

S.S. 45bis - Gardesana Occidentale

Opere di costruzione della galleria in variante tra il km 86+567 e il km 88+800 finalizzata a sottendere le attuali gallerie ogivali a sezione ristretta

PROGETTO DEFINITIVO

cod. MI92

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTA: <i>Dott. Ing. Antonio Scalamandrè</i> <i>Ordine Ing. di Frosinone n. 1063</i>		
IL GEOLOGO <i>Dott. Geol. Serena Majetta</i> <i>Ordine Geol. di Roma n. 928</i>		
IL RESPONSABILE DEL S.I.A. <i>Dott. Ing. Laura Troiani</i> <i>Ordine Ing. di Roma n. 31890</i>		
COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE <i>Geom. Fabio Quondam</i>		
VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO <i>Dott. Ing. Giancarlo Luongo</i>		
PROTOCOLLO	DATA	

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	T00MO00MOARE01_A.pdf			
DPMI0092	D 18	CODICE ELAB. T00MO00MOARE01		A	-
D					
C					
B					
A	EMISSIONE		Mar 2020		
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	GLI OBIETTIVI GENERALI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	5
2	I REQUISITI GENERALI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	6
3	I REQUISITI DEL PMA ED I FATTORI DI SPECIFICITÀ DEL CASO	8
4	LE SCELTE STRUTTURANTI IL PMA	9
4.1	LE FASI TEMPORALI OGGETTO DI MONITORAGGIO	9
4.2	LE COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO	9
5	ATMOSFERA	11
5.1	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	11
5.1.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	11
5.1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	12
5.2	MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	15
5.2.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	15
5.2.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	15
5.2.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	19
5.3	GESTIONE DELLE ANOMALIE	22
5.4	DOCUMENTAZIONE DA PRODURRE	22
5.5	CONCLUSIONI	23
6	ACQUE SUPERFICIALI	25
6.1	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	25
6.1.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	25
6.1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	25
6.2	MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE	26
6.2.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	26
6.2.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	27
6.2.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	31
6.3	GESTIONE DELLE ANOMALIE	32
6.3.1	AZIONI CORRETTIVE	33
6.4	CONCLUSIONI	33
7	SUOLO	35
7.1	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	35
7.1.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	35
7.1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	35
7.2	MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ E FERTILITÀ DEL SUOLO	36
7.2.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	36
7.2.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	36
7.2.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	37
7.3	GESTIONE DELLE ANOMALIE	37
7.3.1	AZIONI CORRETTIVE	38
7.4	CONCLUSIONI	38

8	VEGETAZIONE	40
8.1	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	40
8.1.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	40
8.1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	40
8.2	MONITORAGGIO DELLA VEGETAZIONE	41
8.2.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	41
8.2.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	42
8.2.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	46
8.3	MONITORAGGIO DEGLI INTERVENTI A VERDE E DEI RISPRISTINI	46
8.3.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	46
8.3.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	46
8.3.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	47
8.4	CONCLUSIONI	48
9	FAUNA	50
9.1	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	50
9.1.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	50
9.1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	50
9.2	MONITORAGGIO DELLA FAUNA	51
9.2.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	51
9.2.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	51
9.2.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	55
9.3	CONCLUSIONI	55
10	RUMORE	58
10.1	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	58
10.1.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	58
10.1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	58
10.2	MONITORAGGIO DEL RUMORE STRADALE	59
10.2.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	59
10.2.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	60
10.2.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	62
10.3	MONITORAGGIO DEL RUMORE INDOTTO DAL CANTIERE	62
10.3.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	62
10.3.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	63
10.3.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	65
10.4	CONCLUSIONI	65
11	VIBRAZIONI	67
11.1	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	67
11.1.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	67
11.1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	67

