



# Autostrada Asti-Cuneo

TRONCO II A21 (ASTI EST) - A6 (MARENE)  
LOTTO 6 RODDI-DIGA ENEL

STRALCIO a  
TRA IL LOTTO II.7 E LA PK. 5+000

## PROGETTO ESECUTIVO

09 - PROGETTO DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE

09.02 - Nuova relazione del progetto di monitoraggio  
Progetto di monitoraggio ambientale - Relazione

IMPRESA 	PROGETTISTA 	INTEGRATORE ATTIVITA' SPECIALISTICHE Dott. Ing. Salvatore Sguazzo Albo degli Ingegneri provincia di Salerno n. 5031 	COMMITTENTE Autostrada Asti-Cuneo S.p.A. Direzione e Coordinamento: S.A.L.T. p.A. (Gruppo ASTM) Via XX Settembre, 98/E 00187 Roma
--	--	--	---

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTR.	APPROV.	RIESAME	DATA	SCALA
A	11-2023	EMISSIONE	Arch. Massari	Ing. Di Prete	Ing. Sguazzo	Ing. Sguazzo	NOVEMBRE 2023	-
							N. Progr.	
							09.02.01	

CODIFICA	PROGETTO	LIV	DOCUMENTO	REV	WBS
	P017	E	AMB RH 001	A	A33126A000
					CUP
					G31B20001080005

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	VISTO DELLA COMMITTENTE
-------------------------------	-------------------------

**INDICE**

<b>1. GLI OBIETTIVI GENERALI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE.....</b>	<b>4</b>
<b>2. I REQUISITI GENERALI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE .....</b>	<b>4</b>
<b>3. I REQUISITI DEL PMA ED I FATTORI DI SPECIFICITÀ DEL CASO.....</b>	<b>6</b>
<b>4. ATMOSFERA .....</b>	<b>8</b>
4.1. FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO.....	8
4.1.1. <i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	8
4.1.2. <i>Riferimenti normativi</i> .....	8
4.2. MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA .....	10
4.2.1. <i>Localizzazione delle aree di monitoraggio</i> .....	10
4.2.2. <i>Metodologia e strumentazione</i> .....	10
4.2.3. <i>Tempi e frequenza del monitoraggio</i> .....	13
4.3. CONCLUSIONI .....	14
<b>5. GEOLOGIA E ACQUE.....</b>	<b>16</b>
5.1. FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO.....	16
5.1.1. <i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	16
5.1.2. <i>Riferimenti normativi</i> .....	17
5.2. MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE E DEL SUOLO.....	18
5.2.1. <i>Localizzazione delle aree di monitoraggio</i> .....	18
5.2.2. <i>Metodologia e strumentazione</i> .....	19
5.2.3. <i>Tempi e frequenza del monitoraggio</i> .....	28
5.3. CONCLUSIONI .....	29
<b>6. VEGETAZIONE .....</b>	<b>32</b>
6.1. FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO.....	32
6.1.1. <i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	32
6.1.2. <i>Riferimenti normativi</i> .....	32
6.2. MONITORAGGIO DELLA VEGETAZIONE .....	33
6.2.1. <i>Localizzazione delle aree di monitoraggio</i> .....	33
6.2.2. <i>Metodologia e strumentazione</i> .....	33
6.2.3. <i>Tempi e frequenza del monitoraggio</i> .....	38
6.3. MONITORAGGIO DEGLI INTERVENTI A VERDE E DI RIPRISTINO .....	38
6.3.1. <i>Localizzazione delle aree di monitoraggio</i> .....	38
6.3.2. <i>Metodologia e strumentazione</i> .....	39
6.3.3. <i>Tempi e frequenza del monitoraggio</i> .....	39
6.4. CONCLUSIONI .....	40
<b>7. FAUNA .....</b>	<b>41</b>
7.1. FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO.....	41
7.1.1. <i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	41
7.1.2. <i>Riferimenti normativi</i> .....	41
7.2. MONITORAGGIO DELLA FAUNA .....	42
7.2.1. <i>Localizzazione delle aree di monitoraggio</i> .....	42
7.2.2. <i>Metodologia e strumentazione</i> .....	43
7.2.3. <i>Tempi e frequenza del monitoraggio</i> .....	48

---

7.3.	ECOSISTEMI .....	48
7.3.1.	<i>Localizzazione delle aree di monitoraggio</i> .....	48
7.3.2.	<i>Metodologia e strumentazione</i> .....	48
7.3.3.	<i>Tempi e frequenza del monitoraggio</i> .....	54
7.4.	CONCLUSIONI .....	55
<b>8.</b>	<b>RUMORE</b> .....	<b>58</b>
8.1.	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO.....	58
8.1.1.	<i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	58
8.1.2.	<i>Riferimenti normativi</i> .....	58
8.2.	MONITORAGGIO DEL RUMORE STRADALE .....	59
8.2.1.	<i>Localizzazione delle aree di monitoraggio</i> .....	59
8.2.2.	<i>Metodologia e strumentazione</i> .....	60
8.2.3.	<i>Tempi e frequenza del monitoraggio</i> .....	62
8.3.	MONITORAGGIO DEL RUMORE INDOTTO DAL CANTIERE .....	62
8.3.1.	<i>Localizzazione delle aree di monitoraggio</i> .....	62
8.3.2.	<i>Metodologia e strumentazione</i> .....	64
8.3.3.	<i>Tempi e frequenza del monitoraggio</i> .....	66
8.4.	CONCLUSIONI .....	66
<b>9.</b>	<b>PAESAGGIO</b> .....	<b>67</b>
9.1.	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO.....	67
9.1.1.	<i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	67
9.1.2.	<i>Riferimenti normativi</i> .....	67
9.2.	MONITORAGGIO DELLA PERCEZIONE VISIVA .....	68
9.2.1.	<i>Localizzazione delle aree di monitoraggio</i> .....	68
9.2.2.	<i>Metodologia e strumentazione</i> .....	68
9.2.3.	<i>Tempi e frequenza del monitoraggio</i> .....	69
9.3.	CONCLUSIONI .....	70
<b>10.</b>	<b>MONITORAGGIO DELLE OPERE GEOTECNICHE</b> .....	<b>71</b>
10.1.	MONITORAGGIO DELLE TRINCEE .....	71
10.2.	MONITORAGGIO DEI RILEVATI .....	72
10.3.	MONITORAGGIO DELLE AREE POTENZIALMENTE INSTABILI .....	73
<b>11.</b>	<b>RESTITUZIONE DATI</b> .....	<b>75</b>
11.1.	IL SISTEMA INFORMATIVO DEL MONITORAGGIO .....	75
11.1.1.	<i>Contenuti e finalità</i> .....	75
11.1.2.	<i>Architettura del sistema</i> .....	75
11.2.	RESTITUZIONE E MEMORIZZAZIONE DATI.....	77
11.2.1.	<i>I rapporti di misura</i> .....	77
11.2.2.	<i>I rapporti di campagna</i> .....	77
11.2.3.	<i>I rapporti semestrali</i> .....	77

## 1. GLI OBIETTIVI GENERALI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

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 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 nell'esercizio dell'infrastruttura in modo da intervenire immediatamente ed evitare lo sviluppo di eventi gravemente compromettenti la qualità ambientale;
- 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.

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.

## 2. I REQUISITI GENERALI DEL 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 MA 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. I REQUISITI DEL PMA ED I FATTORI DI SPECIFICITÀ 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>
<b>Specificità</b>	Elementi di peculiarità dell'opera progettata e del relativo contesto di intervento
<b>Proporzionalità</b>	Risultanze degli studi effettuati nell'ambito dell'analisi degli impatti dello SIA generati dall'opera in progetto, nella sua fase di realizzazione e di esercizio.

Tabella 3-1 Quadro di correlazione Requisiti PMA – Fattori di specificità

#### 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:

<b>FASE</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>OBIETTIVI</b>
<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: al periodo che precede l'entrata in esercizio dell'opera nel suo assetto funzionale definitivo; all'esercizio dell'opera eventualmente articolato a sua volta in diversi orizzonti temporali (breve, medio, lungo periodo).	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 3-2 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.

### **Le componenti ambientali oggetto di monitoraggio**

Al fine di rispondere agli obiettivi propri del monitoraggio ambientale, il primo passaggio in tale direzione è quello di definire le componenti 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, le componenti ambientali oggetto di monitoraggio sono:

- Atmosfera;
- Geologia e acque;
- Vegetazione;
- Fauna;
- Rumore;
- Paesaggio.

Nell'ambito della progettazione esecutiva, è stato predisposto il monitoraggio delle opere geotecniche (cfr. Sezione 06.04).

Al fine di fornire un quadro completo del monitoraggio dell'intervento, in questa sede si riporta una sintesi di quanto previsto nel suddetto monitoraggio (cfr. cap. 10), rimandando alla specifica sezione per gli opportuni approfondimenti.

Nella redazione del presente PMA si è tenuto conto delle "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi", di cui al D.Lgs. n.163 del 12/04/06, redatte dalla Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale (rev.2 del 23/07/07).

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

---

## 4. ATMOSFERA

### 4.1. FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

#### 4.1.1. Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio della componente 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.

Secondo le risultanze della modellazione atmosferica condotta nello SIA, gli impatti sulla qualità dell'aria legati all'esercizio dell'opera sono riconducibili principalmente alla diffusione di inquinanti generati dal traffico veicolare in previsione. I valori di concentrazione di inquinanti più elevati si rilevano in corrispondenza dei recettori più prossimi all'infrastruttura in progetto. Per quanto riguarda la fase di cantiere, invece, lo studio specialistico rileva problematiche in termini di diffusione di polveri in atmosfera legate alle attività di movimentazione del materiale polverulento. Ne consegue pertanto come per il monitoraggio della qualità dell'aria siano previste azioni di controllo relative sia all'esercizio dell'infrastruttura stradale, sia alla sua realizzazione.

Le risultanze di tale monitoraggio permetteranno, quindi, di verificare, rispetto alla situazione attualmente presente nell'area, l'eventuale incremento dei livelli di concentrazione di polveri e di inquinanti durante l'esercizio dell'opera in funzione delle modificazioni del traffico veicolare e durante la fase di cantierizzazione in funzione delle attività di cantiere più critiche per la componente atmosfera.

#### 4.1.2. 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 azoto e PM<sub>10</sub> (allegato XI punto 1);
- le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di azoto (allegato XII parte 1);
- 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
<b>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)*</b>			
<b>1 ora</b>	200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile	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
<b>Anno civile</b>	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
<b>PM<sub>10</sub>*</b>			
<b>1 giorno</b>	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)
<b>Anno civile</b>	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)

(1) Già in vigore dal 1° gennaio 2005.

(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.

\* 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.

*Tabella 3-3 Valori limite – Allegato XI del D.Lgs 155/2010*

## 4.2. MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

### 4.2.1. 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, sono state individuate complessivamente 7 stazioni, come indicato nella tabella seguente.

Punti	Ricettori e cantieri di riferimento	Coordinata X	Coordinata Y
ATM_01	-	414360	4947668
ATM_02	RS	415439	4947309
ATM_03	C1	414315	4947844
ATM_04	C2	414155	4947801
ATM_05	C3	414306	4947814
ATM_06	C5	416238	4948316
ATM_07	C6	416282	4948287

*Tabella 3-4 Punti di monitoraggio della qualità dell'aria*

Le stazioni di monitoraggio sono state scelte nel rispetto di differenti criteri. In particolare, il punto ATM\_02 è collocato in prossimità dell'Ospedale Michele e Pietro Ferrero, in località Verduno; il punto ATM\_01 è collocato invece in prossimità di un'abitazione civile collocata nel buffer maggiormente critico a seguito delle analisi sulle concentrazioni del Post-Operam; infine, i punti ATM\_03, 04, 05, 06, 07 sono localizzati in corrispondenza dei ricettori risultati più critici dalle simulazioni di cantiere effettuate.

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio della qualità dell'aria è possibile fare riferimento all'elaborato grafico 09.02.02\_P017\_D\_MOA\_PL\_001\_A "Planimetria del monitoraggio ambientale".

### 4.2.2. Metodologia e strumentazione

#### 4.2.2.1. Tipologia di monitoraggio

Per il monitoraggio della qualità dell'aria 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. Saranno utilizzati inoltre campionatori sequenziali/gravimetrici delle polveri, oltre che campionatori passivi.

#### 4.2.2.2. 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:

- Ossidi e biossidi di azoto (NO<sub>2</sub>);
- PM<sub>10</sub>;
- Parametri meteorologici (direzione e velocità vento, temperatura atmosferica, umidità relativa, pressione atmosferica, radiazione solare globale e diffusa, precipitazioni atmosferiche).

#### 4.2.2.3. 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.

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.

Le concentrazioni degli inquinanti ricercati sono espresse come medie fissate nella normativa di riferimento, ed in particolare della media giornaliera, ossia la concentrazione media dalle 00.00 alle 24.00 nel giorno di osservazione.

Determinazione della concentrazione di Particolato Totale Sospeso sarà effettuata mediante gravimetria, secondo il metodo descritto nel D.P.C.M. 28 Marzo 1983 – Appendice 2. Il volume d'aria,

campionato a 2,3 m<sup>3</sup>/h e filtrato, viene riferito alle condizioni ambientali (anziché a 25°C e 101,3 kPa), per un più corretto confronto con il PM10.

Alla stessa maniera, anche la determinazione della concentrazione di PM10 sarà effettuata mediante gravimetria, secondo l'Allegato del Decreto 26/01/2017 del Ministero dell'Ambiente, Par. A – Metodi di riferimento, Punto 6, conformemente alla normativa europea UNI EN 12341:2014. Il volume d'aria, campionato a 2,3 m<sup>3</sup>/h e filtrato, viene riferito alle condizioni ambientali (c.a.)

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici, mediante l'impiego di sonde specifiche collegate ad una console tipo Vantage pro 2 o similare per l'acquisizione e la pre-elaborazione dei dati meteorologici. La stazione è costituita da:

1. sensore di direzione e velocità vento;
2. sensore di temperatura;
3. sensore di umidità relativa;
4. sensore di pressione atmosferica;
5. sensore di radiazione solare totale;
6. sensore di precipitazione.

I campionatori passivi sono dispositivi in grado di catturare gli inquinanti presenti nell'aria senza far uso di aspirazione forzata ma sfruttando il solo processo fisico di diffusione molecolare degli inquinanti. All'interno del campionatore è presente una sostanza, cioè un adsorbente specifico per ciascun inquinante, in grado di reagire con una sostanza oggetto di monitoraggio. Il prodotto che si accumula nel dispositivo in seguito alla reazione viene successivamente analizzato in laboratorio così da determinare quantitativamente l'inquinante accumulato.

Ciascun campionatore è costituito da:

- cartuccia adsorbente;
- piastra di supporto;
- corpo diffusivo;
- box per preservare la strumentazione dagli agenti atmosferici.

In riferimento alla concentrazione di biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), si farà riferimento al filtro assorbente Radiello codice 166 o similare, in polietilene microporoso rivestito di trietanolammina (TEA) umida. Il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) viene chemiadsorbito dalla TEA sotto forma di ione nitrito. Il nitrito è dosato mediante cromatografia ionica. La captazione è selettiva per la forma gassosa; eventuali nitriti dispersi in aria non sono in grado di attraversare la parete diffusiva del Radiello.

Il sistema di misura è costituito da centraline fisse conformi a quanto prescritto dal D.Lgs. n.155 del 13 agosto 2010 ed alla classificazione U.S. EPA., e ricollocabili secondo il cronoprogramma di monitoraggio.

Tali 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.

#### **4.2.3. Tempi e frequenza del monitoraggio**

La costruzione e l'esercizio delle opere di progetto possono dar vita ad impatti sulla qualità dell'aria sia durante le fasi di costruzione delle opere stesse sia nella fase post operam.

Le emissioni che possono causare alterazione dei livelli di qualità dell'aria nelle zone limitrofe ai cantieri per la realizzazione dell'opera, sono quelle derivanti da qualsiasi fase lavorativa che può generare uno specifico inquinante perché utilizza o processa un materiale che lo contiene (o che contiene un suo precursore).

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

- Ante Operam (AO);
- Corso d'Opera (CO);
- 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 la componente atmosfera. Questo consente di disporre di segnali tempestivi per poter attivare eventuali azioni correttive rispetto a quelle preventive già predisposte e adottate sulla base degli esiti dello studio atmosferico (es.: emissioni da cumuli, movimenti terra e mezzi d'opera). Allo stesso modo del PMA Ante Operam, per ogni punto di monitoraggio individuato vengono analizzate le concentrazioni di inquinanti ed i parametri meteorologici.

