitica.

In particolare gli indici/parametri che dovranno essere elaborati sono i seguenti: ricchezza di specie (S); indice di diversità (H); indice di equiripartizione di Lloyd & Gheraldi (1964) (J); percentuale di non passeriformi (% N-Pass); percentuale delle specie di interesse comunitario (% Sp-Prot); dominanza (D). I suddetti parametri ed indici ecologici saranno riportati nelle schede di rilievo.

La ricchezza di specie è rappresentata dal numero di specie totali contattate nel campionamento: è una importante componente della diversità biologica e può essere considerata un semplice ed immediato indice di qualità ambientale, anche se con alcuni limiti. Essa rappresenta il numero totale di specie presenti distribuite nel tempo e nello spazio.

L'indice di diversità restituisce la probabilità di incontrare individui diversi nel corso del campionamento. Il valore è 0 quando una determinata comunità è composta da una sola specie e cresce all'aumentare della complessità del popolamento.

L'indice di equiripartizione di Lloyd & Gheraldi misura il grado di ripartizione delle frequenze delle diverse specie nella comunità. Il valore dell'indice è massimo quando tutte le specie sono presenti con la stessa abbondanza, mentre ha valori bassi nel caso ci sia una sola specie abbondante e numerose specie rare. L'indice varia da 0 (una sola specie presente) a 1 (tutte le specie presenti con lo stesso numero di individui). La percentuale di non passeriformi è il rapporto tra il numero dei non passeriformi ed il numero di specie totali: pur trattandosi di un rapporto tra categorie sistematiche, l'incidenza dei non passeriformi può fornire una indicazione sulla rappresentatività di elementi più stenoeci (presenti in proporzione maggiore fra i non passeriformi). È stato osservato che negli stadi iniziali di una successione ecologica i non passeriformi possono essere assenti e aumentano in numero con il progredire della successione verso stadi più maturi.

La percentuale delle specie di interesse comunitario è data dal rapporto tra il numero delle specie citate nell'Allegato I della Direttiva 2009/147/CE ed il numero di specie totali. Questo dato ci fornisce indicazioni sulla presenza di specie di interesse comunitario.

La dominanza restituisce la misura delle specie dominanti con l'aumentare del grado di complessità e di maturità dei biotopi.

La tecnica dei **punti di ascolto o point counts** consiste nel sostare per un tempo determinato, pari a 10 - 15 minuti, nella stazione di ascolto e di individuare, tramite l'ascolto del canto, e annotare tutti gli individui, conteggiandoli una sola volta. Quando possibile si stimerà e annoterà la distanza alla quale sono stati contattati gli individui.

Nello specifico i dati da riportare, nelle schede apposite, sono i seguenti:

- Specie ascoltate;
- Numero di individui ascoltati;
- Data ed ora dello svolgimento del punto di ascolto;
- Coordinate del punto di ascolto;
- Dati localizzazione del punto di ascolto (provincia, comune, quota);
- Caratteristiche ambientali dell'area interessata dal punto di ascolto;
- Condizioni meteorologiche.

Nelle suddette schede di rilievo, sarà inserito uno stralcio cartografico con la localizzazione del punto di ascolto ed una foto dell'area nella quale è ubicato il suddetto punto.

Inoltre, durante l'attività sul campo, saranno raccolte informazioni sulle variabili ambientali caratterizzanti l'area e utili per la descrizione degli habitat che potrebbero essere utilizzati dalle specie quali siti di sosta, alimentazione e riproduzione.

Infine sarà annotata la posizione di eventuali nidi rinvenuti, ai fini di successiva mappatura.

La tecnica del **punto di avvistamento o visual counts** prevede l'osservazione da un punto con buona visuale, al fine di rilevare le specie ornitiche di passaggio in volo, con particolare attenzione alle specie migratrici: delle specie osservate saranno conteggiati i singoli individui in volo o, in caso di stormi consistenti, ne sarà stimato il numero.