11.2	MONITORAGGIO DELLE VIBRAZIONI	68
11.2.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	68
11.2.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	69
11.2.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	70
11.3	CONCLUSIONI	70
12	PAESAGGIO	72
12.1	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	72
12.1.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	72
12.1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	72
12.2	MONITORAGGIO DELLA PERCEZIONE VISIVA DA/VERSO IL RICETTORE (TIPO A)	73
12.2.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	73
12.2.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	73
12.2.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	75
12.3	CONCLUSIONI	75
13	RESTITUZIONE DATI	76
13.1	IL SISTEMA INFORMATIVO DEL MONITORAGGIO	76
13.1.1	CONTENUTI E FINALITÀ	76
13.1.2	ARCHITETTURA DEL SISTEMA	76
13.2	RESTITUZIONE E MEMORIZZAZIONE DATI	79
13.2.1	I RAPPORTI DI MISURA	79
13.2.2	I RAPPORTI DI CAMPAGNA	79
13.2.3	I RAPPORTI ANNUALI	80

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.

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

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.

Requisiti PMA

Fattori di specificità di caso

Specificità

Elementi di peculiarità dell'opera progettata e del relativo contesto di intervento

Proporzionalità

Risultanze degli studi effettuati nell'ambito dell'analisi degli impatti dello SIA generati dall'opera in progetto, nella sua fase di realizzazione e di esercizio.

Tabella 1 Quadro di correlazione Requisiti PMA – Fattori di specificità

4 LE SCELTE STRUTTURANTI IL PMA

4.1 LE FASI TEMPORALI OGGETTO DI MONITORAGGIO

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

<i>Fase</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Obiettivi</i>
Ante Operam	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.
Corso d'Opera	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.
Post Operam	Periodo che comprende le fasi di esercizio e quindi riferibile: <ul style="list-style-type: none"> • 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 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.

4.2 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;
- Acque superficiali;
- Suolo;
- Vegetazione;
- Fauna;
- Rumore;
- Vibrazioni;
- Paesaggio;

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.

5 ATMOSFERA

5.1 FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

5.1.1 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 agli imbocchi delle gallerie. 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 cantierizza-

zione in funzione delle attività di cantiere più critiche per la componente atmosfera.

5.1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il riferimento normativo è il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155, recante "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa". Tale decreto sostituisce le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE, e istituisce un quadro unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

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

- l'individuazione degli obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- la valutazione della qualità dell'aria ambiente sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;
- la raccolta di informazioni sulla qualità dell'aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine;
- il mantenimento della qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e il miglioramento negli altri casi;
- la garanzia di fornire al pubblico corrette informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;
- la realizzazione di una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione europea in materia di inquinamento atmosferico.

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

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

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

Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il valore limite deve essere raggiunto
Biossido di zolfo (SO₂)			
1 ora	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare più di 24 volte per anno civile		- (1)
1 giorno	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare più di 3 volte per anno civile		— (1)
Biossido di azoto (NO₂)*			
1 ora	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 1° gennaio 2010
Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Benzene*			
Anno civile	5,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (100 %) il 13 dicembre 2000, con unariduzione il 1° gennaio 2006e successivamente ogni 12mesi di 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fino araggiungere lo 0 % entro il 1°gennaio 2010	1° gennaio 2010
Monossido di carbonio			
Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (2)	10 mg/m^3		- (1)
PM₁₀**			
1 giorno	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2005	- (1)
Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	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)
PM_{2,5} – fase 1			
Anno civile	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 % il 11 giugno 2008, con una riduzione il 1° gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2015	1° gennaio 2015
PM_{2,5} – fase 2 (4)			
Anno civile	(4)		1° gennaio 2010