In ultimo, il monitoraggio da effettuare nella fase Post Operam è variabile in termini di tempistiche in funzione della tipologia di opera e delle caratteristiche territoriali dell'area in esame. In particolare, tali dati consentono di effettuare sia il confronto con la fase di ante-operam a fine lavori, ossia in assenza di emissioni/immissioni dovute alla fase di costruzione, sia per disporre di un nuovo quadro conoscitivo "ex-ante" rispetto all'esercizio delle opere (in particolare qualora fossero intervenuti altri fattori indipendenti dai lavori a modificare lo stato di qualità dell'aria).

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 Ante Operam, in Corso d'Opera e Post Operam, 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 e Post Operam sarà pari ad un anno solare in modo da considerare la qualità dell'aria e le dinamiche temporali per le varie stagioni. Nella durata annuale, laddove non specificato diversamente, si intende una misura annuale con cadenza continuativa.

Per la fase di Corso d'Opera, invece, il monitoraggio avrà la durata della costruzione.

#### Ante Operam

Al fine di analizzare la qualità dell'aria attuale nell'area di intervento, sono previste complessivamente 7 stazioni di monitoraggio: in particolare, una in prossimità dell'Ospedale in località Verduno, una per monitorare i recettori risultati sensibili dalle analisi effettuate per il Post-Operam, cinque per monitorare i recettori sensibili risultati dalle analisi in Corso d'Opera.

I monitoraggi sui punti suddetti hanno le seguenti frequenze e monitorano i seguenti elementi:

- con campionatori passivi: NO<sub>2</sub>: due settimane, in corrispondenza di prelievo PM<sub>10</sub>
- con campionatore sequenziale/gravimetrico delle polveri sequenziale/gravimetrico delle polveri con cadenza trimestrale per una durata di due settimane: PM<sub>10</sub>.

#### Corso d'Opera

Sui punti di monitoraggio individuati come ATM\_01÷07, con le stesse modalità dell'Ante Operam si prevede di monitorare:

- con centralina mobile (PM<sub>10</sub>),
- con campionatore sequenziale/gravimetrico delle polveri (PM<sub>10</sub>).

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

#### Post Operam

Nella fase Post Operam il monitoraggio interesserà i 2 punti (ATM\_01, 02), per i quali, si rileveranno i seguenti parametri con campionatori passivi: NO<sub>2</sub>, con le stesse modalità viste sopra. Per quanto riguarda il PM<sub>10</sub>, invece, il monitoraggio Post Operam sarà sviluppato per tutti i ricettori.

### **4.3. 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 necessari per l'abbattimento delle polveri generate dalle lavorazioni.

Il monitoraggio si svolge attraverso centralina mobile, campionatore sequenziale/gravimetrico e campionatori passivi. Le metodiche di monitoraggio sono funzione della tipologia di indagine, come indicato nella successiva tabella.

<b>Punti</b>	<b>Fase</b>	<b>Frequenza e durata</b>	<b>Parametri</b>	<b>Metodologia</b>
<i>ATM_01</i>	AO	Per un anno antecedente all'inizio dei lavori	NO2	con campionatori passivi per l'intero periodo
		Per un anno antecedente all'inizio dei lavori con cadenza trimestrale	PM10	con campionatore sequenziale/gravimetrico per 14gg
	PO	Per un anno successivo alla fine dei lavori	NO2	con campionatori passivi per 14 gg
			PM10	con campionatore sequenziale/gravimetrico per 14gg
<i>ATM_02</i>	AO	Per un anno antecedente all'inizio dei lavori con cadenza trimestrale	NO2	con campionatori passivi per 14 gg
		Per un anno antecedente all'inizio dei lavori con cadenza trimestrale	PM10	con campionatore sequenziale/gravimetrico per 14gg
	PO	Per un anno successivo alla fine dei lavori	NO2	con campionatori passivi per 14 gg
			PM10	con campionatore sequenziale/gravimetrico per 14gg
	CO	Per la durata del cantiere con cadenza trimestrale	PM10	con campionatore sequenziale/gravimetrico per 14gg
<i>ATM_03, ATM_04, ATM_05, ATM_06, ATM_07</i>	AO	Per un anno antecedente all'inizio dei lavori	NO2	con campionatori passivi per 14 gg
		Per un anno antecedente all'inizio dei lavori con cadenza trimestrale	PM10	con campionatore sequenziale/gravimetrico per 14gg
	CO	Per la durata del cantiere con cadenza trimestrale	PM10	con campionatore sequenziale/gravimetrico per 14gg
	PO	Per un anno successivo alla fine dei lavori	PM10	con campionatore sequenziale/gravimetrico per 14gg

*Tabella 3-5 Quadro sinottico PMA componente atmosfera*

---

## 5. GEOLOGIA E ACQUE

### 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 e sotterranei potenzialmente interessati dalle azioni di progetto, mentre quello del suolo si prefigge la tutela del terreno vegetale e delle coltri pedologiche, quali risorse ambientali non rinnovabili e sostegno primario della biosfera. La realizzazione di un'infrastruttura comporta un inevitabile consumo di suolo, figlio dell'occupazione di territori naturali e agricoli da parte di strutture ed infrastrutture.

Nello specifico, i principali obiettivi del monitoraggio delle acque 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 SIA 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.

È prevista inoltre l'installazione di un piezometro ai fini della protezione dinamica dei 3 pozzi gestiti da Tecnoedil S.p.A.; tale piezometro sarà essere mantenuto in esercizio per tutta la fase realizzativa e per la fase di esercizio.

Per quanto concerne la componente suolo, 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 base previste per la realizzazione dei lavori, prevalentemente caratterizzate da prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive.

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.

### 5.1.2. Riferimenti normativi

Il quadro normativo di riferimento è costituito da:

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

In particolare, del D.Lgs. 152/06 s.m.i. 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 sia per le acque superficiali che sotterranee;
- l'Allegato 5 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 E DEL SUOLO

### 5.2.1. Localizzazione delle aree di monitoraggio

Nella definizione della localizzazione dei punti di monitoraggio della componente geologia e acque, si è deciso di andare a monitorare i corsi d'acqua interferiti dal progetto ed i suoli interessati dalle aree di cantiere.

In particolare, dunque, verranno posizionati due punti di monitoraggio (monte/valle) in corrispondenza di ciascun corso d'acqua e un punto di monitoraggio per ciascun cantiere.

Inoltre, con specifico riferimento alla localizzazione degli impianti di trattamento delle acque di piattaforma previsti da progetto, si è previsto un monitoraggio specifico allo scarico. Per quest'ultima tipologia di scarichi si adatterà la nomenclatura GA.S, per differenziarli dai precedenti (GA).

È inoltre presente uno specifico punto di monitoraggio per delle acque sotterranee ai fini della protezione dinamica dei 3 pozzi gestiti da Tecnoedil S.p.A. (GA\_21) che sarà ubicato all'intersezione tra la Zona di Rispetto Allargata (ZRA) e l'area operativa. È previsto inoltre il monitoraggio di uno dei tre pozzi (GA\_22).

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

<b>Punti</b>	<b>Latitudine</b>	<b>Longitudine</b>	<b>Oggetto monitoraggio</b>
GA_01	44°39'55.26"N	7°53'45.26"E	Rio dei Deglia valle
GA_02	44°39'52.46"N	7°53'51.26"E	Rio dei Deglia monte
GA_03	44°39'56.80"N	7°53'52.77"E	Cantiere AO 1
GA_04	44°40'1.21"N	7°53'55.86"E	Rio Santo Stefano valle
GA_05	44°39'58.21"N	7°54'2.75"E	Rio Santo Stefano monte
GA_06	44°40'37.85"N	7°54'45.04"E	Opera 3 valle
GA_07	44°40'10.16"N	7°54'18.77"E	Cantiere AO 2
GA_08	44°40'34.76"N	7°54'50.32"E	Opera 3 monte
GA_09	44°40'43.36"N	7°54'53.36"E	Viadotto SP7 valle
GA_10	44°40'41.77"N	7°54'57.63"E	Cantiere AO 3
GA_11	44°40'46.95"N	7°55'2.32"E	Cantiere AO 4
GA_12	44°40'46.87"N	7°55'12.02"E	Cantiere AO 6
GA_13	44°40'46.60"N	7°55'14.81"E	Viadotto SP7 monte
GA_14	44°40'49.87"N	7°55'14.16"E	Cantiere AO 6
GA_15	44°40'52.56"N	7°55'40.11"E	Cantiere AO 5
GA_16	44°41'20.62"N	7°56'37.79"E	Cantiere AO 7 Campo Base
GA_17	44°40'27.05"N	7°54'25.11"E	Area forestale con vegetazione tartufigena 1
GA_18	44°40'35.08"N	7°54'50.04"E	Area forestale con vegetazione tartufigena 2
GA_19	44°40'8.97"N	7°54'9.31"E	Rio San Giacomo valle
GA_20	44°40'4.65"N	7°54'12.03"E	Rio San Giacomo monte
GA_21	44°40'53.92"N	7°55'39.59"E	Pozzi Tecnoedil (nuovo piezometro)

Punti	Latitudine	Longitudine	Oggetto monitoraggio
GA_22	44°40'53.12"N	7°55'34.41"E	Pozzi Tecnoedil
GA.S_01	44°39'50.45"n	7°53'24.30"E	Scarico in Rio San Michele
GA.S_02	44°40'35.16"N	7°54'45.92"E	Scarico in Tanaro
GA.S_03	44°40'50.48"N	7°55'36.85"E	Scarico in Tanaro
GA.S_04	44°41'05.73"N	7°56'40.62"E	Scarico in scolmatore canale Enel/Verduno
GA.S_05	44°39'57.58"N	7°53'53.49"E	Rio San Giacomo
GA.S_06	44°39'55.13"N	7°53'48.65"E	Rio dei Deglia
GA.S_07	44°40'29.24"N	7°54'25.97"E	Scarico in Tanaro

Tabella 5-1 Punti di monitoraggio

## 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, mentre il monitoraggio del suolo prevede la verifica diretta delle caratteristiche fisiche, chimiche e agronomiche del suolo attraverso rilievi e analisi. In questo caso i rilievi consisteranno nella determinazione del profilo pedologico, attività propedeutica al prelievo dei campioni che saranno poi analizzati in laboratorio.

Il monitoraggio dei corpi idrici superficiali interessati dal progetto è effettuato mediante una coppia di misure poste a monte e a valle delle opere d'arte previste.

### 5.2.2.2. Parametri da monitorare

#### Acque superficiali

I parametri assunti per il monitoraggio delle acque superficiali sono di natura idrologica, chimico-fisica e chimica.

In riferimento al monitoraggio idrologico, sarà condotta una misura della portata idrica dei corpi fluviali interferiti. Per ogni corpo idrico, sarà raccolta una misura a monte e a valle dell'area di interferenza.

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.

Il monitoraggio dei parametri chimico-fisici avviene in situ, mediante sonda multi-parametrica, e riguarda i seguenti parametri:

- ph;

- temperatura;
- potenziale redox;
- ossigeno disciolto;
- conducibilità elettrica;
- torbidità.

Il monitoraggio dei parametri chimici, riferibili alle tabelle 1/A ed 1/B del D.Lgs 172/2015, viene previsto per i seguenti parametri:

- BOD5;
- COD;
- solidi sospesi totali;
- cloruri;
- solfati;
- durezza;
- Mg;
- K;
- Na.

Per quanto concerne la determinazione dei parametri Pb e Ni, compresi nella tabella 1/A relativa agli Standard di Qualità Ambientale, stabiliti dal D.Lgs. 172/2015 andranno riferiti alle concentrazioni biodisponibili di tali sostanze, pertanto la loro determinazione sarà eseguita secondo le indicazioni fornite dal documento appositamente redatto da ISPRA, “Linee Guida per il monitoraggio delle sostanze prioritarie secondo D.Lgs. 172/2015”, attraverso l’applicazione del modello “Biotic Ligand Model” (BLM) per cui sarà altresì necessario rilevare i seguenti valori:

- ph;
- Calcio;
- DOC (Carbonio Organico Disciolto).

Per il monitoraggio dei sedimenti delle acque correnti, invece, i parametri sono:

Monitoraggio chimico:

- sodio;
- potassio;
- magnesio;
- calcio;
- ferro;
- zinco;
- manganese.

Monitoraggio chimico-fisico:

- descrizione macroscopica: colore, odore, presenza di concrezioni, residui di origine naturale o antropica;
- contenuto d’acqua;
- peso specifico;
- carbonio organico totale.

Infine, per monitorare la conformità allo scarico, i riferimenti sono quelli di cui alla Tabella 3 Allegato 5 alla Parte Terza del D.Lgs. 152/2006 e smi.

Per ogni stazione di monitoraggio del suolo, invece, 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.

Per le aree forestali interessate da vegetazione tartufigena (cfr. punti GA\_17 e GA\_18), si procederà ad una caratterizzazione pedochimica su campioni prelevati in situ ad una profondità compresa tra 0 e 20 cm, avendo cura di escludere dal campionamento la lettiera e altri materiali organici grossolani, per la determinazione in laboratorio dei seguenti parametri:

- Classe tessiturale USDA
- Granulometria
- pH
- Azoto totale
- Carbonio organico, con metodo Walkley-Black
- Fosforo assimilabile (secondo Olsen)
- Carbonati totali (secondo Dietrich e Fruhling)
- Basi scambiabili (Ca, Mg, K, Na) con acetato d'ammonio
- Conducibilità elettrica, determinata su estratto acquoso rapp 1/5.

In ogni parcella sperimentale verrà prelevato un campione per la determinazione, con metodo del cilindretto di volume noto, della densità apparente per misurare indirettamente la porosità del suolo e la ritenzione idrica.

Sulla base dei profili pedologici, inoltre, di procederà all'individuazione dei principali orizzonti morfologici ed alla descrizione di parametri quali:

- Colore della matrice (cfr. Tavole di Munsell)
- Tipo e grado di aggregazione
- Profondità e tipologia dei limiti tra gli orizzonti
- Tessitura di campo

Inoltre, nelle due stesse aree interessate da potenziale vegetazione tartufigena, al fine di fornire una misura e una caratterizzazione della produttività del tuber magnatum pico, si procederà all'analisi dei seguenti bioindicatori:

- Indice di Qualità biologica del suolo QBS-ar
- Analisi multienzimatiche e misura del dsDNA

In particolare l'indice sintetico QBS-ar si basa sul calcolo della consistenza di popolazioni di microartropodi (acari, collemboli, larve di ditteri e coleotteri, ecc..). Tale indice descrive, tra l'altro, anche il livello di biodiversità delle aree analizzate (Parisi, 2001).

Il test multienzimatico invece fornisce un quadro dettagliato della funzionalità del suolo nei diversi cicli biogeochimici, fornendo l'associazione tra produzione di tartufo, simbiosi micorrizia e attività enzimatica del ciclo del Fosforo.

#### Acque sotterranee

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

Il nuovo piezometro avrà un diametro minimo 3", profondità 40 m (o comunque fino ad intestarsi nelle marne; sarà cementato sino a 3 m di profondità e fenestrato da -3 m da p.c. a fondo foro.

#### *Indagini quantitative*

*livello piezometrico:* Il monitoraggio quantitativo è mirato alla valutazione di massima degli andamenti stagionali della falda e delle modalità di deflusso delle acque sotterranee.

#### *Indagini qualitative*

Parametri chimico-fisici

- Temperatura
- pH
- Conducibilità

Parametri chimici e microbiologici acqua

- Calcio
- Sodio
- Potassio
- Magnesio
- Cloruri
- Fluoruri
- Solfati
- Bicarbonati
- Nitrati
- Nitriti
- Ammonio
- Solidi disciolti totali (TDS)
- Solidi sospesi totali (TSS)

- Ferro
- Cromo totale
- Piombo
- Zinco
- Rame
- Nichel
- Cadmio
- Idrocarburi totali

Per la definizione delle caratteristiche quantitative e qualitative delle acque sotterranee si determineranno, tramite misure di campagna o di laboratorio, i parametri riportati nella Tabella 5-2. I set parametrici proposti di seguito sono da intendersi come set standard che possono essere eventualmente implementati, nel caso di specifiche esigenze rilevabili in itinere.

I parametri si riferiscono sia alla caratterizzazione del bianco ambientale (AO), sia alle fasi di Corso d'Opera (CO) e Post Operam (PO).