Saranno identificati e annotati su apposite schede gli individui avvistati in volo entro un raggio di almeno 1 km dal punto di osservazione. In merito agli individui avvistati saranno annotati l'orario di passaggio e i comportamenti adottati (volo multidirezionale, attività di caccia, parata e difesa territoriale, soste su posatoi, volo senza sosta e divagazioni nella traiettoria di migrazione ecc.). Per ogni individuo avvistato sarà riportata la direzione e il verso di volo, nonché l'altezza da terra. Inoltre saranno riportati sulle schede dati accurati sulla copertura nuvolosa e sulle condizioni del vento (direzione e forza).

Nello specifico i dati da riportare nelle schede apposite sono i seguenti:

- Specie osservate;
- Numero o stima degli individui osservati;
- Ora di osservazione degli individui;
- Direzione e verso di spostamento degli individui osservati;
- Tipo di attività osservata negli individui;
- Data ed ora dello svolgimento del punto di avvistamento;
- Coordinate del punto di avvistamento;
- Dati localizzazione del punto di avvistamento (provincia, comune, quota);
- Caratteristiche ambientali dell'area interessata dal punto di avvistamento;
- Condizioni meteorologiche.

Inoltre, durante l'attività sul campo, saranno raccolte informazioni sulle variabili ambientali caratterizzanti l'area e utili per la descrizione degli habitat che potrebbero essere utilizzati dalle specie quali siti di sosta, alimentazione e riproduzione.

Infine sarà annotata la posizione di eventuali nidi rinvenuti, ai fini di successiva mappatura.

### *11.2.2.3 Metodiche di monitoraggio*

La metodica di monitoraggio si compone delle fasi di seguito descritte.

- sopralluogo: in tale fase vengono stabilite le posizioni dei punti e dei percorsi di rilievo destinate al monitoraggio. Le posizioni dei punti e dei percorsi di indagine dovranno essere georeferenziate e fotografate;

- svolgimento del rilievo. Ogni rilievo prevede la restituzione, su apposita scheda di rilievo, delle informazioni ottenute e, nel caso dei transetti, successiva elaborazione dei dati ottenuti;
- svolgimento di osservazioni specifiche nelle aree di esecuzione dei rilievi e zone limitrofe, volte all'individuazione di eventuali habitat idonei quali siti di sosta, alimentazione e riproduzione.
- Compilazione di Rapporti dei rilievi eseguiti.

Per i dati da rilevare e la compilazione delle schede di rilievo le specifiche sono indicate nel precedente paragrafo.

### 11.2.3 Tempi e frequenza del monitoraggio

I rilievi saranno eseguiti nel periodo primaverile, in condizioni metereologiche buone, in quanto le perturbazioni atmosferiche riducono notevolmente la contattabilità delle specie.

Le indagini saranno svolte nelle prime ore del mattino, in orario compreso tra mezz'ora prima dell'alba e le ore 11:00 circa.

Le attività saranno distinte tra le fasi:

- a) Ante Operam (AO);
- b) Corso d'opera (CO)
- c) Post Operam (PO).

Il monitoraggio Ante Operam (AO) è relativo ai 6 mesi antecedenti l'inizio dei lavori, mentre il monitoraggio Post Operam (PO) è relativo all'anno successivo alla fine dei lavori. Nel corso d'opera le indagini saranno eseguite per tutta la durata dei lavori di realizzazione dell'opera.

Tutte le indagini saranno ripetute due volte l'anno, per ogni punto/percorso di rilievo, nella stagione primaverile (preferibilmente), con un intervallo di almeno 15 giorni tra le due sessioni.