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

Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il valore limite deve essere raggiunto
(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.		
(3)	Tale valore limite deve essere raggiunto entro il 1° gennaio 2010 in caso di aree poste nelle immediate vicinanze delle fonti industriali localizzate presso siti contaminati da decenni di attività industriali. In tali casi il valore limite da rispettare fino al 1° gennaio 2010 è pari a 1,0 µg/m ³ . Le aree in cui si applica questo valore limite non devono comunque estendersi per una distanza superiore a 1.000 m rispetto a tali fonti industriali.		
(4)	Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'articolo 22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m ³ e delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce di ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute e sull'ambiente, la fattibilità tecnica e l'esperienza circa il perseguimento del valore obiettivo negli Stati membri.		
	* Per le zone e gli agglomerati per cui è concessa la deroga prevista dall'articolo 9, comma 10, i valori limite devono essere rispettati entro la data prevista dalla decisione di deroga, fermo restando, fino a tale data, l'obbligo di rispettare tali valori aumentati del margine di tolleranza massimo.		
	** 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 Valori limite - Allegato XI del D.Lgs. 155/2010

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

Tabella 4 Valori limite - Allegato VII del D.Lgs. 155/2010

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

Tabella 5 Livelli critici per la protezione della vegetazione - Allegato XI del D.Lgs. 155/2010

5.2 MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

5.2.1 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 8 stazioni, come indicato nella tabella seguente.

Punti	Ricettori e cantieri di riferimento	Coordinata X	Coordinata Y
ATM_01	R3	630899	5062431
ATM_02	R5	632471	5063729
ATM_03	C1	634381	5068246
ATM_04	AS_01	634183	5068595
ATM_05	AS_02	634237	5068523
ATM_06	AS del CB	634450	5068266
ATM_07	V2	630932	5062446
ATM_08	V4	632357	5063516

Tabella 6 Punti di monitoraggio della qualità dell'aria

Le stazioni di monitoraggio sono state scelte nel rispetto di differenti criteri. In particolare, i punti ATM_04-05-06 vengono posizionati all'interno delle aree di stoccaggio nelle aree di cantiere in località Tignale; i punti ATM_01 e ATM_02 sono invece collocati in prossimità dei 2 ricettori, posti rispettivamente in prossimità dell'imbocco sud e nord della nuova variante in galleria che sono risultati maggiormente critici a seguito delle analisi sulle concentrazioni del Post-Operam e delle analisi della fase di cantiere; il punto ATM_03 è stato localizzato in corrispondenza del ricettore risultato più critico dalle simulazioni di cantiere effettuate in prossimità del cantiere base. In ultimo, i punti ATM_07 e ATM_08 sono finalizzati a monitorare gli inquinanti per controllare i limiti per la vegetazione e sono stati scelti, per l'appunto, in corrispondenza dei ricettori per la vegetazione più critici emersi dalle simulazioni atmosferiche dello stato di progetto.

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio della qualità dell'aria è possibile fare riferimento all'elaborato grafico T00MO00MOAPL01_A "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

5.2.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

5.2.2.1 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 e deposimetri.

5.2.2.2 PARAMETRI DA MONITORARE

I parametri scelti per il monitoraggio sono quelli indicati nella tabella seguente, mutuati dalle indicazioni delle Linee Guida ministeriali per il monitoraggio ambientale e dal D.Lgs 155/2010 .

Tra quelli indicati, il parametro Polveri sospese totali sarà monitorato solo durante la fase di CO.