ATTIVITÀ DI CAMPO	METODICA	U.M.
Misura del livello statico/piezometrico	-	
Misure speditive dei parametri chimico-fisici	Multiparametrica	
Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche	-	
INDAGINI DI LABORATORIO		
Determinazione in laboratorio dei parametri fisici e chimici inorganici:		
<i>calcio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>sodio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>potassio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>magnesio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>cloruri</i>	<i>APAT4020</i>	<i>mg/l</i>
<i>fluoruri</i>	<i>APAT4020</i>	<i>µg/l</i>
<i>solfati</i>	<i>APAT4020</i>	<i>mg/l</i>
<i>bicarbonati</i>	<i>APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003</i>	<i>meq/l HCO3</i>
<i>nitrati</i>	<i>APAT4020</i>	<i>mg/l</i>
<i>nitriti</i>	<i>APAT4020</i>	<i>µg/l</i>
<i>ammonio</i>	<i>APAT CNR IRSA 4030 B Man 29 2003</i>	<i>mg/l</i>
<i>solidi disciolti totali (TDS)</i>	<i>UNI EN 15216:2008</i>	<i>mg/l</i>
<i>Solidi sospesi totali (TSS)</i>	<i>APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003</i>	<i>mg/l</i>
<i>ferro</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>cromo totale</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>piombo</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>zinco</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>rame</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>nichel</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>

<i>cadmio</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>idrocarburi totali (cone n-esano)</i>	<i>EPA5021 8015 UNI 9377</i>	<i>µg/l</i>

*Tabella 5-2 Parametri monitorati per la componente acque sotterranee*

### 5.2.2.3. Metodiche di monitoraggio

#### Acque superficiali

La metodica di monitoraggio delle acque superficiali 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 (o direttamente della misura, nel caso delle misure correntometriche), l'elaborazione file per caricamento dati output nel Sistema Informativo.
- Compilazione di Rapporti di misura.

Con riferimento alle misure correntometriche, si impiegherà un apposito correntometro (es. Flowatch Flowmeter della JDC Electronic SA, o similare) Per ogni sezione di misura si valuterà altezza e larghezza della sezione dell'alveo; quindi si eseguiranno le calate del mulinello in misura proporzionale all'altezza del battente idraulico e alla lunghezza della sezione, come da normativa UNI EN ISO 748-2007. In relazione alla tipologia di corso d'acqua nel procedere alla misura della portata si utilizzeranno due metodologie diverse. In particolare, in funzione delle condizioni d'alveo, nei punti ubicati lungo il canale di Verduno si effettueranno misure di portata correntometrica "da ponte" utilizzando un sistema di aste componibili, mentre in tutti gli altri punti si eseguiranno misure "a guado".

In entrambi i casi le misure in campo si effettueranno seguendo la seguente procedura:

- nel caso delle misure "a guado", individuazione di una sezione trasversale che fosse il più regolare possibile per l'esecuzione delle misurazioni;
- stendimento della cordella metrica per definire la lunghezza della sezione di analisi e stabilire il numero di verticali in cui effettuare le misure di velocità;
- rilievo batimetrico lungo la sezione scelta e determinazione del battente idrico;
- esecuzione di più misure di velocità distribuite su una serie di verticali precedentemente definite lungo la sezione di rilievo. all'interno dell'alveo, utilizzando un'asta graduata per la determinazione del livello idrometrico.

Per il rilievo dei parametri in situ (temperatura aria e acqua, pH, conducibilità, potenziale RedOX ed ossigeno disciolto), si utilizzerà una sonda multiparametrica, modello Hanna Instruments mod. HI98194 o similare. Per ogni stazione e per ogni parametro da monitorare si effettueranno tre misurazioni dopo aver aspettato che lo strumento si stabilizzi; successivamente, si calcolerà la media delle stesse. In particolare, per la temperatura dell'aria, la lettura si effettuerà mediante termometro digitale, modello Hanna Instruments mod. Checktemp1 o similare.

In riferimento alle aree interessate da vegetazione potenzialmente tartufigena (cfr. GA\_08 e GA\_17) i parametri meteorologici potranno essere desunti dalla centralina meteorologica installata nel punto ATM\_04 a cui andranno aggiunti ulteriori data raccolti dagli specifici data logger di temperatura e umidità del suolo. I parametri da rilevare sono:

- Temperatura dell'aria
- Umidità dell'aria
- Piovosità

- Velocità e direzione del vento
- Pressione atmosferica
- Radiazione solare

Per quanto concerne l'attività di campionamento delle acque, secondo quanto definito nel manuale "*Metodi Analitici per le Acque*"<sup>1</sup> - 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.

---

<sup>1</sup> Il manuale "Metodi Analitici per le Acque" è pubblicato nella serie editoriale "Manuali e Linee Guida" dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici (APAT).

I metodi analitici riportati nel manuale sono stati elaborati da una Commissione istituita nel 1996 dall'Istituto di Ricerca sulle Acque del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IRSA - CNR); un Gruppo di Lavoro, coordinato dall'APAT, e formato dal Servizio di Meteorologia Ambientale dell'APAT, dal gruppo IRSA - CNR, dalle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) e dalle Agenzie Provinciali per la Protezione dell'Ambiente (APPA), con il contributo del Centro Tematico Nazionale "Acque interne e marine costiere" (CTN/AIM), ha provveduto ad una revisione critica e ad una integrazione dei metodi analitici prodotti dalla Commissione istituita dall'IRSA-CNR.

La nuova edizione del manuale n.29/2003 rappresenta il risultato di un'attività di revisione periodica e di una armonizzazione dei metodi analitici per la caratterizzazione fisica, chimica, biologica e microbiologica delle acque dell'attività avviata nel 1996.

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.

Per quanto concerne il monitoraggio del suolo, 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:**
  - su tutti i campioni prelevati saranno condotte analisi chimico-fisiche;
  - solo sui campioni superficiali (0-50 cm) saranno condotte analisi agronomiche.

In riferimento alle aree interessate da vegetazione tartufigena (cfr. GA\_08 e GA\_17), inoltre, si provvederà a contattare cercatori locali per individuare esemplari certamente tartufigeni sulla base del riscontro di raccolte negli anni precedenti.

In riferimento alle analisi dei biondicatori nelle aree in questione, si adotteranno le seguenti metodiche:

- Indice qualità biologica del suolo QBS-ar: prelievo di tre micro monoliti dal volume di 1dm<sup>3</sup> in periodo autunnale e primaverile precoce e raccolta di parametri precipitazionali e del profilo pedologico nei periodi (3 mesi) precedenti. La metodica è indicata nel dettaglio nella pubblicazione “Tecniche di biomonitoraggio della qualità del suolo” (ARPA Piemonte, 2002).
- Analisi multienzimatiche accoppiate a misura del dsDNA: la metodica di analisi si basa sul test messo a punto dal laboratorio CRA-RPS Unità di Gorizia ed in particolare alla pubblicazione “Relating Tuber spp. Production to soil enzymatic activity” (Bragato et al.).

### Acque sotterranee

#### *Misure in situ*

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

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

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

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

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

Il rilievo dei parametri fisici - chimici da valutare in campo su ciascun campione d'acqua dovrà essere eseguito subito dopo la misura del livello statico della falda e dopo un adeguato spurgo del pozzo/piezometro e la stabilizzazione delle condizioni idrochimiche.

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

Per la verifica dei parametri in situ potrà essere utilizzata una sonda multiparametrica o altra strumentazione idonea. Al fine di consentire una definizione della variabilità stagionale dei parametri, si dovrà cercare di eseguire i rilievi o il prelievo di campioni nei momenti di minimo/massima condizioni idrologiche (periodo di magra e di ricarica della falda) per definire meglio il range della variabilità stagionale (es. a primavera, fine estate, autunno o dopo un periodo caratterizzato da precipitazioni eccezionali).

#### Prelievo campioni per analisi di laboratorio

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

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

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

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

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

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

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

Inoltre, per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 4°C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate. Le misurazioni saranno accompagnate da idoneo certificato. L'affidabilità e la precisione dei risultati dovranno essere assicurati dalle procedure di qualità interne ai laboratori che effettuano le attività di campionamento ed analisi e, pertanto, i laboratori coinvolti nelle attività di monitoraggio dovranno essere accreditati ed operare in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025.

### **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:

- Ante Operam (AO);
- Corso d'Opera (CO);
- 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 sui campioni prelevati. 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) per ciascun corso d'acqua interessato dal progetto e un punto per il monitoraggio nell'area dei 3 pozzi Tecnoedil.

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 punti di misurazione a monte e a valle dei corsi d'acqua interessati e nel piezometro, dove verranno effettuate misurazioni con cadenza trimestrale per monitorare lo stato qualitativo e quantitativo ed una misurazione l'anno per le analisi di sedimentazione dei corsi d'acqua. 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; 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 sugli stessi punti assunti per l'AO e il CO.

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

Il monitoraggio del suolo, invece, è articolato secondo due momenti:

- Ante Operam (AO);
- 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, per ciascuno dei punti individuati, 1 volta in fase di Ante Operam, nell'anno antecedente all'inizio dei lavori, ed 1 volta in fase di Post Operam, nell'anno successivo al loro completamento. Nella fase di Corso d'Opera, relativa all'intera durata dei lavori, si prevede un monitoraggio l'anno.

### **5.3. CONCLUSIONI**

Il monitoraggio delle acque prevede dei punti di controllo in corrispondenza dei corsi d'acqua interferiti dal progetto mediante viadotti e ponti.

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
<b>Acque sup.</b>	GA_01 GA_02, GA_04, GA_05, GA_06, GA_08, GA_09, GA_13, GA_19, GA_20, GA.S_01, GA.S_02, GA.S_03, GA.S_04, GA.S_06, GA.S_07	AO	4 misure trimestrali nell'anno antecedente la costruzione Una misura l'anno per la sedimentazione	Portata; ph; temperatura; potenziale redox; ossigeno disciolto; conducibilità elettrica; torbidità; BOD5; COD; solidi sospesi totali; cloruri; solfati; durezza; Mg; K; Na; Calcio; DOC (Carbonio Organico Disciolto).	Misure correntometriche, campionamento ed analisi in laboratorio
		CO	4 misure trimestrali l'anno, per l'intera durata delle attività di cantiere Una misura l'anno per la sedimentazione	<i>Per i sedimenti:</i> sodio, potassio; magnesio; calcio, ferro; zinco; manganese, descrizione macroscopica: colore, odore, presenza di concrezioni, residui di origine naturale o antropica;	
		PO	4 misure trimestrali nell'anno successivo all'entrata in esercizio Una misura l'anno per la sedimentazione	contenuto d'acqua; peso specifico; carbonio organico totale; idrocarburi C<12; idrocarburi C>12; IPA; PCB; pesticidi; diossine; furani; composti organostannici.	
<b>Acque sott.</b>	GA_21 GA_22	AO	2 misure semestrali nell'anno antecedente la costruzione	livello piezometrico, Temperatura, pH, Conducibilità, Calcio, Sodio, Potassio, Magnesio, Cloruri, Fluoruri, Solfati, Bicarbonati, Nitrati, Nitriti, Ammonio, Solidi disciolti totali (TDS), Solidi sospesi totali (TSS), Ferro, Cromo totale, Piombo, Zinco, Rame, Nichel, Cadmio, Idrocarburi totali	Misure livello piezometrico, campionamento ed analisi in laboratorio
		CO	2 misure semestrali l'anno, per l'intera durata delle attività di cantiere		
		PO	2 misure semestrali nell'anno successivo all'entrata in esercizio		
<b>Suolo</b>	GA_03, GA_07, GA_10, GA_11, GA_12, GA_14, GA_15, GA_16, GA_17, GA_18	AO	Una volta nell'anno antecedente 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  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.	Profili pedologici  Campionamento ed analisi in laboratorio
		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  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,	Profili pedologici  Campionamento ed analisi in laboratorio

---

<b>Tematica</b>	<b>Punti</b>	<b>Fase</b>	<b>Frequenza e durata</b>	<b>Parametri</b>	<b>Metodologia</b>
				Basi scambiabili, Contenuto in carbonio organico, Calcare totale, Calcare attivo, Ntot e P assimilabile.	

*Tabella 5-3 Quadro sinottico PMA componente geologia e acque*

---

## 6. VEGETAZIONE

### 6.1. FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

#### 6.1.1. Obiettivi del monitoraggio

I monitoraggi sugli effetti determinati dall'opera che risultano rilevanti per la componente Vegetazione sono:

- monitoraggio delle dinamiche di copertura del suolo e della vegetazione reale in relazione alla futura configurazione territoriale;
- monitoraggio dell'efficacia degli interventi a verde e di ripristino eseguiti.

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 della corretta realizzazione ed evoluzione degli interventi delle opere a verde previsti dal progetto e del ripristino delle aree di cantiere.

Infatti, qualora a valle di specifiche indagini il livello di attecchimento raggiunto dagli impianti vegetazionali individuati non dovesse dare i risultati previsti, si potranno pianificare azioni per contenere gli effetti negativi o ripianificare gli interventi.

La verifica dell'efficienza degli interventi di inserimento ambientale ha lo scopo di valutare nel medio periodo il livello di attecchimento delle piantumazioni previste, sia in relazione all'affermazione dell'impianto (tasso di mortalità), sia allo sviluppo dell'apparato epigeo delle specie, offrendo indicazioni per eventuali interventi di reintegro delle fallanze.

#### 6.1.2. 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;
- 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".
- 

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) – Capitolo 6.4, Rev. 1 del 13/03/2015 (MATTM);
- Linee guida ISPRA su interventi di compensazione e mitigazione (Vari);

- Rapporto ISPRA 140/2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Dir. 92/43/CEE) in Italia: specie vegetali;
- ANPA, 2000. Selezione di indicatori ambientali per i temi relativi alla biosfera, RTI CTN\_CON 1/2000;
- APAT, 2003. Metodi raccolta dati in campo per l'elaborazione di indicatori di biodiversità.

## 6.2. MONITORAGGIO DELLA VEGETAZIONE

### 6.2.1. Localizzazione delle aree di monitoraggio

Gli ambiti di indagine per la componente in esame sono stati individuati nelle aree a maggiore valenza ambientale. In considerazione del contesto in esame, prevalentemente agricolo, le aree a maggiore sensibilità risultano essere quelle in prossimità dei corsi d'acqua, lungo i quali è presente vegetazione spontanea, e le formazioni boscate in generale, sebbene alcune caratterizzate da specie non autoctone.

Il monitoraggio sarà incentrato a valutare più approfonditamente la verifica della qualità e del grado di conservazione delle formazioni vegetali.

Punto di monitoraggio		
Cod.	Localizzazione	Tipologico Rilievo
VEG_01	In prossimità del Fiume Tanaro, altezza C. Astegiani	Floristico, fitosociologico
VEG_02	In prossimità del Fiume Tanaro,, ed in prossimità del bosco di pendio interessato da piste di cantiere e drenaggi	Floristico, fitosociologico
VEG_05	In corrispondenza dell'area operativa 5	Floristico, fitosociologico
VEG_06	Comunità erbacee dell'area umida interferita dall'area operativa 6	Floristico, fitosociologico
VEG_07	Comunità erbacee delle aree umide da salvaguardare	Floristico, fitosociologico
VEG_08	Comunità erbacee delle aree umide da salvaguardare	Floristico, fitosociologico

*Tabella 6-1 Punti di monitoraggio della vegetazione*

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio è possibile fare riferimento all'elaborato grafico 09.02.03\_P017\_E\_AMB\_PL\_002\_A "Planimetria del monitoraggio ambientale – fattori biotici".

### 6.2.2. Metodologia e strumentazione

#### 6.2.2.1. Tipologia di monitoraggio

Per ogni punto individuato come rappresentativo e da monitorare si effettueranno più tipologie di rilievo:

- un rilievo floristico, necessario a conoscere lo stato di fatto della flora;
- una indagine mirata al censimento delle comunità vegetali attraverso rilievi fitosociologici con il metodo Braun-Blanquet;
- transetti su specie arboree e arbustive per consentire l'attribuzione dei singoli individui negli strati di altezza così come individuati nei rilievi fitosociologici;

- transetti su idrofite laddove possibile per la presenza di comunità acquatiche e per l'accessibilità alle stazioni.

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. Nell'area in esame quindi tali rilievi saranno limitati alle stazioni fisionomicamente e strutturalmente delineate.