### 11.3 Conclusioni

Il monitoraggio dell'ornitofauna è effettuato allo scopo di verificare le specie presenti nell'area di indagine ed eventuali variazioni nella comunità ornitica tra la situazione preesistente all'opera e quella seguente la sua realizzazione

Tematica	Punti/percorsi	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità per ogni punto
FAUNA	FAU_01	AO	Durante i 6 mesi antecedenti l'inizio dei lavori, due ripetizioni nel periodo primaverile (preferibilmente)	<ul style="list-style-type: none"><li>• località;</li><li>• provincia;</li><li>• comune;</li><li>• quota;</li><li>• lunghezza transetto;</li></ul>	Rilievo diretto	2

		CO	Durante ogni anno di durata dei lavori, due ripetizioni nel periodo primaverile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ampiezza transetto;</li> <li>• superficie rilevata;</li> <li>• coordinate GPS (inizio e fine);</li> </ul>	Rilievo diretto	2
		PO	Durante l'anno successivo alla fine dei lavori, due ripetizioni nel periodo primaverile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• condizioni metereologiche;</li> <li>• caratteristiche ambientali;</li> <li>• specie;</li> <li>• numero individui per specie;</li> <li>• attività degli individui;</li> <li>• indici ecologici.</li> </ul>	Rilievo diretto	2

Tabella 11.2 Quadro sinottico PMA fattore ambientale fauna

## 12 RESTITUZIONE DATI

### 12.1 Il sistema informativo del monitoraggio

#### 12.1.1 Contenuti e finalità

Le attività del Monitoraggio Ambientale producono generalmente un importante volume di dati ciascuno dei quali risulta corredato delle proprie connotazioni spazio-temporali; nel caso del Progetto di Monitoraggio Ambientale dell'Opera in esame, stante la sua rilevanza a livello provinciale, regionale, sussiste l'esigenza di gestione di tali dati in quantità quindi rilevanti, e con la necessità di fare partecipare alla gestione stessa numerosi attori ciascuno con le proprie specifiche autorità.

Si impone pertanto l'inserimento tra gli strumenti di gestione del Progetto dell'Opera / Intervento di un sistema complesso e con una articolata struttura di controllo che consenta la gestione avanzata del dato di Monitoraggio Ambientale: il Sistema Informativo Territoriale (S.I.T.), con cui si intende l'insieme degli strumenti hardware e software e delle procedure di amministrazione ed utilizzo che consentono, per il tramite di una struttura di risorse specializzate, il complesso delle operazioni di caricamento (upload), registrazione, validazione, consultazione, elaborazione, scaricamento (download) e pubblicazione dei dati del Monitoraggio Ambientale e dei documenti ad essi correlati.

All'interno del Progetto di Monitoraggio Ambientale, il Sistema Informativo Territoriale (S.I.T.) sarà implementato come un vero e proprio strumento di lavoro a supporto della fase attuativa del Monitoraggio e pertanto dovrà supportare i principali processi di recovery, conoscenza e comunicazione del dato.

Nella definizione del progetto del S.I.T. saranno assunti tra i requisiti di base le indicazioni fornite dalle citate "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.)".

#### 12.1.2 Architettura del Sistema

Il SIM è una banca dati avente due interfacce:

- Interfaccia alfanumerica costruita ad hoc;
- Interfaccia geografica.

La base informativa georeferenziata e costituita dagli elementi caratteristici del progetto e dei diversi fattori ambientali, dal database delle misure, degli indicatori e delle schede di rilevamento. L'entità fondamentale è il sito/strumento di misura, presente sul DB alfanumerico con scheda monografica e scheda dei rilievi, e presente sul GIS per l'analisi spaziale dei dati.

I dati alfanumerici non sono altro che la caratterizzazione dei punti di rilievo e di tutte le misurazioni effettuate e validate dalle ditte specializzate; questi dati vengono archiviati in un database strutturato. Il database alfanumerico è in pratica una collezione di dati già validati, verificati ed elaborati, suddivisi per temi ambientali ed indicatori sintetici di stato d'ambiente; nel diagramma sottostante viene mostrata la struttura che definisce il flusso dei dati alfanumerici.