PARAMETRO	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	LIMITI DI LEGGE
CO	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	valore limite sulle 8 ore: 10 mg/m ³ come massimo giornaliero della media mobile 8 ore
PM10 e PM2,5	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Il valore limite come concentrazione media giornaliera è pari a 50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte l'anno;
		il valore limite come valore di concentrazione media annua è pari a 40 µg/m ³ ;
		valore limite di PM 2,5 come concentrazione media annua pari a 25 µg/m ³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015;
Polveri totali sospese	D.M. 25-11-1994	Tale inquinante non presenta più alcun valore limite di riferimento orario né giornaliero. Per una prima valutazione di può assumere come livello di attenzione: 150 µg/m ³ come media giornaliera (rif. DM 25-11-1994, limite abrogato)
SO2	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite orario 350 µg/m ³ (media oraria da non superare più di 24 volte per anno) per un periodo di mediazione orario
		Valore limite giornaliero: 125 µg/m ³ (Da non superare più di 3 volte per anno) per un periodo di mediazione giornaliero
NOx	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite per la protezione della vegetazione: 30 µg/m ³ media annua
NO2	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite orario: 200 µg/m ³ NOx da non superare più di 18 volte per anno civile (media oraria)
		Valore limite annuale: 40 µg/m ³ (media annua)
Benzene (C6H6)	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite annuale per la protezione della salute umana: media annua pari a 5 µg/m ³
IPA	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Benzo(a)pirene come marker per il rischio sanitario degli IPA. Valore limite 1,0 ng/m ³ su un periodo di mediazione pari all'anno civile.
Pb	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite annuale 0.5 µg/m ³
Arsenico	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore obiettivo riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10, calcolato come media su un anno civile. 6 ng/m ³
Nichel	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	20 ng/m ³
Cadmio	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	5 ng/m ³
Ozono (O3)	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Soglia di informazione 180 µg/m ³

Tabella 7: Parametri da monitorare e rispettivi limiti di legge

Parametri da valutare	Norma tecnica di riferimento	Metodo di Riferimento	Principio del Metodo
CO	UNI EN 14626:2012	spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva	assorbimento IR in accordo alla legge di Lambert-Beer
PM10 e PM 2,5	UNI EN 12341:2014 EN 16450:2017	gravimetria, assorbimento radiazione β	Pesa di membrane filtranti, attenuazione di raggi β emessi da sorgente radioattiva
Polveri totali sospese	UNI EN 12341:2014	gravimetria, assorbimento radiazione β	Pesa di membrane filtranti, attenuazione di raggi β emessi da sorgente radioattiva
SO ₂	UNI EN 14212:2012	misurazione mediante fluorescenza ultravioletta	Misurazione della fluorescenza emessa dall' SO ₂ in presenza di radiazione eccitante
NO _x NO ₂	UNI EN 14211:2012	chemiluminescenza	Registrazione della radiazione emessa da NO ₂ eccitato prodotto dalla reazione di NO con flusso di ozono di analisi
Benzene (C ₆ H ₆)	UNI EN 14662:2015 parti 1,2 3	gascromatografia	Campionamento per pompaggio seguito da desorbimento termico o con solvente e gascromatografia (parti 1,2 della UNI); Campionamento per pompaggio automatizzato con gascromatografia in situ (parte 3 della UNI).
IPA	UNI EN 12341:2014 (per il campionamento) UNI EN 15549:2008 (per l'analisi)	cromatografia HPLC	il Benzo(a)pirene è determinato sul campione di PM10, dopo l'avvenuta pesata del particolato, per trattamento chimico e determinazione analitica (cromatografia HPLC per il B(a)P).
Pb- Arsenico-Nichel- Cadmio-	UNI EN 12341:2014 (per il campionamento) UNI EN 14902:2005 (per l'analisi)	spettrometria di massa con plasma ad accoppiamento induttivo	i metalli sono determinati sul campione di PM10, dopo l'avvenuta pesata del particolato, per trattamento chimico e determinazione analitica (spettrometria di massa con plasma ad accoppiamento induttivo, ICP-MS).
Ozono (O ₃)	UNI EN 14625:2012.	misurazione mediante fotometria ultravioletta	assorbimento UV in accordo alla legge di Lambert-Beer

Tabella 8: metodi di analisi da utilizzarsi per il monitoraggio dei principali parametri indicati

Ad integrazione delle determinazioni sopra riportate si dovranno registrare anche dati meteo climatici relativi a temperatura, umidità relativa, regime anemometrico, pressione atmosferica, radiazione solare e precipitazioni, dati la cui determinazione è invalsa negli apparati di acquisizione delle più diffuse centraline meteorologiche. La determinazione di questi ultimi ha la funzione di definire le condizioni meteo diffuse che condizionano la diffusione e il trasporto dei contaminanti.