#### 6.2.2.2. Parametri da monitorare

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

##### Rilievo Floristico:

Il monitoraggio dovrà prevedere le seguenti azioni:

- Rilievi su campo e raccolta delle specie;
- Determinazione delle specie con l'ausilio degli opportuni strumenti per l'identificazione: microscopio ottico e guide analitiche (Flora d'Italia di S. Pignatti e guide aggiornate per la determinazione delle specie endemiche);
- Stesura di un elenco floristico nel quale vengono riportate:
  - le specie totali rilevate suddivise per famiglie;
  - la forma biologica;
  - la corologia;
  - l'habitat;
  - lo status di conservazione delle specie endemiche, rare e minacciate;
- Realizzazione della cartografia tematica circa la distribuzione reale e potenziale della vegetazione.

Inoltre, durante i percorsi di rilievo verranno annotate le specie presenti e per le entità non identificate sul campo si è proceduto a una loro determinazione in laboratorio con stereomicroscopio e alla successiva preparazione di campioni d'erbario ad integrazione di quanto già predisposto nelle campagne di monitoraggio del 2013.

##### 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 e lo strato di vegetazione di riferimento si fa riferimento alle tabelle di rilievo proposte da 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%
r	+	1	2	3	4	5
	<b>Strato1</b>	<b>Strato2</b>	<b>Strato3</b>	<b>Strato4</b>	<b>Strato5</b>	<b>Strato6</b>

	H=0-0.5m	H=0.5-2.0m	H=2-5m	H=5-12m	H=12-25m	H>25m
--	----------	------------	--------	---------	----------	-------

Tabella 6-2 Scala abbondanza-dominanza e strati vegetativi 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 fisionomica-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).

<sup>1</sup> associazione vegetale = raggruppamento più o meno stabile e in equilibrio con il mezzo ambiente, caratterizzato da una determinata composizione floristica, nella quale alcuni elementi esclusivi o quasi e specie caratteristiche, rivelano con la loro presenza una ecologia particolare e autonoma)

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.

#### Transetti su specie arboree e arbustive

Ad integrazione e confronto di quanto già svolto nella prima fase di monitoraggio (2013), saranno svolti transetti di tipo lineare su specie arboree e arbustive con una lunghezza variabile nelle singole aree tenendo conto delle caratteristiche ambientali e vegetazionali delle stazioni prescelte. L'ampiezza prevista è pari a 1 m. In particolare, lungo la cordella metrica distesa tra le due estremità del transetto fissate tramite picchetti di legno, sono annotati, secondo la distanza progressiva dal punto di origine, gli individui presenti (ognuno contraddistinto da un codice alfabetico) appartenenti a specie arbustive e arboree. Di ognuno è definita la specie, misurata (fino a 2,5 m) o stimata l'altezza (> 2,5) e verificata la proiezione della chioma (diametro chioma lungo la linea tracciata) nella direzione del transetto.

Questo permetterà l'attribuzione dei singoli individui negli strati di altezza così come individuati nei rilievi fitosociologici. Inoltre, per gli individui arborei adulti stato misurato il diametro a 130 cm da terra. Ogni individuo è stato classificato secondo lo schema che segue:

- Wm - Individuo monocaule di specie arborea
- Wc - Individuo policaule di specie arborea per ceduzione o altre cause di origine naturale
- WB - Individuo di specie arbustiva
- W - Individuo di specie arborea
- Wd - Individuo di specie arborea deperente
- WD - Individuo morto di specie arborea
- Per la difficile rilevazione dei singoli individui sono state aggiunte le seguenti categorie:
- NWB - Nucleo arbustivo formato da una densa concentrazione di individui della solita specie
- NW - Nucleo di rinnovazione di specie arborea

#### Transetti su idrofite

Questo tipo di rilievo interessa le comunità idrofite rintracciate nei corpi d'acqua presenti. Col termine idrofita si definisce un tipo particolare di forma biologica che è riferita a quelle entità vascolari (felci e fanerogame con esclusione di alghe e briofite) che vivono in acqua e più precisamente a quelle piante con gemme perennanti completamente immerse o natanti nell'acqua. Le idrofite natanti non sono ancorate sul fondo tramite radici mentre le idrofite radicanti sono ancorate al fondo tramite apparati radicali.

Laddove possibile per la presenza di comunità acquatiche e per l'accessibilità alle stazioni sono eseguiti transetti di lunghezza congrua alla stazione e trasversali al corpo d'acqua (da riva a riva). L'ampiezza prevista è di 1 m. Si procede quindi stendendo la cordella metrica tra le due estremità del transetto (fissate tramite picchetti di legno) e annotando, con scansione di un metro, le specie presenti e la loro percentuale di copertura nello strato più superficiale dell'acqua. L'ispezione avviene generalmente in acqua. Se presenti, sono annotate anche le entità non propriamente acquatiche. Le specie non direttamente identificate sul campo sono quindi raccolte in appositi contenitori e identificate successivamente in laboratorio.

Per quanto riguarda la componente algale, è annotata la percentuale di copertura degli aggregati senza procedere all'identificazione delle entità rinvenute. Si ritiene comunque opportuno distinguere la presenza o no di Characeae (alghe a candelabro), famiglia di macroalghe molto sensibili ai cambiamenti dell'ambiente in cui vivono.

Per le stazioni di ciascun transetto sono rilevate anche informazioni riguardanti:

- le condizioni idriche dell'alveo al momento del rilievo

- la trasparenza dell'acqua
- la profondità massima (nella fascia rilevata)
- l'artificializzazione del corpo d'acqua
- la copertura vegetale presente nell'intorno.

### Indicatori Quali-Quantitativi

Di seguito gli indicatori da utilizzare nel monitoraggio di specie e habitat tali da permettere una valutazione a medio-lungo termine del loro stato qualitativo

INDICATORI		INDICI	DATI NECESSARI
Indicatore 1 – complessità e mosaico territoriale	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	Struttura verticale	Rilievi diretti
		Profilo di struttura (monoplana, biplana, stratificata)	Rilievi diretti
		Distribuzione delle classi dimensionali e tessitura dell'habitat	Rilievi diretti
		Grado di copertura delle chiome	Rilievi diretti
Indicatore 4 – assetto faunistico	A Processi informativi di base	chek-list	Rilievi diretti
	B Status delle zoocenosi	Consistenza e distribuzione	Rilievi diretti
	C Composizione di zoocenosi guida	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	chek-list	Rilievi diretti
	A Effetti della degradazione del suolo	fenomeni di frana e di erosione	Rilievi diretti
	B Effetti degli incendi boschivi e principi di difesa	% territorio incendiato, % perdita di habitat	Rilievi diretti
	C Effetti dell'inquinamento atmosferico su specie vegetali	indagini lamine fogliari	Rilievi diretti

Tabella 6-3 Indicatori quali-quantitativi

### 6.2.2.3. 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. Ogni 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 alla illustrazione dei parametri da monitorare.

### 6.2.3. Tempi e frequenza del monitoraggio

Le attività saranno distinte tra le fasi:

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

Il monitoraggio Ante Operam (AO) è relativo all'anno precedente all'inizio dei lavori e viene previsto con cadenza semestrale (primavera ed autunno), così come il monitoraggio Post Operam (PO), relativo ai 2 anni successivi alla fine dei lavori, anche esso con cadenza semestrale (primavera ed autunno).

## 6.3. MONITORAGGIO DEGLI INTERVENTI A VERDE E DI RIPRISTINO

### 6.3.1. Localizzazione delle aree di monitoraggio

Il monitoraggio sarà incentrato a valutare più approfonditamente:

- l'efficacia degli interventi a verde.

In riferimento alla localizzazione dei monitoraggi, si prevede il monitoraggio dell'attecchimento delle specie arboree e arbustive in alcuni degli interventi previsti.

Punti	Localizzazione	Tipologico Rilievo
VEG_03	In corrispondenza dell'opera 3	Efficacia Opere a verde
VEG_04	Viadotto SP7	Efficacia Opere a verde

*Tabella 6-4 Punti di monitoraggio opere a verde*

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio è possibile fare riferimento all'elaborato grafico 09.02.03\_P017\_E\_AMB\_PL\_002\_A "Planimetria del monitoraggio ambientale – fattori biotici".

### **6.3.2. Metodologia e strumentazione**

#### 6.3.2.1. Tipologia di monitoraggio

Verranno effettuati dei sopralluoghi per il monitoraggio dell'attecchimento degli interventi a verde, nelle aree in cui sono previsti gli interventi di inserimento ambientale. Si tratta di un rilievo quali-quantitativo, finalizzato alla verifica dell'esecuzione a regola d'arte degli interventi di mitigazione relativi alle opere a verde previste.

#### 6.3.2.2. Parametri da monitorare

L'attività comprende:

- n° di esemplari per specie;
- n° di esemplari per specie per unità di superficie;
- verifica dell'attecchimento delle piante;
- presenza di parti o branche secche o in sofferenza;
- individuazione e determinazione delle specie target esotiche e ruderali presenti secondo i codici di nomenclatura tassonomica, fino al livello di specie e, ove necessario, di subspecie e cultivar;
- rapporto % tra specie impiantate e specie esotiche/ruderali;
- indicazioni su modalità tecnico-operative per la risoluzione delle problematiche che compromettono la riuscita dell'intervento, come ad esempio la presenza di eccessive infestanti che compromettono lo sviluppo delle piantumazioni.

#### 6.3.2.3. Metodiche di monitoraggio

La metodologia di monitoraggio consta di sopralluoghi per il rilievo quali-quantitativo, finalizzato alla verifica dell'esecuzione a regola d'arte degli interventi di mitigazioni delle opere a verde previsti.

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. Ogni 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 alla illustrazione dei parametri da monitorare.

### **6.3.3. Tempi e frequenza del monitoraggio**

Il monitoraggio dei ripristini con opere a verde viene eseguito solo in Post Operam e per il periodo corrispondente alla manutenzione Post Impianto. Tale attività di ripristino costituisce l'attività di supporto in termini di verifica e controllo della manutenzione Post Impianto.

Per quanto riguarda il monitoraggio dell'attecchimento degli interventi a verde si articola su un periodo temporale di 5 anni a partire dalla realizzazione degli stessi. In tale periodo è prevista l'esecuzione di 6 campagne di rilevamento: una in corrispondenza dell'entrata in esercizio dell'infrastruttura e due nei periodi vegetativi ricompresi nei cinque anni successivi.

#### 6.4. 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
<b>Flora</b>	VEG_01 VEG_02 VEG_05 VEG_06 VEG_07 VEG_08	AO	Durante l'anno precedente all'inizio dei lavori con cadenza semestrale (primavera e autunno)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• località;</li> <li>• quota;</li> <li>• esposizione;</li> <li>• superficie rilevata;</li> <li>• coordinate GPS;</li> </ul>	Rilievo diretto
		PO	Durante i primi due anni successivi alla fine dei lavori con cadenza semestrale (primavera e autunno)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tipo substrato;</li> <li>• specie totali rilevate suddivise per famiglie;</li> <li>• forma biologica;</li> <li>• corologia;</li> <li>• l'habitat;</li> <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</li> </ul>	Rilievo diretto
<b>Opere a verde</b>	VEG_03 VEG_04	PO	6 rilievi nei 5 anni successivi al termine dei lavori: il primo in corrispondenza dell'entrata in esercizio dell'infrastruttura, ed i restanti nel periodo vegetativo dei 5 anni successivi all'entrata in esercizio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• n° di esemplari per specie;</li> <li>• n° di esemplari per specie per unità di superficie;</li> <li>• verifica dell'attecchimento delle piante;</li> <li>• presenza di parti o branche secche o in sofferenza;</li> <li>• individuazione e determinazione delle specie target esotiche e ruderali presenti secondo i codici di nomenclatura tassonomica, fino al livello di specie e, ove necessario, di sottospecie e cultivar;</li> <li>• rapporto % tra specie impiantate e specie esotiche/ruderali;</li> <li>• indicazioni su modalità tecnico-operative per la risoluzione delle problematiche che compromettono la riuscita dell'intervento, come ad esempio la presenza di eccessive infestanti che compromettono lo sviluppo delle piantumazioni.</li> </ul>	Rilievo diretto

Tabella 6-5 Quadro sinottico PMA componente vegetazione

---

## 7. FAUNA

### 7.1. FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

#### 7.1.1. 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 prevalentemente legato alla fauna ornitica e ai chiroteri, pur non trascurando altre categorie faunistiche di minore insistenza nell'area ma pur sempre necessitanti un'adeguato protocollo di rilievo. In particolare, le attività di monitoraggio faunistico sono state organizzate secondo le seguenti categorie ecologiche:

- Avifauna
- Chiroterofauna
- Invertebratofauna
- Ittiofauna
- Erpetofauna
- Teriofauna

L'articolazione del monitoraggio faunistico ha i seguenti obiettivi:

- definire il quadro generale delle presenze faunistiche, tramite sopralluoghi ed analisi di nuovi dati bibliografici disponibili, nell'area individuata per il monitoraggio;
- approfondire le conoscenze in aree campione di particolare valenza ecologica;
- valutare l'evoluzione delle comunità faunistiche nelle fasi di costruzione e di esercizio dell'opera.

Il monitoraggio degli ecosistemi presenti viene eseguito al fine di verificare l'effettivo stato dei luoghi, gli effetti delle attività di costruzione dell'infrastruttura autostradale, e per individuare le eventuali variazioni causate dall'esercizio. In questo modo è possibile intervenire tempestivamente con eventuali azioni correttive mitigando in maniera opportuna gli impatti negativi. Come detto, gli uccelli costituiscono la componente dominante, in termini di numero di specie, della comunità di vertebrati dell'area. 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.

Il monitoraggio dei chiroteri è stato previsto in quanto, in base alle analisi condotte, l'area potrebbe essere attraversata da alcune di queste specie, che utilizzano il canale Verduno come area di foraggiamento e corridoio di volo.

#### 7.1.2. 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) – Capitolo 6.4, Rev. 1 del 13/03/2015 (MATTM);
- Manuale ISPRA 141/2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Dir. 92/43/CEE) in Italia: specie animali.
- ANPA, 2000. Selezione di indicatori ambientali per i temi relativi alla biosfera, RTI CTN\_CON 1/2000;
- APAT, 2003. Metodi raccolta dati in campo per l'elaborazione di indicatori di biodiversità;
- Quad. Cons. Natura, 19, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica. Linee guida per il monitoraggio dei Chiroterteri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia.

## 7.2. MONITORAGGIO DELLA FAUNA

### 7.2.1. Localizzazione delle aree di monitoraggio

Gli ambiti di indagine per la componente in esame sono stati individuati nelle aree generalmente caratterizzate da comunità faunistiche più ricche in specie ed in considerazione delle diverse tipologie ambientali presenti nell'area. Inoltre, sono state considerate le aree che possono essere percorse e/o utilizzate dai chiroterteri e le zone suscettibili delle potenziali interferenze prodotte dall'opera in esame.

Il monitoraggio sarà incentrato a valutare più approfonditamente la comunità ornitica e dei chiroterteri presenti nelle aree monitorate e a valutarne eventuali variazioni nel tempo.

Punto di monitoraggio		
Cod.	Localizzazione	Tipologico Rilievo
FAU_01	In prossimità del Rio Deglia	Avifauna, Chiroterrofauna, Invertebratofauna, Ittiofauna, Erpetofauna, Teriofauna.
FAU_02	In prossimità del Rio S. Giacomo	Avifauna, Chiroterrofauna, Invertebratofauna, Erpetofauna, Teriofauna.
FAU_03	In prossimità del canale Verduno (	Avifauna, Chiroterrofauna, Invertebratofauna, Erpetofauna, Teriofauna.
FAU_04	Viadotto SP7	Avifauna, Chiroterrofauna, Invertebratofauna, Ittiofauna, Erpetofauna, Teriofauna.
FAU_05	In prossimità del canale Enel (dopo l'area operativa 5)	Avifauna, Chiroterrofauna, Invertebratofauna, Ittiofauna, Teriofauna.

FAU_06	In prossimità del cantiere base	Avifauna, Chiroterofauna, Invertebratofauna, Erpetofauna, Teriofauna.
FAU_07	In prossimità dell'opera n.3	Avifauna, Chiroterofauna, Teriofauna.
FAU_08	Attraversamento rurale tra Casa Roggeri e Cascina Dabbene	Avifauna, Invertebratofauna.

*Tabella 7-1 Punti di monitoraggio della fauna*

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio è possibile fare riferimento all'elaborato grafico 09.02.02\_P017\_E\_AMB\_PL\_001\_A "Planimetria del monitoraggio ambientale".

## 7.2.2. Metodologia e strumentazione

### 7.2.2.1. Tipologia di monitoraggio

#### **Avifauna**

Per l'avifauna è prevista come tipologia di rilievo: Punti di ascolto.

La tecnica dei punti di ascolto è stata scelta in funzione delle caratteristiche ambientali delle zone di monitoraggio, infatti essa 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.