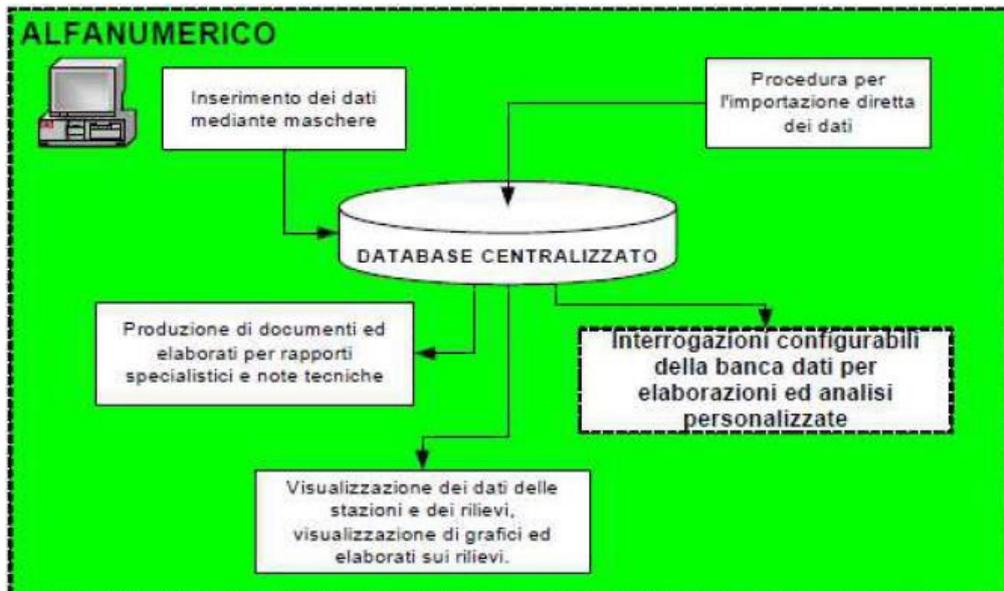


Figura 12.1 SIM - Interfaccia alfanumerica

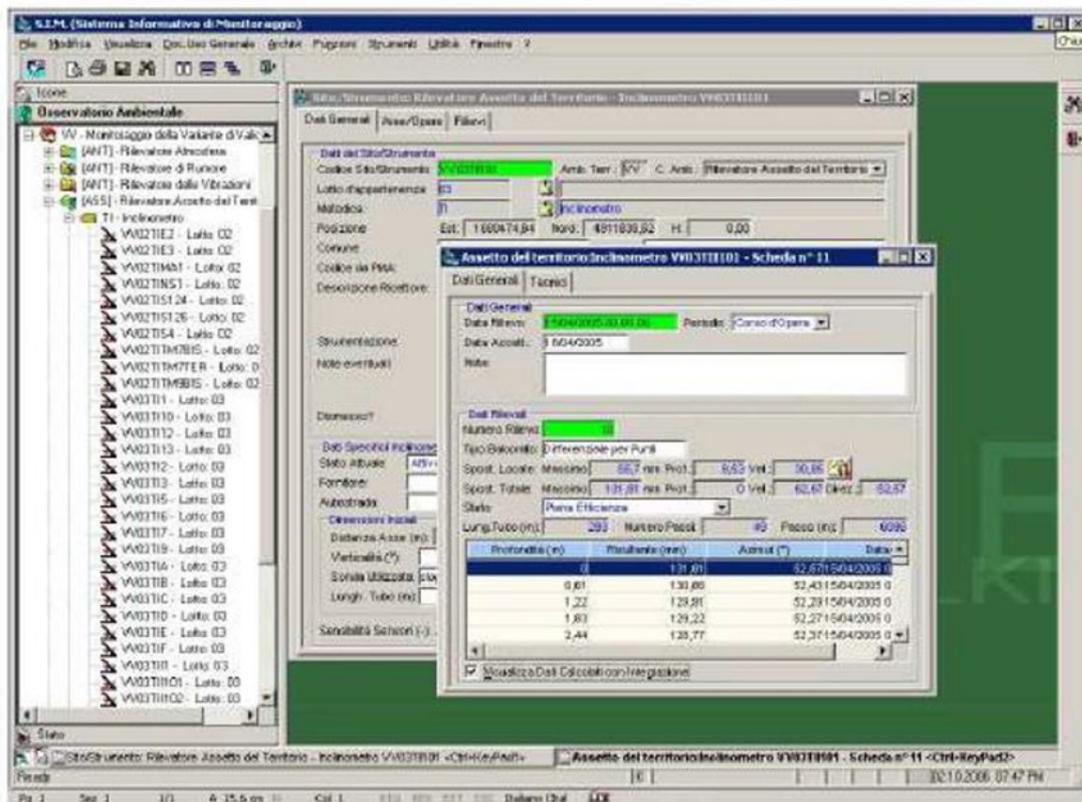


Figura 12.2 SIM interfaccia alfanumerica

Le tipologie di dati grafici e cartografici che interessano il sistema di monitoraggio sono le seguenti:

- tavole di progetto;
- cartografia geografica e tematica;
- dati territoriali, intesi come localizzazione dei punti di rilievo nel territorio.

Le tavole di progetto sono archiviate in file di tipo Autocad, mentre gli altri dati di tipo cartografico, quali cartografia geografica e tematica e dati