5.2.2.3 METODICHE DI MONITORAGGIO

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

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

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

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

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

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

Le stazioni di rilevamento sono organizzate in tre blocchi principali:

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

In particolare, un analizzatore è tipicamente costituito da un sistema di aspirazione dell'aria (una pompa) che ne preleva una parte immettendola in una piccola camera, detta "cella di misura" e che contiene i dispositivi per la misura.

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

- barometro,
- igrometro,
- gonio anemometro,
- pluviometro,
- radiometro,

- termometro.

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

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

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

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

5.2.3 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:

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

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

Il monitoraggio in Corso d'Opera viene predisposto in funzione della distribuzione spaziale e temporale delle diverse attività di cantiere individuando le aree di lavorazione maggiormente critiche per la componente atmosfera. Questo consente di disporre di segnali tempestivi per poter attivare eventuali azioni correttive rispetto a quelle preventive già predisposte ed adottate sulla base degli esiti dello studio atmosferico (es.: emissioni da cumuli, movimenti terra e mezzi d'opera). Allo stesso modo del 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, mentre per la fase di Corso d'Opera il monitoraggio avrà la durata della costruzione.

Di seguito si riporta una descrizione della strumentazione utilizzata per effettuare i rilevamenti dei diversi inquinanti monitorati:

- Campionatore sequenziale/gravimetrico per polveri Totali Sospese (PTS)
- Campionatore sequenziale/gravimetrico per Polveri PM10, PM2,5
- Analizzatore di Ossidi di Azoto;
- Analizzatore di Biossido di Zolfo;

- Analizzatore di Monossido di Carbonio;
- Analizzatore di Ozono;
- stazione meteorologica.
-

Ante Operam

Al fine di analizzare la qualità dell'aria attuale nell'area di intervento, sono previste complessivamente 6 stazioni di monitoraggio, in particolare, tre relative alle aree di stoccaggio in località Tignale dove è localizzato il cantiere base, due per monitorare i ricettori risultati sensibili dalle analisi effettuate per il Post-Operam, uno per monitorare il ricettore sensibile risultato dalle analisi in Corso d'Opera in prossimità del cantiere base. I monitoraggi sui punti suddetti hanno le seguenti frequenze e monitorano i seguenti elementi:

- nei tre punti presso le aree di stoccaggio dei tre cantieri fissi (ATM 04-05-06) si prevede di monitorare:
 - con campionatore sequenziale/gravimetrico delle polveri (PM10, PM2,5);tali misure saranno effettuate tutte con cadenza trimestrale per una durata di due settimane;
- nei 2 punti ATM 01- ATM 02 si prevede di monitorare:
 - con analizzatore CO, SO₂, NO_x, O₃ e BTEX
 - con campionatore sequenziale/gravimetrico delle polveri (PM10, PM2,5) ed analisi degli IPA e dei metalli;

tali misure saranno effettuate tutte con cadenza trimestrale per una durata di due settimane;

- nei 2 punti (ATM 07-08) si prevede di monitorare:
 - con analizzatore in centralina mobile (CO, SO₂, NO_x, O₃ e BTEX) con cadenza trimestrale per una durata di due settimane;
- nel punto in corrispondenza del ricettore interessato dalle attività del cantiere base (ATM_03) si prevede di monitorare:
 - con campionatore sequenziale/gravimetrico delle polveri (PM10, PM2,5 ed Analisi IPA e Metalli);

tali misure saranno effettuate tutte con cadenza trimestrale per una durata di due settimane.