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. Per ogni punto di ascolto sarà elaborata una scheda di monitoraggio specificatamente predisposta.

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.

Nella fase successiva alle attività sul campo, per ogni sessione di esecuzione di ciascuno dei punti di ascolto, 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.

### **Chiroterofauna**

Per quanto riguarda i chiroteri la metodologia di campionamento prevista è quella dei punti di ascolto per il rilevamento degli ultrasuoni tramite bat detector. L'indagine andrà eseguita a partire da 30 minuti dopo l'orario di tramonto.

Per ogni punto di monitoraggio sarà identificata la specie di appartenenza per ogni individuo ascoltato, o laddove non sia possibile, anche a seguito di elaborazioni, si indicherà il genere di appartenenza. Per ogni punto di rilievo sarà redatta una scheda appositamente predisposta.

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

- Specie rilevate;
- Numero di contatti per specie;
- 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.

### **Invertebratofauna**

La ricerca sarà realizzata durante l'intero periodo di attività immaginale delle libellule e delle farfalle su transetti fissi relativi ad ogni punto di indagine. Si prevede di realizzare transetti lunghi circa 200 m ciascuno da percorrere nelle ore del mattino e del mezzogiorno, in condizioni cioè di buona insolazione e adeguate temperature e per permettere dunque un movimento similare nelle varie

stagioni da parte degli adulti degli insetti. Gli insetti sono riconosciuti a vista o mediante fotografia o con cattura con retino immanicato. Gli esemplari adulti catturati sono rilasciati immediatamente dopo il loro riconoscimento in accordo con i principi del “Butterfly Monitoring Scheme” (Pollard 1977, Hall 1981, Thomas 1983, Pollard & Yates 1993). La sistematica degli insetti censiti segue quella proposta nella “Checklist delle specie della fauna italiana” e precisamente per gli Odonati segue il fascicolo di Utzeri (1995) e per le farfalle diurne Balletto & Cassulo (1995), con le dovute aggiunte e correzioni rese necessarie nel corso degli ultimi anni.

Gli stessi transetti saranno altresì impiegati per il monitoraggio degli insetti saproxilici. Gli organismi saproxilici dipendono dal legno decadente di alberi moribondi o morti (in piedi o caduti) o dalla presenza di altre specie saproxiliche almeno durante alcune fasi del loro ciclo di vita (Speight 1989, Alexander 2008). Nel complesso, gli organismi saproxilici (in particolare gli insetti saproxilici) rappresentano una parte considerevole della biodiversità forestale (Stokland et al. 2012).

I rilievi verranno condotti avvistando adulti attraverso Visual Encounter Surveys (VES); e raccogliendo resti di adulti predati da uccelli e altri animali lungo transetti. Laddove necessario, in funzione delle specie segnalate nelle aree specifiche, saranno impiegate sostanze attrattive degli esemplari e fototrappole.

### **Ittiofauna**

La caratterizzazione dell'ittiofauna dell'area sottoposta all'intervento sarà effettuata utilizzando dati pregressi e più recenti presenti in bibliografia, nonché le risultanze delle pregresse attività di monitoraggio faunistico per definire in modo esaustivo le comunità ittiche di questa porzione di bacino del Tanaro. Allo scopo si consulteranno i più recenti risultati dei campionamenti relativi al monitoraggio della fauna ittica piemontese (Regione Piemonte, in stampa) ed i risultati di campionamenti più datati, risalenti fino al 1991.

Lo studio dell'ittiofauna sarà dunque condotto con sistema semiquantitativo e con indicazione, per ciascuna specie, di indici di abbondanza e di struttura di popolazione e con valutazioni di confronto tra le comunità ittiche a monte ed a valle dell'opera di presa (applicazione dell'Indice Ittico; verrà utilizzato l'Indice Ittico (I.I.) proposto da Forneris et al. (2005 a,b; 2006a,b) già utilizzato nell'ambito del “monitoraggio della fauna ittica piemontese” (Regione Piemonte, 2006) e nei monitoraggi per la realizzazione della Carta Ittica Regionale (2011, in stampa).

Durante il campionamento verranno utilizzate apposite schede predisposte per l'applicazione dell'Indice Ittico; sul frontespizio delle stesse saranno riportati alcuni parametri idroqualitativi di interesse statistico, correntemente utilizzati per la caratterizzazione idromorfologica del tratto di corpo idrico campionato, ed in particolare:

- lunghezza del tratto campionato
- larghezza massima del tratto campionato
- larghezza media del tratto campionato
- profondità massima del tratto campionato
- profondità media del tratto campionato

Nelle schede saranno poi indicate tutte le specie potenzialmente presenti nella provincia di Torino (Tabella 1) con i relativi valori intrinseci (V); al termine del campionamento vengono assegnate alle specie rinvenute l'indice di abbondanza (Ia) e l'indice di rappresentatività (Ir); Per ogni specie viene quindi calcolato, come richiesto dalla metodologia, il punteggio parziale (P) dato dal prodotto  $P = V \cdot r$ , dove  $r = 1, 1,5$  o  $2$  secondo i criteri descritti nel protocollo operativo.

Per completezza e viste le condizioni operative si realizzerà poi una pesca a campione mediante bertovelli nel Canale ENEL sia presso la stazione di monte (in prossimità di Asti 3 in FAU\_04,) e sia a valle (in prossimità di Asti 5 presso FAU\_05). I bertovelli sono calati nel canale con un'esca la sera e recuperati la mattina per il controllo del pescato.

Il metodo, seppur poco standardizzabile è stato già utilizzato nella prima fase di monitoraggio (2013) per la ricerca di ulteriori informazioni per considerare anche il canale che d'altra parte per sua stessa struttura è risaputo annoverare praticamente la stessa fauna del fiume nel punto dal quale prende acqua.

### **Erpetofauna**

La tecnica di censimento standard utilizzata sarà il Visual Encounter Survey (V.E.S.), da Campbell & Christman (1982) e Corn & Bury (1990). Esso consiste nel percorrere un determinato percorso nel tempo stabilito, cercando gli individui della specie oggetto di studio; può essere utilizzato lungo transetti o corsi d'acqua, ma anche attorno a pozze o aree più grandi. Tre sono i metodi di campionamento standard che rientrano nel V.E.S.: randomized walk, transects e quadrat design.

Per lo studio sono stati scelti transetti che permettono la sovrapposizione con i percorsi di censimento relativi alle altre componenti faunistiche. I transetti, lunghi circa 200 m, sono stati effettuati in condizioni simili di buon tempo e mancanza di precipitazioni, nelle ore del mattino che fossero ottimali per gli anfibi e i rettili in relazione alla temperatura presente nei diversi mesi e stagioni, per ottenere il più possibile le medesime condizioni di contattabilità.

Essendo la componente erpetologica caratterizzata da vertebrati eterotermi la loro attività è fortemente condizionata ovviamente dalla temperatura e insolazione dei siti, sia in riferimento a quando la temperatura è troppo bassa e sia quando è troppo alta per una adeguata presenza delle diverse specie.

Nei diversi momenti dell'anno i percorsi saranno effettuati annotando le specie e il numero di individui. Laddove necessario sarà impiegato un retino immanicato per controllare larve o adulti in acqua.

Durante i periodi riproduttivi inoltre saranno contate le ovature presenti le aree umide vicine ai transetti, come specificato nei vari rilievi oltre descritti.

Per *Hyla intermedia*, *Rana kl. Esculenta*, *Rana dalmatina* e anche per gli altri anuri saranno inoltre annotati i richiami riproduttivi dei maschi, calcolando il numero di maschi in canto.

I dati saranno poi organizzati per periodo e stazione di rilievo.

Nel punto di monitoraggio FAU\_04 sarà previsto uno specifico controllo degli effetti sul popolamento batracologico riproduttivo della specie *Rana dalmatina*. Per tale specie le uscite vanno eseguite subito dopo le prime piogge in relazione al periodo di monitoraggio indicato. *Rana dalmatina* è infatti un "riproduttore esplosivo" in relazione al fatto che le deposizioni si concentrano in un breve intervallo di tempo di norma compreso tra febbraio e marzo. Il rilevamento degli adulti deve preferibilmente essere svolto nelle ore pomeridiane e serali (se l'accessibilità del sito lo permette) mentre per il conteggio delle ovature le uscite vanno realizzate durante le ore di luce. In tal caso è preferibile evitare le giornate piovose e utilizzare occhiali con lenti polarizzate.

Di norma il periodo migliore per effettuare il conteggio delle ovature è compreso nelle due ultime decadi di marzo, in quanto in condizioni normali restano riconoscibili per circa un mese.

### **Teriofauna**

Analogamente a quanto detto per l'erpetofauna, la tecnica di censimento standard utilizzata è il Visual Encounter Survey (V.E.S.) (sensu Campbell & Christman 1982, Corn & Bury 1990, Plumptre 2000, Silveira et al 2003). Esso consiste nel percorrere un determinato percorso nel tempo stabilito, cercando gli individui delle specie oggetto di studio. Tre sono i metodi di campionamento standard che rientrano nel V.E.S.: randomized walk, transects e quadrat design. Essendo la componente teriologica caratterizzata da specie molto diversificate, con questo metodo si sono censiti quanti fossero visibili in termini di impronte, tracce, escrementi e in alcuni casi anche in vivo nelle prime ore del mattino. Si sono verificati i passaggi che non avessero oltre una settimana e sono stati riportati in schede di campo.

Per ogni specie sono enumerati i segni di presenza che fossero attribuibili ad un esemplare o al passaggio dello stesso nei diversi punti del transetto per ottenere una stima di frequentazione di ogni ambiente censito in modo standardizzato.

Per la valutazione della presenza delle varie specie di micromammiferi terrestri si è optato per una serie di trappole a caduta, pitfall, poste in genere al centro di ogni transetto precedentemente identificato (cfr. Torre et al. 2010) a parte che per Talpa europea che può essere censita utilizzando le collinette di terra degli scavi quali indici di attività nei diversi ambienti (cfr. Edwards 1999).

Le pitfall-traps richiedono poca manutenzione e non necessitano di controlli così frequenti come le trappole tradizionali. Inoltre, secondo Howard e Brock (1961), Pucek (1969), Boonstra e Krebs (1978), Pankakoski (1979) e Williams e Braun (1983), esse catturano più esemplari delle trappole convenzionali “a vivo” o a scatto e, secondo Howard e Brock (1961) e Williams e Braun (1983), catturano anche più specie. Ciò è vero solo in generale, perché l’efficacia di un metodo di trappolaggio dipende anche dal taxon preso in esame. Infatti, Pankakoski (1979) e Williams e Braun (1983) sostengono che le pitfall-traps catturino meglio i Soricidi rispetto alle live- o snaptraps, mentre queste sarebbero più efficienti per i roditori. Inoltre Boonstra e Rodd (1983) affermano che per la cattura di *Microtus pennsylvanicus* si dimostrano più efficienti le live-traps rispetto alle pitfall-traps, esattamente il contrario di quanto osservato per *Microtus townsendi* (Boonstra R. & Krebs C.J., 1978). Walters (1989), lavorando su *Peromyscus maniculatus*, afferma che le trappole a caduta sono più efficaci delle trappole a vivo nel catturare individui giovani. La stessa osservazione è stata fatta anche da Boonstra e Krebs (1978) su *Microtus townsendi*, i quali sostengono anche, che esse campionano maggiormente gli individui erratici, mentre le live-traps selezionano quasi esclusivamente adulti residenti e di peso superiore ai 40 g.

Le stazioni saranno controllate e riattivate, con nuova soluzione di conservante al sale, mensilmente. Ad ogni controllo è stato prelevato il contenuto di ciascuna trappola, che è stato poi selezionato per separare i micromammiferi dai rappresentanti degli altri taxa. Tutti gli esemplari recuperati sono stati conservati in alcool etilico (70%), suddivisi per stazione e data del controllo. Inoltre, ad ogni controllo, a ciascuna trappola è stato attribuito un valore sullo stato d’attività: 1 alle trappole pienamente attive (non alterate dall’ultimo controllo), 0,5 alle trappole parzialmente attive (per le quali cioè, per elevata presenza di acqua, foglie o terra, si ipotizza un’efficienza limitata alla metà del tempo di esposizione) e 0 alle trappole inattive (ad es. quelle trovate rovesciate, svuotate o tolte).

Per la valutazione della presenza del Riccio europeo *Erinaceus europaeus* si opererà il calcolo dell’indice di incontro di carcasse per chilometro da incidenti stradali su di un percorso standardizzato che passasse in prossimità di tutte le aree. (cfr. Huijser e Bergers 2000, Aloise e Scaravelli 2002, Dowding et al. 2010).

Per la valutazione della presenza dello scoiattolo grigio si sfrutterà l’installazione di trappole fotografiche poste su branche a media altezza e innescate con burro di arachidi e semi vari.

#### 7.2.2.2. 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 rilievo destinate al monitoraggio. Le posizioni dei punti di indagine dovranno essere georeferenziate e fotografate;
- svolgimento del rilievo. Ogni rilievo prevede la restituzione, su apposita scheda di rilievo, delle informazioni ottenute e 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.

### 7.2.3. Tempi e frequenza del monitoraggio

Tempi e frequenze di monitoraggio per ogni categoria faunistica sono riportati nella tabella 7-8 nella sezione “Conclusioni”. Le attività saranno distinte tra le fasi:

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

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

Per quanto riguarda i chiropteri le indagini andranno eseguite nel periodo luglio-settembre, in condizioni meteorologiche buone, in quanto le perturbazioni atmosferiche riducono notevolmente la contattabilità delle specie. Le indagini andranno eseguite a partire da mezz'ora dopo il tramonto.

## 7.3. ECOSISTEMI

### 7.3.1. Localizzazione delle aree di monitoraggio

Secondo quanto già recepito nelle fasi di monitoraggio precedenti, il monitoraggio degli ecosistemi fluviali mediante l'applicazione del metodo CARAVAGGIO, è stato effettuato solo lungo il Rio dei Deglia. L'indagine ha preso in considerazione un tratto a monte ed uno a valle del tracciato, per un totale di 2 unità di campionamento denominate ECO\_01 ed ECO\_02, disposte a monte ed a valle dell'interferenza progettuale con il Rio del Deglia:

Cod.	Coordinata X	Coordinata Y
ECO_01	412346	4946462
ECO_02	412723	4946247

Tabella 7-2 Punti di monitoraggio della percezione visiva

### 7.3.2. Metodologia e strumentazione

Il metodo CARAVAGGIO (Core Assessment of River hAbitat Value and hydro-morpholoGical cOndition, Buffagni et al.2005), messo a punto da CNR-IRSA, è un metodo applicabile al territorio per la conoscenza e la valutazione degli habitat fluviali. Il metodo è stato sviluppato sulla base del River Habitat Survey (RHS), messo a punto dall'Environment Agency di Inghilterra e Galles, ampliato e modificato. Questo metodo si basa sulla raccolta, il più oggettiva possibile, di informazioni utili ad una caratterizzazione dell'ambiente fluviale, per il riconoscimento degli habitat specifici presenti nel tratto fluviale considerato e della relativa qualità. L'habitat fluviale viene analizzato nelle sue componenti fisiche abiotiche, in quanto vengono considerati elementi geomorfologici, idrologici e idraulici, e nelle sue componenti biotiche, in quanto vengono considerati elementi botanici e vegetazionali. I dati richiesti per l'applicazione del metodo sono raccolti a diverse scale spaziali: microhabitat, mesohabitat e macrohabitat e, attraverso questo metodo, è possibile caratterizzare le principali componenti ritenute più significative e necessarie per la caratterizzazione degli habitat fluviali, che sono:

1. Diversificazione e qualità degli habitat fluviali e ripari;

2. Presenza di strutture artificiali nel tratto considerato;
3. Uso del territorio nelle aree fluviali e perfluviali;
4. Carattere lentico-lotico.

Il metodo CARAVAGGIO è un protocollo di raccolta dati che consente di rilevare visivamente di un'ampia varietà di caratteristiche idromorfologiche e di habitat per gli ecosistemi fluviali. Il metodo consiste nel percorrere un tratto fluviale di circa 500 m, idealmente seguendo il corso dell'acqua e/o la linea di thalweg.

Il tratto selezionato del corso d'acqua dovrebbe appartenere a un segmento fluviale omogeneo.