territoriali, sono archiviati in un sistema GIS (Geographic Information System) che salva i propri dati in un database.

Con il GIS è possibile eseguire delle interrogazioni cartografiche e creare delle mappe tematiche; ad esempio la visualizzazione di tutti i sensori di rumore che si trovano nell'intorno dell'opera progettata o del fronte d'avanzamento dei lavori, e la stampa di tale carta geografica.

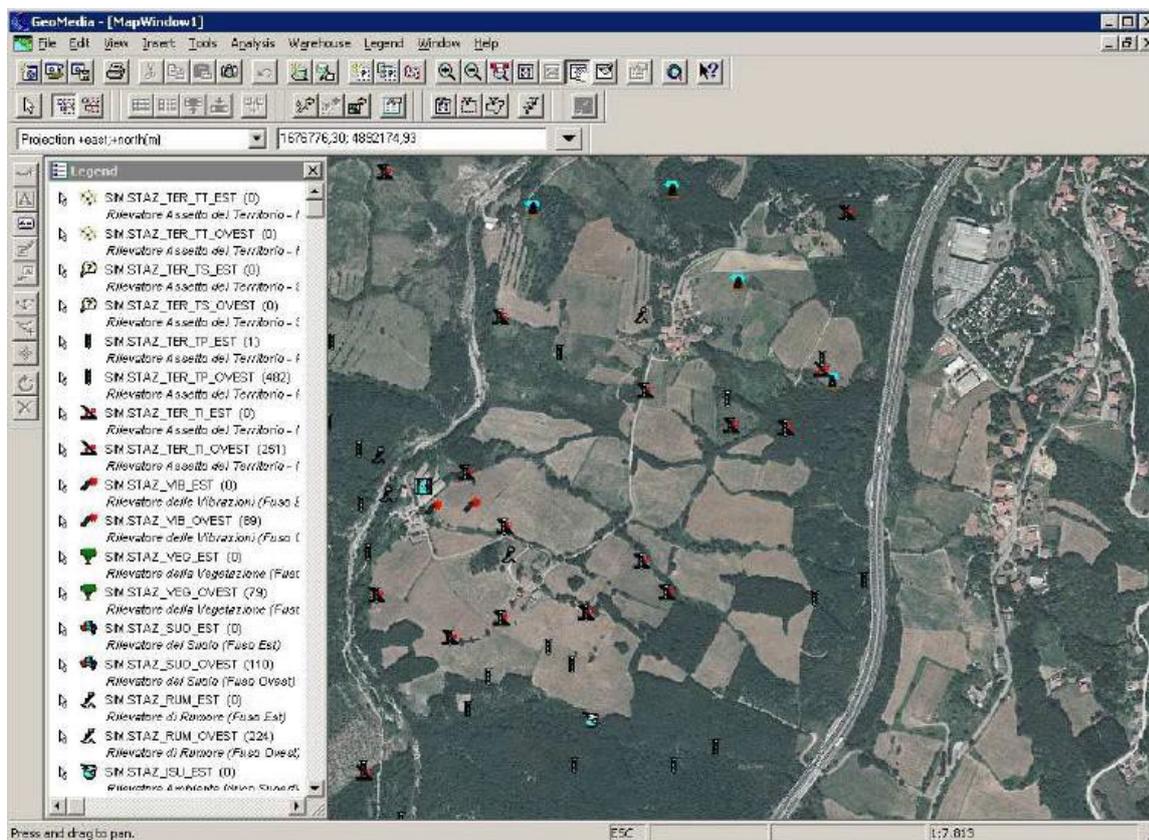


Figura 12.3 SIM – Interfaccia geografica

I dati che confluiscono nel SIM possono essere raggruppati in due categorie principali:

- dati provenienti da strumentazione —> formati Excel o XML;
- dati forniti da consulenti esterni —> formati di interscambio Excel o Access o XML.

Il processo di importazione fa confluire questi dati in tabelle di appoggio, le quali permettono sia il controllo automatico che la validazione del dato da parte dei vari responsabili del fattore ambientale; solo dati controllati e validati (con registro del processo di controllo e validazione) confluiscono nelle tabelle definitive del SIM.

## 12.2 Restituzione e memorizzazione dati

### 12.2.1 I Rapporti di misura

I dati ottenuti attraverso il monitoraggio dovranno essere elaborati e caricati sulla piattaforma SIM.

A tal fine saranno predisposte delle schede di rilievo contenenti la codifica (univoca) del rilievo oltre alle seguenti informazioni:

- codice rilievo,
- codice stazione,
- fattore ambientale monitorato,
- data e ora di inizio e fine rilievo,
- metodo di rilevamento,
- nome/unità di misura/valore del parametro rilevato,
- dati stazionali significativi per il rilievo.

### **12.2.2 I rapporti di campagna**

Al termine di ciascuna campagna di monitoraggio per ciascun fattore ambientale dovranno essere restituiti dei rapporti periodici.

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

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

### **12.2.3 I rapporti annuali**

Annualmente dovrà essere predisposto un report, che analizza e interpreta i singoli fattori ambientali sulla base dei dati acquisiti nel periodo precedente all'emissione del rapporto stesso e ha carattere conclusivo per la fase di monitoraggio a cui si riferisce (ante, corso, post).

Prevede la caratterizzazione dello stato dei singoli fattori ambientali tenendo conto dei dati acquisiti nelle fasi di monitoraggio precedenti.

Il rapporto, con riferimento a ciascun fattore ambientale, include le seguenti informazioni minime:

introduzione (fattore ambientale, fase di monitoraggio, periodo di riferimento, finalità);

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

## 13 GESTIONE DELLE ANOMALIE

Si definisce “condizione anomala” ogni situazione in cui si ha il superamento o di scostamento dal livello di ante operam.

In particolare, per le componenti in esame, possono essere considerate anomali casi quali si presenta:

- Superamenti dei limiti della qualità dell’aria
- Superamenti dei limiti acustici
- Evidente stress idrico;
- Costipazione del suolo;
- Interruzione dei corridoi ecologici;
- Effetti delle polveri sulla vegetazione naturale e semi-naturale esistente;

Si ritiene opportuno che ogni situazione anomala registrata venga segnalata tramite apposita scheda che riporti un preciso riferimento al punto in cui essa è avvenuta e alle possibili cause.

Qualora venisse riscontrata una situazione anomala si procederà aprendo una scheda anomalia riportante le seguenti indicazioni e che dovrà essere inviata alla Committente:

- date di emissione, sopralluogo e analisi del dato;
- parametro o indice indicatore di riferimento;
- cause ipotizzate e possibili interferenze;
- note descrittive e eventuale foto;
- eventuali azioni da intraprendere;
- verifica dei risultati ottenuti (da compilare successivamente).

Successivamente si procederà tenendo il parametro anomalo sotto controllo, eventualmente aumentando il numero delle campagne e controllando che il parametro rientri.

Nel caso in cui il parametro si mantenesse anomalo senza una giustificazione adeguata legata alle lavorazioni in essere, si definisce con la Committenza se e quale azione correttiva intraprendere.