Corso d'Opera

Sui punti di monitoraggio individuati come ATM01÷07, i parametri da rilevare e le modalità con cui effettuare il campionamento saranno gli stessi di quelli previsti dal monitoraggio Ante Operam. Si prevede pertanto di monitorare:

- con campionatore sequenziale/gravimetrico delle polveri (PTS, PM10, PM2,5);
- con campionatore sequenziale/gravimetrico delle polveri (PTS, PM10, PM2,5) ed analisi degli IPA e dei Metalli solo nelle postazioni ATM01-ATM02-ATM03

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

N.B.: il parametro Polveri sospese totali sarà monitorato solo durante la fase di CO.

Post Operam

Nella fase Post Operam il monitoraggio interesserà 4 punti - ATM 01-02-07-08 , per i quali, come per l'Ante Operam, si rileveranno i seguenti parametri:

- con analizzatore in centralina mobile: CO, SO₂, NO_x, O₃ e BTEX per tutte e 4 le postazioni
- con campionatore sequenziale/gravimetrico delle polveri (PM₁₀, PM_{2,5}) e analisi degli IPA e dei Metalli per le sole postazioni ATM01-ATM02

5.3 GESTIONE DELLE ANOMALIE

Per la definizione delle criticità si ritiene opportuno in fase di corso d'opera fare riferimento ai soli parametri relativi al particolato PM 10 e PTS.

I principali impatti sulla qualità dell'ambiente atmosferico sono infatti legati:

- alle polveri generate durante le operazioni di scavo, movimentazione terre e materiali di cantiere;
- alle polveri e agli inquinanti emessi o risospesi dai mezzi di trasporto e dal traffico legato alle attività di cantiere.

Al fine di individuare tempestivamente e puntualmente situazioni di incipiente degrado, si conviene di focalizzare il monitoraggio della componente sui parametri PM₁₀ e PTS in quanto più direttamente legati alle attività di movimentazione terre, scavi, passaggio di mezzi su piste sterrate, demolizioni, ecc., impostando un sistema di individuazione soglie condiviso con l'OA di pertinenza.

In attesa di individuare opportune soglie di intervento con l'OA, il principale criterio per individuare l'insorgenza di anomalie è il confronto con i limiti di riferimento normativi previsti dal D.Lgs 155/2010.

Qualora si verifichi il superamento del valore di soglia o del limite normativo, il responsabile di gestione operativa esegue un'analisi di contesto per individuare le cause del superamento, avvia azioni correttive (interventi) adeguate a garantire il rapido rientro delle concentrazioni all'interno dei valori ammessi e ne dà tempestiva comunicazione all'Osservatorio Ambientale via mail e/o tramite SIT.

La segnalazione di anomalia riporta le seguenti indicazioni:

- date di emissione, di sopralluogo e analisi del dato;
- parametro o indice indicatore di riferimento;
- superamento della soglia di attenzione e/o di allarme;
- cause ipotizzate e possibili interferenze;
- note descrittive ed eventuali foto;
- verifica dei risultati ottenuti.

5.4 DOCUMENTAZIONE DA PRODURRE

Nel corso del monitoraggio dovranno essere rese disponibili le seguenti evidenze:

- Schede di misura.
- Relazioni di fase AO.
- Relazioni di fase CO.
- Relazioni di fase PO
- Dati sul SIT

Schede di misura:

è prevista la compilazione della scheda di misura con gli esiti dei campionamenti in situ e in laboratorio.

Relazioni di fase:

Al fine di restituire una sintesi dei dati acquisiti nella fase di CO, saranno redatte relazioni e/o bollettini con frequenza trimestrale.