L'operatore in campo percorrendo il segmento selezionato registra la presenza/l'assenza, il numero e/o l'estensione delle caratteristiche di interesse su apposite schede di campo composte da 4 pagine diverse. Il metodo deriva dal metodo River Habitat Survey (RHS) e come questo prevede che l'area in esame venga idealmente suddivisa in 10 transetti (spot-check) posizionati ad intervalli regolari di circa 50 m sui quali verranno registrati gli aspetti più di dettaglio, mentre, nel tratto nel suo insieme (seewp-up) verranno registrati gli aspetti generali osservabili nell'intero tratto. La registrazione dei dati inizia dallo spot-check 1, quello più a valle, e si conclude con lo spot-check 10, quello più a monte. Le informazioni rilevate per ogni spot-check sono segnate delle sezioni delle schede di rilievo e, in esse vengono annotate informazioni relative al canale sia primario che secondario, alle sponde e all'uso del territorio oltre la sommità della sponda. I dati rilevati comprendono:

- Uso del suolo in 5 m dalla sommità della sponda;
- Caratteristiche di erosione e deposito delle sponde e del canale;
- Habitat e modificazioni del canale;
- Tipi di vegetazione/detrito in alveo.

Le caratteristiche rilevate per quanto concerne l'interno tratto fluviale esaminato vengono registrate nelle successive sezioni della scheda di rilievo in campo. L'area indagata per la rilevazione complessiva inizia 50 m a valle dello spot-check 1 e finisce in corrispondenza dello spot-check 10. Alcune caratteristiche rilevate per il tratto complessivo sono rilevate anche per i transetti:

- Tipo di flusso;
- Barre di deposito;
- Profilo della sponda.

Altre caratteristiche sono registrate invece solo per il tratto complessivo:

- Presenza di manufatti o alterazioni (briglie, ponti, guadi, prelievi e scarichi)
- L'uso del suolo sulla sponda e nei 50 m oltre la sommità della sponda;
- Composizione della vegetazione arborea.

### **Habitat Quality Assessment (HQA)**

L'indice HQA valuta la ricchezza in habitat sulla base di estensione e diversificazione delle caratteristiche naturali registrate. La valutazione di questa componente si ottiene considerando la quantità e la varietà di alcune caratteristiche osservate durante il rilievo in campo e segnate sulla scheda di campo. Le caratteristiche considerate riguardano sia il canale in senso stretto sia le zone adiacenti al corso d'acqua.

Le caratteristiche considerate per il calcolo finale del HQA sono le seguenti:

- Tipi di flusso;
- Substrato del canale;
- Caratteristiche del canale e delle sponde;
- Struttura della vegetazione riparia;
- Barre di meandro;
- Vegetazione dell'alveo bagnato;

- Uso del territorio oltre la sommità della sponda;
- Alberi e caratteristiche associate;
- Caratteristiche particolari.

Per questo indice si definiscono le categorie di diversificazione dell'habitat riportate nella sottostante tabella.

<b>Livello di diversificazione degli habitat fluviali</b>	<b>Punteggio HQA</b>
Estremamente diversificato	≥ 64
molto diversificato	51-63
mediamente diversificato	38-50
scarsamente diversificato	25-37
molto poco diversificato	≤ 24

Tabella 7-3 Livello di diversificazione degli habitat fluviali secondo il valore di HQA (fonte: Deliverable Pd3 del progetto LIFE + INHABIT)

Per utilizzare l'indice HQA per esprimere dei giudizi sullo stato dell'habitat, bisogna considerare i diversi tipi di corsi d'acqua presenti sul territorio nazionale poiché la diversificazione di habitat attesa non è la medesima per tutti i corsi d'acqua. Ci si riferisce quindi al valore di indice che esprime le condizioni di riferimento del tipo/macrotipo fluviale in esame. Per ora sono definiti differenti limiti di classe per 6 diversi macrotipi:

- Alpi;
- Appenino;
- Appenino poco diversificato;
- Fiumi mediterranei temporanei;
- Piccoli fiumi di pianura;
- Altri fiumi.

In analogia con quanto svolto nella prima fase del PMA, per il i corsi d'acqua Talloria e Rio dei Deglia si è deciso di usare come classi di riferimento quelle attribuite al macrotipo "piccoli fiumi di pianura", di cui si riportano le classi dell'indice HQA nella tabella sottostante:

<b>Piccoli fiumi di pianura</b>	<b>Punteggio HQA</b>
elevato	≥ 42
buono	34-41
moderato	26-33
scarso	18-25
cattivo	≤ 17

Tabella 7-4 Classi dell'indice HQA per Piccoli fiumi di pianura (fonte: Deliverable Pd3 del progetto LIFE + INHABIT)

### **Habitat Modification Score (HMS)**

Per quantificare il livello di alterazione morfologica, della struttura naturale di un corso d'acqua, alterazione dovuta alla presenza di strutture e elementi artificiali, tramite il metodo CARAVAGGIO è possibile calcolare l'indice HMS – Habitat Modification Score. Per il calcolo di questo indice alle diverse forme di alterazione artificiali rilevate viene attribuito un punteggio in relazione all'impatto che si presume esse possano determinare sull'habitat fluviale. Più alto sarà il punteggio assegnato

maggiore sarà il grado di alterazione e al punteggio 0 corrisponde un tratto morfologicamente non alterato.

L'indice è indipendente dal tipo fluviale e può essere utilizzato per descrivere e confrontare l'artificializzazione della struttura fisica di corsi d'acqua di diverso tipo.

L'indice è diviso in 5 classi:

<b>EQR-HMS</b>	<b>Punteggio HMS ottenuto</b>	<b>Range in 100-HMS</b>	<b>Stato di qualità</b>
≥ 0,94	0-6	94-100	elevato
≥ 0,82	7-18	82-93	buono
≥ 0,58	19-42	58-81	moderato
≥ 0,28	43-72	28-57	scarso
< 0,28	≥ 73	≤ 27	cattivo

*Tabella 7-5 Classi dell'indice HMS. (fonte: Deliverable Pd3 del progetto LIFE + INHABIT)*

### **LUIcara – Land Use Index**

Il Land Use Index è un descrittore dell'uso del suolo sulle sponde e sulle fasce di territorio laterali al fiume nel tratto esaminato. Questo descrittore viene calcolato attribuendo dei pesi diversi alle diverse categorie d'uso del suolo, tenendo conto anche di caratteristiche strutturali della sponda. Più il valore di questo indice risulterà alto più è la componente antropica di utilizzo del territorio, al contrario un punteggio di 0 indica un uso del territorio naturale.

Il computo di questo descrittore si ottiene dal calcolo di più sub-indici (componenti) e un loro peso che permette poi di ottenere un risultato complessivo.

Componente	Sezione	Formula	Estensione
LUisc	Uso del suolo in 5m dalla sommità della sponda (A)	$LUisc = \sum_i (\text{punteggio categoria}_i * \% \text{occorrenza}_i)$ Ogni Spot-check per ogni sponda conta il 10%	
Peso LUisc	Estensione della sponda (A)	Peso LUisc = 5/media estensione della sponda (m). Se media <5, Peso LUisc=1	
LUItop	Uso del suolo in 50 m dalla sommità (I)	$LUItop = \sum_i (\text{punteggio categoria } P_i/nP)$	Presenti solo usi P
		$LUItop = \sum_i (\text{punteggio categoria } E_i/nE)$	Presenti solo usi E
		$LUItop = \sum_i (\text{punteggio categoria } E_i * 0.8/nE) + \sum_i (\text{punteggio categoria } P_i * 0.2/nP)$	Presenti usi sia E che P
		$LUItop = \text{punteggio categoria } W$	Presenti solo W
Peso LUItop	Altezza sommità della sponda (A)	Peso LUItop = proporzione ad altezza media della sommità. Se $\leq 1 = 1$ ; se $1 < h < 25 = 1 - (0.033 * (h-1))$ ; se $\geq 25, 0.2$	
LUiface	Uso del suolo sulla sponda (I)	$LUiface = \sum_i (\text{punteggio categoria } P_i/nP)$	Presenti solo usi P

Componente	Sezione	Formula	Estensione
		$LUI_{face} = \sum_i (\text{punteggio categoria } E_i/nE)$	Presenti solo usi E
		$LUI_{face} = \sum_i (\text{punteggio categoria } E_i \cdot 0.8/nE) + \sum_i (\text{punteggio categoria } P_i \cdot 0.2/nP)$	Presenti usi sia E che P
		$LUI_{face} = \text{punteggio categoria } W$	Presenti solo W
<b>Peso LUIface</b>	Estensione della sponda (A) Larghezza totale dell'alveo (E)	Peso LUIface = (Face (m) / (Larghezza totale dell'alveo (m) /2)) Il peso del LUIface non può comunque mai essere >1	
<b>LUIbank</b>	Profili della riva (J)	$LUI_{bank} = \sum_i (\text{punteggio categoria } P_i/nP)$	Presenti solo usi P
		$LUI_{bank} = \sum_i (\text{punteggio categoria } E_i/nE)$	Presenti solo usi E
		$LUI_{bank} = \sum_i (\text{punteggio categoria } E_i \cdot 0.8/nE) + \sum_i (\text{punteggio categoria } P_i \cdot 0.2/nP)$	Presenti usi sia E che P
		$LUI_{bank} = 3$	Presenti solo W
<b>LUIcara complessivo</b>		Somma di: $(LUI_{sc} \cdot \text{Peso } LUI_{sc}) \sin$ $(LUI_{sc} \cdot \text{Peso } LUI_{sc}) dx$ $(LUI_{top} \cdot \text{Peso } LUI_{top}) \sin$ $(LUI_{top} \cdot \text{Peso } LUI_{top}) dx$ $(LUI_{face} \cdot \text{Peso } LUI_{face}) \sin$ $(LUI_{face} \cdot \text{Peso } LUI_{face}) dx$ $LUI_{bank} \sin$ $LUI_{bank} dx$	

Tabella 7-6 Modalità di calcolo dell'indice LUIcara (fonte: Deliverable Pd3 del progetto LIFE + INHABIT)

L'indice LUIcara può ottenere valori compresi tra 0 e 39,2, questi valori sono stati suddivisi in 5 classi di qualità che possono essere utilizzati ai fini interpretativi del dato biologico rilevato.

Classe di qualità	Punteggio LUIcara
elevato	0-2
buono	2,01-11

moderato	11,01-20
scarso	20,01-29
cattivo	>29

Tabella 7-7 Classi dell'indice LUIcara (fonte: Deliverable Pd3 del progetto LIFE + INHABIT)

### **Carattere Lentico-Lotico (LRD)**

Il descrittore LRD (Lentic-Lotic River Descriptor) è un descrittore in grado di definire il carattere lentico-lotico di un tratto di un corso d'acqua. Questo descrittore si calcola sulla base delle caratteristiche idrauliche locali (tipi di flusso) e utilizzando informazioni raccolte mediante valutazione visiva del tratto esaminato. In particolare vengono prese in considerazione 4 categorie:

- Flusso;
- substrato dell'alveo;
- profondità massima dell'acqua;
- vegetazione dell'alveo bagnato.

L'indice è stato diviso in 5/7 classi:

<b>Classe</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Valore LRD</b>
1+	Estremamente lotico	<-50
1	Molto lotico	≥-50 e <-30
2	Lotico	≥-30 e <-10
3	Intermedio	≥-10 e <10
4	Lentico	≥10 e <30
5	Molto lentico	≥30 e <50
5+	Estremamente lentico	≥50

Tabella 7-8 Classi dell'indice LRD (fonte: Deliverable Pd3 del progetto LIFE + INHABIT)

#### 7.3.2.1. 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 rilievo destinate al monitoraggio. Le posizioni dei punti di indagine dovranno essere georeferenziate e fotografate;
- svolgimento del rilievo. Ogni rilievo prevede la restituzione, su apposita scheda di rilievo, delle informazioni ottenute e successiva elaborazione dei dati ottenuti;
- 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.

#### 7.3.3. Tempi e frequenza del monitoraggio

Le attività saranno distinte tra le fasi:

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

Il monitoraggio Ante Operam (AO) è relativo all'anno precedente all'inizio dei lavori, mentre il monitoraggio Post Operam (PO) è relativo ai due anni successivi alla fine dei lavori.

Le attività di monitoraggio saranno svolte una singola volta durante la fase di AO, andando però ad integrare anche i risultati già elaborati nelle precedenti fasi di monitoraggio. Nel corso d'opera (CO) le indagini saranno eseguite per tutta la durata dei lavori di realizzazione dell'opera con una cadenza annuale, così come nella fase di PO.

#### 7.4. CONCLUSIONI

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

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia
Avifauna	FAU_01 FAU_02 FAU_03 FAU_04 FAU_05	AO	Durante l'anno precedente all'inizio dei lavori, tre ripetizioni nel periodo primaverile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• località;</li> <li>• provincia;</li> <li>• comune;</li> <li>• quota;</li> </ul>	Rilievo diretto
	FAU_06 FAU_07 FAU_08	CO	Durante ogni anno di durata dei lavori, tre ripetizioni nel periodo primaverile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• coordinate GPS;</li> <li>• condizioni metereologiche;</li> <li>• caratteristiche ambientali;</li> <li>• specie;</li> </ul>	Rilievo diretto
		PO	Durante i due anni successivi alla fine dei lavori, tre ripetizioni nel periodo primaverile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• numero di individui per specie;</li> <li>• indici ecologici</li> </ul>	Rilievo diretto
Chiroterrofauna	FAU_01 FAU_02 FAU_03 FAU_04 FAU_05 FAU_06 FAU_07	AO	Durante l'anno precedente all'inizio dei lavori, tre ripetizioni nel periodo luglio-settembre (6 ripetizioni per il punto FAU_05)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• località;</li> <li>• provincia;</li> <li>• comune;</li> <li>• quota;</li> <li>• coordinate GPS;</li> <li>• condizioni metereologiche;</li> </ul>	Rilievo diretto
		CO	Durante ogni anno di durata dei lavori, tre ripetizioni nel periodo luglio-settembre (6 ripetizioni per il punto FAU_05)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• caratteristiche ambientali;</li> <li>• specie;</li> <li>• numero di contatti per specie</li> </ul>	Rilievo diretto
		PO	Durante i due anni successivi alla fine dei lavori, tre ripetizioni nel periodo luglio-settembre (6 ripetizioni per il punto FAU_05)		Rilievo diretto
Invertebratofauna	FAU_01 FAU_02	AO	Durante l'anno precedente all'inizio dei lavori, tre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• provincia;</li> <li>• comune;</li> </ul>	Rilievo diretto

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia
	FAU_03 FAU_04 FAU_05 FAU_06 FAU_08		ripetizioni nel periodo maggio-settembre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• quota;</li> <li>• coordinate GPS;</li> <li>• specie;</li> <li>• numero di contatti per specie</li> </ul>	
		CO	Durante ogni anno di durata dei lavori, tre ripetizioni nel periodo maggio-settembre		Rilievo diretto
		PO	Durante i due anni successivi alla fine dei lavori, tre ripetizioni nel periodo maggio-settembre		Rilievo diretto
Ittiofauna	FAU_01 FAU_04 FAU_05	AO	Durante l'anno precedente all'inizio dei lavori, due ripetizioni	<ul style="list-style-type: none"> <li>• provincia;</li> <li>• comune;</li> <li>• quota;</li> <li>• coordinate GPS;</li> <li>• specie;</li> <li>• numero di contatti per specie</li> </ul>	Rilievo diretto
		CO	Durante ogni anno di durata dei lavori, due ripetizioni		Rilievo diretto
		PO	Durante i due anni successivi alla fine dei lavori, due ripetizioni		Rilievo diretto
Erpetofauna	FAU_01 FAU_02 FAU_03 FAU_04 FAU_06	AO	Durante l'anno precedente all'inizio dei lavori, due ripetizioni nel periodo febbraio-marzo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• provincia;</li> <li>• comune;</li> <li>• quota;</li> <li>• coordinate GPS;</li> <li>• temperatura;</li> <li>• condizioni metereologiche</li> <li>• specie;</li> <li>• numero di contatti per specie</li> </ul>	Rilievo diretto
		CO	Durante ogni anno di durata dei lavori, due ripetizioni nel periodo febbraio-marzo		Rilievo diretto
		PO	Durante i due anni successivi alla fine dei lavori, due ripetizioni nel periodo febbraio-marzo		Rilievo diretto
Teriofauna	FAU_01 FAU_02 FAU_03 FAU_04 FAU_05 FAU_06 FAU_07	AO	Durante l'anno precedente all'inizio dei lavori, un rilievo al mese	<ul style="list-style-type: none"> <li>• provincia;</li> <li>• comune;</li> <li>• quota;</li> <li>• coordinate GPS;</li> <li>• specie;</li> <li>• numero di segni di presenza per specie.</li> </ul>	Rilievo diretto
		CO	Durante ogni anno di durata dei lavori, un rilievo al mese		Rilievo diretto
		PO	Durante i due anni successivi alla fine dei lavori, un rilievo al mese		Rilievo diretto
Ecosistemi	ECO_01 ECO_02	AO	Durante l'anno precedente all'inizio dei lavori, un rilievo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• provincia;</li> <li>• comune;</li> </ul>	Rilievo diretto

<b>Tematica</b>	<b>Punti</b>	<b>Fase</b>	<b>Frequenza e durata</b>	<b>Parametri</b>	<b>Metodologia</b>
		CO	Durante ogni anno di durata dei lavori, un rilievo all'anno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• quota;</li> <li>• coordinate GPS;</li> <li>• parametri inclusi nel metodo CARAVAGGIO</li> </ul>	Rilievo diretto
		PO	Durante i due anni successivi alla fine dei lavori, all'anno		Rilievo diretto

*Tabella 7-9 Quadro sinottico PMA componente fauna*

## 8. RUMORE

### 8.1. FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

#### 8.1.1. Obiettivi del monitoraggio

L'obiettivo del monitoraggio della componente 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.