5.5 CONCLUSIONI

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

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

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

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
Qualità dell'aria	ATM_01, ATM_02.	AO	Per un anno antecedente all'inizio dei lavori con cadenza trimestrale	CO, SO2, NOx, O3 e BTEX	con centralina mobile per 14 giorni	4
			Per un anno antecedente all'inizio dei lavori con cadenza trimestrale	PM10, PM2,5 con analisi di IPA e Metalli	con campionatore sequenziale/gravimetrico per 14gg	4
		PO	Per un anno successivo alla fine dei lavori con cadenza trimestrale	CO, SO2, NOx, O3 e BTEX	con centralina mobile per 14 giorni	4

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
			Per un anno successivo alla fine dei lavori con cadenza trimestrale	PM10, PM2,5 con analisi di IPA e Metalli	con campionatore sequenziale/gravimetrico per 14gg	4
		CO	Per la durata del cantiere (3,5 anni) con cadenza trimestrale	PTS, PM10, PM2,5 con analisi di IPA e Metalli	con campionatore sequenziale/gravimetrico per 14gg	14
	ATM_07, ATM_08.	AO	Per un anno antecedente all'inizio dei lavori con cadenza trimestrale	CO, SO2, NOx, O3 e BTEX	con centralina mobile per 14 gg	4
		PO	Per un anno successivo alla fine dei lavori con cadenza trimestrale			4
	ATM_04, ATM_05, ATM_06.	AO	Per un anno antecedente all'inizio dei lavori con cadenza trimestrale	PM10, PM2,5	con deposimetro per 14gg	4
		CO	Per la durata del cantiere con cadenza trimestrale	PM10, PM2,5, PTS	con deposimetro per 14gg	14
	ATM_03	AO	Per un anno antecedente all'inizio dei lavori con cadenza trimestrale	PM10, PM2,5	con campionatore sequenziale/gravimetrico	4
		CO	Per la durata del cantiere con cadenza trimestrale	PTS, PM10, PM2,5	con campionatore sequenziale/gravimetrico per 14gg	14

Tabella 9 Quadro sinottico PMA componente atmosfera

6 ACQUE SUPERFICIALI

6.1 FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

6.1.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

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

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

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

Secondo le risultanze delle analisi condotte nello 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.

6.1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

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

- D.Lgs. 16/01/08, n. 4 - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale;
- DM 14/04/2009, n. 56 - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del Decreto

Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo;

- D.Lgs. 10/12/2010, n. 219 - Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
- DM 8/11/10, n. 260 - Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.
- D. Lgs. 13/10/15, n. 172 - Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.

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

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

6.2 MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE

6.2.1 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

Nella definizione della localizzazione dei punti di monitoraggio della componente acque, si è deciso di andare a monitorare il corso d'acqua interferito dal progetto in prossimità dell'imbocco sud della nuova galleria (Torrente Valle della Torre), per il quale da progetto è stata prevista la realizzazione di un tombino scatolare in prossimità dell'imbocco sud della nuova variante in galleria.

In particolare, dunque, verranno posizionati 2 punti di monitoraggio (monte/valle) in corrispondenza del corso d'acqua sopra indicato.

Di seguito si riporta la tabella relativa ai 2 punti di monitoraggio previsti.

Punti	Coordinata x	Coordinata y
IDR_SUP_01N	630886	5062474
IDR_SUP_01S	630907	5062440

Tabella 10 Punti di monitoraggio delle acque

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio è possibile fare riferimento all'elaborato grafico T00MO00MOAPL01_A "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

6.2.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

6.2.2.1 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.

Il monitoraggio del corpo idrico interessato dal progetto in prossimità dell'imbocco sud della variante in galleria è effettuato mediante una coppia di misure poste a monte e a valle dell'immissione nel corpo idrico stesso.

6.2.2.2 PARAMETRI DA MONITORARE

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

Nel caso dei parametri chimici, fisici e chimico fisici si fa riferimento per l'esecuzione delle misure, consistenti in acquisizione del campione, conservazione e trasporto dello stesso al laboratorio con conseguente analisi, al documento 'Metodi analitici per le acque' (APAT CNR-IRSA). Il documento tratta argomenti quali le modalità di campionamento, la qualità del dato, la cromatografia ionica, metalli e composti organometallici, microinquinanti organici e metodi tossicologici.

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.