#### 8.1.2. 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";
- PCCA dei Comuni territorialmente competenti.

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 i PCCA dei comuni interessati (Cherasco, La Morra, Verduno, Roddi e Santa Vittoria d'Alba) 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.

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (DM 5.11.01 Norme funz. e geom. per la costruz. delle strade)	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)
A - autostrada		250	50	40	65	55

(\*) Per le scuole vale il solo limite diurno

Tabella 8-1 Valori limite stabiliti per strade di nuova realizzazione

Al di fuori di tali fasce di pertinenza, valgono i limiti acustici territoriali definiti dai PCCA dei comuni interessati dalla realizzazione dell'opera, precedentemente elencati.

## 8.2. MONITORAGGIO DEL RUMORE STRADALE

### 8.2.1. 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. In particolare, per i ricettori individuati ai fini del monitoraggio valgono le seguenti considerazioni:

- **CH008**, caratterizzato dal massimo impatto nell'ambito dei ricettori residenziali di C.na Spià;
- **VE307**, nuovo ospedale di Verduno
- **VE403**, ricettore caratterizzato dal maggiore impatto nell'ambito di viadotto SP7;
- **RO041a**, edificio a minima distanza dal tracciato.

Punti	Latitudine	Longitudine	Ricettore (*)
RUM_01	44.663683°	7.895693°	CH008
RUM_02	44.674564°	7.932302°	VE307
RUM_03	44.678532°	7.918716°	VE403
RUM_04	44.683313°	7.943031°	RO041a

Note:

(\*) confronto censimento ricettori dello Studio Acustico

Tabella 8-2 Localizzazione dei punti di monitoraggio

La scelta della localizzazione dei punti di misura è diretta conseguenza delle considerazioni e conclusioni dello "Studio Acustico" (Sezione 02.07).

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio è possibile fare riferimento all'elaborato grafico 02.07.04\_P017\_E\_ACU\_PL\_001\_A "Acustica – Censimento dei ricettori – Tavola localizzazione dei ricettori: destinazioni d'uso, piani e limiti applicabili".

## 8.2.2. Metodologia e strumentazione

### 8.2.2.1. 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. Si prevede di utilizzare la seguente strumentazione:

- Calibratore acustico 01 dB CAL 21 o similare;
- Centralina per il rilevamento in continuo Softech o similare equipaggiata per il controllo dell'acquisizione via internet da remoto munita di palo da 4 m da terra e fonometro Larsson Davis modello 824 o similare;
- Rilevatore spot Solo blu 01 dB con microfono 01 dB mce 212 matricola 94097 e preamplificatore 01 dB pre21s o similari.

### 8.2.2.2. 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).

### 8.2.2.3. 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).

### **Rilevi 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.

### 8.2.3. Tempi e frequenza del monitoraggio

Le attività saranno distinte tra le fasi:

- Ante Operam (AO);
- 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 che a quello di progetto.

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 un anno. Nei 12 mesi successivi all'entrata in esercizio si prevede 1 misura fonometrica settimanale ogni trimestre per un totale di 4 rilevamenti.

## 8.3. MONITORAGGIO DEL RUMORE INDOTTO DAL CANTIERE

### 8.3.1. 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 anche in funzione della localizzazione dei ricettori potenzialmente coinvolti dal rumore di cantiere sulla base delle aree di lavoro. In particolare, sulla base delle considerazioni e conclusioni a cui si è pervenuti nello Studio Acustico, sarà necessario svolgere attività di monitoraggio e mitigazione dei seguenti ricettori:

- CH008, caratterizzato dal massimo impatto nell'ambito della C.na Spià;
- VE203, ricettore in buono stato di conservazione sede di un ristorante attualmente chiuso. È stato recentemente acquistato da Oscar Farinetti (Eataty) quindi è opportuno seguirne le eventuali trasformazioni urbanistiche. È collocato in prossimità delle Aree di Stoccaggio 6 e 7.
- VE307A e/o VE307B: ricettore sensibile (ospedale Alba-Bra);
- VE405, ricettore a minima distanza dalle lavorazioni di realizzazione del viadotto SP7 e in prossimità dell'Area di Stoccaggio 3;
- RO035, ricettore a minima distanza dal Campo Base e dalla viabilità di cantiere che insiste sulla SP7 e dall'Area di Stoccaggio 9;
- RO040, ricettore a minima distanza dal Campo Base e dalla viabilità di cantiere che insiste sulla SP7.

Punti	Latitudine	Longitudine	Ricettore (*)
RUM_01	44.663683°	7.895693°	CH008
RUM_02	44.674564°	7.932302°	VE307

---

RUM_05	44.681711°	7.925508°	VE203
RUM_06	44.678434°	7.916875°	VE405
RUM_07	44.684308°	7.956063°	RO035
Note: (* <i>confronto censimento ricettori dello Studio Acustico</i> )			

*Tabella 8-3 Localizzazione dei punti di monitoraggio*

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio è possibile fare riferimento all'elaborato grafico 02.07.04\_P017\_E\_ACU\_PL\_001\_A "Acustica – Censimento dei ricettori – Tavola localizzazione dei ricettori: destinazioni d'uso, piani e limiti applicabili".

### 8.3.2. Metodologia e strumentazione

#### 8.3.2.1. Tipologia di monitoraggio

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.

La strumentazione utilizzata per queste misure è analoga a quella da impiegarsi nei rilievi di rumore stradale, descritta al punto 8.2.2.1.

#### 8.3.2.2. Parametri da monitorare

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

- Time history del  $Leq(A)$ ;
- $Leq(A)$ ,  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  e livelli acustici percentili ( $L_{99}$ ,  $L_{95}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{10}$ ,  $L_1$ );
- $Leq(A)$  nel periodo diurno (6:00-22:00);
- $Leq(A)$  nel periodo notturno (22:00-6:00);
- Analisi spettrale in terzi di ottava;
- Parametri meteorologici.

#### 8.3.2.3. Metodiche di monitoraggio

Per quanto concerne le metodiche di monitoraggio queste risultano le stesse considerate per il monitoraggio del rumore stradale.

### **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:

- Velocità vento con precisione  $\pm 3\%$ ;
- Direzione vento 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.

### 8.3.3. 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 prima dell’inizio del cantiere.

### 8.4. 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
<b>Verifica del rumore stradale in ambiente esterno</b>	RUM_01 RUM_02 RUM_03 RUM_04	AO	1 misura settimanale in ambiente esterno ogni trimestre per l’anno antecedente 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
		PO	1 misura settimanale in ambiente esterno ogni trimestre per l’anno successivo all’entrata in esercizio		
<b>Verifica del rumore indotto dal cantiere</b>	RUM_01 RUM_02 RUM_05 RUM_06 RUM_07	AO	1 misura di 24 h prima dell’inizio dei lavori per punto	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
		CO	1 misura di 24 h ogni trimestre durante la costruzione		

Tabella 8-4 Quadro sinottico PMA componente rumore

---

## 9. PAESAGGIO

### 9.1. FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

#### 9.1.1. Obiettivi del monitoraggio

Il Paesaggio è un sistema dinamico ed in continua evoluzione che racchiude in sé in particolare gli aspetti estetico-percettivi. A tal proposito, dunque, il monitoraggio della componente Paesaggio mira alla determinazione degli aspetti caratterizzanti il contesto d'inserimento dell'opera. Come ogni componente del PMA, il Paesaggio è suscettibile di una caratterizzazione nello spazio e nel tempo; per i fini del presente elaborato, si reputa necessario dunque definire dei punti in cui poter effettuare il monitoraggio visivo della componente naturale ed antropica ed inoltre definirne le tempistiche per tali valutazioni.

Tali punti, saranno localizzati in modo da poter offrire una visuale sugli interventi che introdurranno una variazione significativa sugli elementi sopra elencati, nella fase di esercizio. In generale sarà posta l'attenzione al contenimento del rischio di perdita d'identità paesaggistica; infatti, la principale tipologia d'impatto sul paesaggio è legata alla modificazione della percezione visiva dei ricettori sensibili, dovuta a fenomeni di mascheramento visivo totale o parziale, all'alterazione dei lineamenti caratteristici dell'unità paesaggistica, a causa dell'intromissione di nuove strutture fisiche estranee al contesto per forma, dimensione o colore.

L'obiettivo dell'attività di monitoraggio è dunque quello di verificare l'insorgere di un'alterazione della percezione visiva da/verso il ricettore.

#### 9.1.2. Riferimenti normativi

- Convenzione europea del Paesaggio, Firenze il 20 ottobre 2000;
- Legge 9 gennaio 2006, n. 14 di ratifica della Convenzione europea del Paesaggio;
- Convenzione europea per la tutela del patrimonio archeologico (La Valletta 16 gennaio 1992);
- Convenzione per la salvaguardia del patrimonio architettonico d'Europa (Granata 3 ottobre 1985);
- Convenzione sulla tutela del patrimonio mondiale, culturale e naturale (Parigi, 16 novembre 1972).
- D.P.C.M. 27 dicembre 1988 (1) "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità" di cui all'art. 6, L. 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M. 10 agosto 1988, n. 377 (2);
- D.P.C.M. 12 dicembre 2005 sull'individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali del paesaggio di cui al D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42. (G.U. n. 25 del 31 gennaio 2006);
- Decreto Legislativo n. 42 del 22 gennaio 2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137", (G.U. n. 45 del 24 febbraio 2004 - Supplemento Ordinario n. 28) e ss.mm.ii.

## 9.2. MONITORAGGIO DELLA PERCEZIONE VISIVA

### 9.2.1. Localizzazione delle aree di monitoraggio

La localizzazione dei punti di monitoraggio della percezione visiva da/verso il ricettore è funzione degli ambiti paesaggistici presenti sull'area d'interesse. Sulla base di ciò, per il monitoraggio del paesaggio ven-gono individuati 8 punti:

Cod.	Coordinata X	Coordinata Y
PAE_01	413662	4946860
PAE_02	414292	4947828
PAE_03	414174	4948063
PAE_04	415132	4947931
PAE_05	416074	4948340
PAE_06	413832	4948561
PAE_07	413091	4946567
PAE_08	415313	4949750

*Tabella 9-1 Punti di monitoraggio della percezione visiva*

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio è possibile fare riferimento all'elaborato grafico 09.02.02\_P017\_E\_AMB\_PL\_001\_A "Planimetria del monitoraggio ambientale".

### 9.2.2. Metodologia e strumentazione

#### 9.2.2.1. Tipologia di monitoraggio

Date le caratteristiche morfologiche dell'area i punti scelti risultano corrispondenti ad una percezione ravvicinata o da media distanza (da 0 a 1 km circa).

L'attività di monitoraggio consisterà essenzialmente nella redazione:

- di una scheda di classificazione dell'indagine, condotta per tratti di tracciato di progetto di sviluppo variabile;
- di uno stralcio planimetrico in scala 1:10.000/1:5.000 con ubicazione dei punti di vista fotografici, compreso nella scheda;
- carta tematica in scala 1:10.000/1:5.000 (per ambiti di indagine), con individuazione dei coni visuali e dei principali elementi del progetto presenti nel campo visivo;
- carta tematica degli indicatori visivi sensibili, in scala 1:5.000, con individuazione di eventuali ricettori/ambiti di particolare sensibilità;
- nell'effettuazione di una ricognizione fotografica dell'area di intervento, avendo cura di rilevare le porzioni di territorio ove è prevedibilmente massima la visibilità dell'infrastruttura in progetto e dei suoi elementi di maggiore impatto percettivo (svincoli, opere d'arte maggiori, ecc.).

#### 9.2.2.2. Parametri da monitorare

Sulla base della tipologia di monitoraggio appena definita, i beni da sottoporre a indagine fotografica nel monitoraggio sono le aree a elevata sensibilità paesaggistica e caratteri percettivi.

La definizione dei punti di visuale dovrà essere opportunamente georeferita in modo da garantire la medesima collocazione della strumentazione fotografica; ciò consentirà la percezione immediata dei mutamenti, e di rilevare con prontezza lo scostamento dallo scenario previsionale, o il verificarsi di alterazioni impreviste, richiedenti la definizione di strategie di contenimento.

#### 9.2.2.3. Metodiche di monitoraggio

Le riprese fotografiche saranno eseguite secondo la seguente metodologia:

- Individuazione del punto di ripresa e acquisizione delle coordinate in UTM WGS84 Fuso 33 mediante GPS;
- Esecuzione di riprese fotografiche mediante le seguenti operazioni:
  - l'utilizzo di un obiettivo di lunghezza focale prossima a quella dell'occhio umano (50 – 55 mm per il formato fotografico 135);
  - esecuzione sequenziale di più riprese fotografiche, con buon margine di sovrapposizione tra loro, per comporre il panorama;
  - tali riprese sono eseguite con l'operatore fermo nel punto di ripresa;
  - la macchina fotografica va ruotata da destra a sinistra o viceversa, evitando oscillazioni e spostamenti in alto o in basso, cercando di mantenere l'apparecchio sempre alla medesima distanza dal terreno;
  - va coperta tutta la visuale in direzione dell'opera (anche più di 180° se necessario) in modo di rappresentare l'intero orizzonte;
- Restituzione di una raccolta fotografica delle riprese effettuate accompagnate da schede grafico descrittive sintetiche da allegare.

I rilievi fotografici dovranno essere eseguiti con apposita attrezzatura in modo da coprire 180° di visuale dai punti e nelle direzioni individuate. La tecnica migliore per fotografare tutta la visuale d'interesse è quella di posizionare il corpo macchina su un cavalletto e scattare in sequenza un numero sufficiente di immagini in modo che, una volta accostate, permettano di ricostruire l'intero orizzonte. Il cavalletto dovrà essere posizionato in modo tale che la fotocamera possa essere orientata con il lato lungo del fotogramma parallelo alla linea di orizzonte. Occorrerà avere cura che nelle immediate vicinanze non vi siano ostacoli di dimensioni rilevanti, tali da oscurare il campo visivo da inquadrare.

In fase di post-processing le immagini vanno unite in un'unica immagine mediante software specialistico.

I parametri e le opzioni del software utilizzate in fase di unione delle immagini devono essere registrate in apposito file di testo da allegare alla ripresa fotografica unita, insieme alle riprese originali.

#### 9.2.3. Tempi e frequenza del monitoraggio

Le attività saranno distinte tra le fasi:

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

Nell'Ante Operam (AO), le indagini avranno caratteristiche simili a quelle già condotte per la redazione dello SIA, ma ad un livello di maggiore dettaglio ed approfondimento. Lo scopo sarà quello di definire compiutamente la caratterizzazione dello stato dell'area d'indagine prima dell'inizio dei lavori, individuando gli indicatori visivi in grado di consentire il raffronto tra le due fasi del monitoraggio e una valutazione il più possibile oggettiva degli effetti sulla componente. Il controllo verrà effettuato una volta durante la fase di Ante Operam (AO).

Nel Post Operam (PO), le indagini saranno finalizzate per lo più ad accertare l'efficacia delle misure di mitigazione ambientale indicate nel progetto, con particolare riferimento alla percezione visiva dell'opera realizzata. Il controllo verrà effettuato una volta durante la fase di Post Operam (PO).

### 9.3. CONCLUSIONI

Il monitoraggio sarà effettuato almeno due volte, una volta nella fase Ante Operam (AO) e una volta nella fase di Post Operam (PO), al fine di rilevare le eventuali modificazioni sulla componente Paesaggio, nei riguardi degli aspetti estetico-percettivi.

Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia
PAE_01	AO	Un rilevamento nell'anno antecedente all'inizio lavori	Aree a elevata sensibilità paesaggistica e caratteri percettivi	Rilievi fotografici
PAE_05 PAE_06	PO	Un rilevamento nell'anno successivo alla fine dei lavori		
PAE_02	AO	Un rilevamento nell'anno antecedente all'inizio lavori		Rilievi fotografici
PAE_03	CO	Un rilevamento semestrale durante le lavorazioni		
PAE_04	PO	Un rilevamento nell'anno successivo alla fine dei lavori		
PAE_07 PAE_08				

*Tabella 9-2 Quadro sinottico PMA componente paesaggio*

## 10. MONITORAGGIO DELLE OPERE GEOTECNICHE

Nell'ambito della progettazione esecutiva, è stato predisposto il monitoraggio delle opere di sostegno delle trincee, per i rilevati e per gli interventi di stabilizzazione previsti a presidio delle aree potenzialmente instabili (cfr. Sezione 06.04).

Al fine di fornire un quadro completo del monitoraggio dell'intervento, in questa sede si riporta una sintesi di quanto previsto nel suddetto monitoraggio, rimandando alla specifica sezione per gli opportuni approfondimenti.

### 10.1. MONITORAGGIO DELLE TRINCEE

Il monitoraggio geotecnico delle opere di sostegno delle trincee è finalizzato al controllo delle condizioni di sicurezza delle opere ed alla verifica delle stime effettuate in fase di progettazione.

Il monitoraggio viene eseguito in alcune sezioni di riferimento, collocate nelle aree più critiche, in termini di profondità della trincea ed in punti fisicamente accessibili.

Nello specifico si prevedere:

- la misura degli spostamenti nel terreno
- la misura degli spostamenti
- la misura delle variazioni di livello della falda

#### ***Misura degli spostamenti nel terreno***

Il monitoraggio inclinometrico è la misurazione e lo studio degli spostamenti orizzontali a diverse profondità nel terreno, lungo un asse verticale. Questi spostamenti vengono rilevati da strumenti chiamati sonde inclinometriche (mono-biassiali) che rilevano un'inclinazione all'interno di tubazioni dotati di guide dedicate inseriti nei terreni.

La misura degli spostamenti del terreno ha lo scopo di:

- Determinare la presenza di eventuali movimenti contestualmente identificandone lo spessore di terreno coinvolto da tali deformazioni
- Monitorare l'evoluzione, se presente, dei movimenti e permettere di intervenire se necessario in modo preventivo, alle profondità di interesse

Le letture sugli strumenti avranno inizio:

- al completamento delle opere di sostegno oggetto di monitoraggio per gli strumenti installati nei pali o nel terreno interessato dalle opere
- precedentemente alle lavorazioni per gli strumenti installati/ripristinati nel terreno, in zone esterne alle opere di progetto

La prima misura di zero andrà eseguita al ripristino/installazione dello strumento. Successivamente le misure andranno eseguite con cadenza mensile fino ai primi 12 mesi, inclusi, a partire dal completamento della costruzione e con cadenza trimestrale per i 2 anni successivi.

#### ***Misura degli spostamenti***

La misura degli spostamenti della trave di coronamento delle opere di sostegno, o di punti notevoli sulle trincee a cielo aperto, ha lo scopo di monitorare, attraverso l'installazione di mire topografiche, gli spostamenti dell'opera di sostegno a seguito della realizzazione della trincea stradale. Nota la posizione

iniziale prima dell'inizio della costruzione con misure di spostamenti successivi si valuterà per differenza lo spostamento progressivo dovuto alle diverse fasi di costruzione.

Tutte le misure dovranno essere riferite a capisaldi fissi esterni all'area di influenza del rilevato ed in una zona con piena visibilità dell'opera in un'area stabile, non soggetta a eventuali movimenti.

Le letture sugli strumenti avranno inizio al completamento della costruzione delle opere nelle tratte oggetto di monitoraggio.

Dovrà essere effettuata una serie di almeno 4 letture di zero per ogni strumento, la cui media fungerà da riscontro per le misure successive.

Le misure andranno eseguite:

- con cadenza settimanale durante le fasi di scavo
- con cadenza mensile per i primi 12 mesi dal completamento degli scavi e con cadenza trimestrale per i 2 anni successivi

In seguito alla rilevazione di fenomeni anomali si aumenterà opportunamente la frequenza di lettura della strumentazione.

### ***Misura delle variazioni di livello della falda***

La misura del livello di falda ha lo scopo di:

- monitorare le oscillazioni degli acquiferi lungo il tracciato e nelle aree oggetto di interventi di stabilità
- verificare gli effetti generati dall'opera, che potrebbero costituire un ostacolo al regolare deflusso della falda

La misura verrà effettuata tramite piezometro posto su sezioni strumentate sia a monte che a valle delle trincee, confrontando i valori di monte e di valle.

La prima misura di zero andrà eseguita al ripristino dello strumento laddove esistente e non funzionante, oppure al termine della costruzione delle opere, laddove interferenti con esse. Successivamente le misure andranno eseguite con cadenza mensile fino ai primi 12 mesi, inclusi, a partire dal completamento della costruzione e con cadenza trimestrale per i 2 anni successivi.

In seguito alla rilevazione di fenomeni anomali si aumenterà opportunamente la frequenza di lettura della strumentazione.

Una volta all'anno dovrà essere eseguita anche una livellazione al fine di verificare la quota della testa dei piezometri.

## **10.2. MONITORAGGIO DEI RILEVATI**

Il monitoraggio geotecnico è finalizzato al controllo delle condizioni di sicurezza dell'opera ed alla verifica delle stime effettuate in fase di progettazione e riguarda i tratti del tracciato in rilevato, per i quali risulta importante tenere sotto controllo i cedimenti del terreno indotti dalla realizzazione dell'opera.

Il monitoraggio viene eseguito in alcune sezioni di riferimento, collocate nelle aree più critiche, in termini di altezza dei rilevati, o in termini di caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, ed in punti fisicamente accessibili.

La strumentazione di monitoraggio che verrà impiegata comprende:

- assestimetri a piastra
- capisaldi topografici

Tutti gli strumenti saranno installati e resi efficienti durante la fase di costruzione dell'opera stradale.

La misura degli assestamenti del terreno ha lo scopo di monitorare, attraverso l'installazione di piastre assestometriche, i cedimenti che si sviluppano nel terreno a seguito della costruzione del rilevato stradale.

Nota la quota iniziale prima dell'inizio della costruzione con misure di livellazione successive si valuterà per differenza l'abbassamento progressivo dovuto ai riporti.

Tutte le misure dovranno essere riferite a capisaldi fissi esterni all'area di influenza del rilevato. Per alcune aree si prevede l'utilizzo di assestimetri a piastra multibase, ovvero assestimetri con molteplici anelli magnetizzati (punti di misura) che permettono di valutare il profilo di cedimento con la profondità. Si prevede installazione di questa tipologia di assestimetro in prossimità delle zone in cui si prevedono consolidamenti con inclusioni rigide.

Le letture sugli strumenti avranno inizio durante la costruzione dei rilevati nelle tratte oggetto di monitoraggio.

Dovrà essere effettuata una serie di almeno 4 letture di zero per ogni strumento, la cui media fungerà da riscontro per le misure successive.

Le misure andranno eseguite con cadenza mensile per i primi 12 mesi dal completamento della costruzione dei rilevati oggetto di monitoraggio, e con cadenza trimestrale per i 2 anni successivi.

In seguito alla rilevazione di fenomeni anomali si aumenterà opportunamente la frequenza di lettura della strumentazione.

### **10.3. MONITORAGGIO DELLE AREE POTENZIALMENTE INSTABILI**

Il monitoraggio geotecnico delle aree in frana è finalizzato al controllo delle condizioni di sicurezza delle aree che sono state individuate come potenzialmente instabili.

Il monitoraggio viene eseguito in ciascuna delle aree individuate come più critiche ed in punti fisicamente accessibili.

La strumentazione di monitoraggio che verrà impiegata comprende:

- inclinometri
- piezometri di tipo Casagrande

Tutti gli strumenti saranno installati e resi efficienti durante la fase di costruzione degli interventi di stabilizzazione e drenaggio delle suddette aree.

#### ***Misura degli spostamenti del terreno***

Il monitoraggio inclinometrico è la misurazione e lo studio degli spostamenti orizzontali a diverse profondità nel terreno. Questi spostamenti vengono rilevati da strumenti chiamati sonde inclinometriche (monobiassiali) che rilevano un'inclinazione all'interno di tubazioni inseriti nei terreni (frane).

La misura degli spostamenti del terreno ha lo scopo di monitorare l'evoluzione, se presente, dei movimenti franosi e permettere di intervenire se necessario in modo preventivo.

Le letture sugli strumenti avranno inizio al completamento degli interventi di stabilizzazione nelle aree

oggetto di monitoraggio laddove interferiscono con le opere, altrimenti antecedenti alla loro esecuzione.

La prima misura dovrà essere effettuata non prima di 10-14 giorni dopo il completamento di installazione

del tubo inclinometrico nei fori di sondaggio, per garantire la sufficiente impostazione della malta. Dopo 1 settimana dalla prima, una seconda misura deve essere eseguita. Successivamente le misure andranno eseguite con cadenza mensile fino ai primi 12 mesi, inclusi, a partire dal completamento della costruzione dei rilevati a monte delle aree in frana oggetto di monitoraggio, e con cadenza trimestrale per i 2 anni successivi.

In seguito alla rilevazione di fenomeni anomali si aumenterà opportunamente la frequenza di lettura della strumentazione.

***Misure della variazione di livello della falda***

La misura del livello di falda ha lo scopo di verificare l'andamento dei livelli piezometrici in corrispondenza delle aree potenzialmente in frana e gli effetti generati dalla costruzione dei rilevati stradali in prossimità delle stesse.

La misura verrà effettuata tramite piezometri posizionati sia nelle porzioni di monte che di valle delle aree in frana.

Le letture sugli strumenti avranno inizio al completamento della costruzione degli interventi di stabilizzazione nelle aree oggetto di monitoraggio.

Dopo 2 settimane dall'installazione dovrà essere effettuata una lettura di zero per ogni strumento, che fungerà da riscontro per le misure successive.

Le misure andranno eseguite con cadenza mensile fino ai primi 12 mesi, inclusi, a partire dal completamento della costruzione dei rilevati a monte delle aree in frana oggetto di monitoraggio, e con cadenza trimestrale per i 2 anni successivi.

In seguito alla rilevazione di fenomeni anomali si aumenterà opportunamente la frequenza di lettura della strumentazione.

Una volta all'anno dovrà essere eseguita anche una livellazione al fine di verificare la quota della testa dei piezometri.

***Monitoraggio di potenziali fenomeni carsici***

L'area di Verduno è caratterizzata dalla presenza di alcuni fenomeni di carsismo che sono stati rilevati anche durante le visite in campo dei geologi che hanno studiato l'assetto geologico e geomorfologico dell'area di interesse. Tuttavia, sono stati riscontrati sempre e solo in zone molto più a monte del tracciato autostradale di progetto dove le coperture dei limi sabbiosi e argillosi superficiali sono meno spesse e offrono quindi una protezione minore ai gessi che possono essere sede di carsismi dovuti alla dissoluzione.

Sono inoltre stati effettuati dei rilievi geoelettrici durante la campagna di indagini del 2018 mirati specificatamente alla verifica della presenza di eventuali cavità in corrispondenza delle opere di progetto.

Tali indagini hanno dato esito negativo, come pure le osservazioni fatte durante l'esecuzione dei sondaggi.

Si ritiene pertanto che non sia necessario prevedere delle attività di monitoraggio specificatamente mirate allo studio di questi possibili fenomeni, anche perché sarebbero da svolgersi principalmente in aree che non sono interessate dal progetto, né nelle immediate vicinanze.

---

## 11. RESTITUZIONE DATI

### 11.1. IL SISTEMA INFORMATIVO DEL MONITORAGGIO

#### 11.1.1. 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.

È pertanto previsto 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.) è 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 il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi", redatte dalla Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale in rev.2 del 23/07/07.

#### 11.1.2. Architettura del sistema

Il Sistema 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 delle diverse componenti 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 sono 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 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.

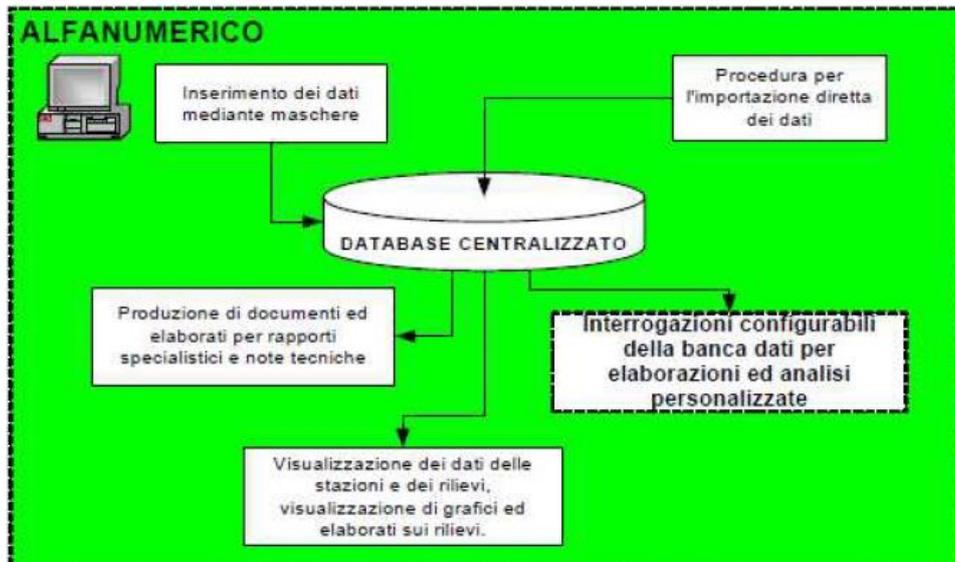


Figura 11-1 *Interfaccia alfanumerica*

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.

I dati che confluiscono nel Sistema 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 di componente; solo dati controllati e validati (con registro del processo di controllo e validazione) confluiscono nelle tabelle definitive del Sistema di monitoraggio.

Come indicato nel successivo par. 11.2.3, gli Enti predisposti al controllo saranno aggiornati periodicamente mediante la trasmissione di specifici Report; qualora l'Ente ritenesse opportuno consultare direttamente il Sistema, non accessibile al pubblico, potranno essere fornite specifiche credenziali per la sua consultazione.

---

## 11.2. RESTITUZIONE E MEMORIZZAZIONE DATI

### 11.2.1. I rapporti di misura

I dati ottenuti attraverso il monitoraggio saranno elaborati e caricati sulla piattaforma; a tal fine saranno predisposte delle schede di rilievo contenenti la codifica (univoca) del rilievo oltre alle seguenti informazioni:

- codice rilievo,
- codice stazione,
- componente monitorata,
- 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.

### 11.2.2. I rapporti di campagna

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

### 11.2.3. I rapporti semestrali

Almeno con frequenza semestrale sarà predisposto uno specifico report, che analizza e interpreta le singole componenti sulla base dei dati acquisiti nel periodo precedente all'emissione del rapporto stesso.

Prevede inoltre la caratterizzazione dello stato delle singole componenti tenendo conto dei dati acquisiti nelle fasi di monitoraggio precedenti.

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

- introduzione (componente, fase di monitoraggio, periodo di riferimento, finalità);
- area di studio (descrizione);
- riferimenti normativi / standard di qualità;
- protocollo di monitoraggio (obiettivi, stazioni, metodi, strumentazione, programma delle attività eseguite);
- risultati e analisi (risultati, analisi ed interpretazione conclusive);

- analisi delle criticità (criticità in atto, superamenti soglie normate / standard di qualità);
- quadro interpretativo della componente (considerazioni e valutazioni conclusive sullo stato della componente per il periodo di riferimento);
- previsione interazioni componente - progetto (considerazioni conclusive per il periodo di riferimento, criticità, eventuali azioni correttive aggiuntive);
- indirizzo per le fasi/periodi di monitoraggio successivi;
- bibliografia;
- appendice 1 - programma avanzamento attività;
- appendice 2 - tabella riepilogativa componente-attività-rilievi;
- appendice 3 - grafici / tabelle dati;
- appendice 4 - documentazione fotografica".

Tali report saranno trasmessi agli Enti predisposti al controllo, almeno con cadenza semestrale e comunque al termine delle fasi di monitoraggio a cui si riferisce (ante, corso, post).