6.2.2.3 METODICHE DI MONITORAGGIO

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

- Installazione: in tale fase vengono stabilite le posizioni dei punti di misura destinate al monitoraggio tramite GPS. Le posizioni dei punti di misura dovranno essere georeferenziate e fotografate;
- Svolgimento della campagna di misure. Ogni campagna prevede il prelievo del campione e l'analisi in laboratorio, l'elaborazione file per caricamento dati output nel Sistema Informativo.
- Compilazione di Rapporti di misura.

Per quanto concerne l'attività di campionamento delle acque, secondo quanto definito nel manuale "Metodi Analitici per le Acque"¹ - 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

¹Il 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 Metrologia 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 marino 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.

di assorbire o rilasciare analiti da parte delle diverse componenti del sistema di campionamento (tubi, componenti in plastica o in metallo, ecc.).

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

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

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

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

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

La procedura di campionamento prevede dunque di:

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

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

- etichettare i contenitori prima del campionamento con la località, la data e il tipo di campione;
- svuotare il campionatore su una superficie pulita;
- riunire il sedimento di almeno 3 calate;
- raccogliere il sedimento direttamente nei contenitori;
- mettere i campioni in contenitori di vetro con sottotappo di Teflon;
- riempire completamente i contenitori e non lasciare spazio in alto;

- conservarli al buio e al fresco (<4°C);
- se vengono determinati sia composti organici, sia metalli e parametri convenzionali, raccogliere 500 g di sedimento per ognuno di questi gruppi di parametri.

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

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

6.2.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

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

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

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

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

- 2 punti di monitoraggio (1a monte e 1a valle) del corso d'acqua interferito dal progetto.

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

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

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

que.

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 al fine di monitorare le acque del corso d'acqua sopra citato. Analogamente alla fase Ante Operam, si prevedono misurazioni con cadenza trimestrale ed una misurazione per le analisi di sedimentazione l'anno.

6.3 GESTIONE DELLE ANOMALIE

I valori determinati in fase di monitoraggio ante operam saranno il riferimento per le successive misure di:

- corso d'opera, al fine di valutare con tempestività eventuali situazioni anomale;
- post operam, al fine di verificare il mantenimento o il ripristino delle condizioni iniziali.

I dati rilevati sia dei parametri in situ che di quelli di laboratorio vengono valutati sia per confronto con i limiti normativi, laddove esistenti, attraverso un metodo di comparazione monte-valle.

La misura dei parametri di monte e di valle deve avvenire nello stesso giorno, in modo pressoché isocrono.

Identificazione dei valori limite

Per il parametro **pH** si considera superata la soglia di intervento qualora si abbia una variazione tra monte e valle di una unità di pH ($|\Delta\text{pH}| > 1$).

Per i parametri non normati, quali **conducibilità, SST, cloruri e solfati** si procederà con delle soglie di variazione tra Monte-Valle, fissate in AO di concerto con ARPA.

Per tutti gli altri parametri si farà riferimento ai limiti indicati in Tabella 7 corrispondenti alle soglie previste dal D.Lgs 172/2015 e dal D.Lgs 152/06 All. 3 alla parte III, Ta. 1/b "Qualità delle acque idonee alla vita dei pesci salmonidi e ciprinidi".

La segnalazione e la gestione delle anomalie avverrà attraverso il Sistema Informativo Territoriale (SIT).

Una volta riscontrata una anomalia e non appena sono disponibili i risultati delle analisi, entro 48 ore dal riscontro dell'anomalia stessa, è necessario che gli esecutori del Monitoraggio Ambientale predispongano tempestiva comunicazione tramite il Sistema Informativo (o via email), con una nota circostanziata che descriva le condizioni al contorno e le eventuali lavorazioni in essere presso il punto indagato, allo scopo di individuare le probabili cause che hanno prodotto il superamento, e inizia a intraprendere le necessarie azioni correttive.

Tale comunicazione dovrà contenere l'indicazione della tipologia del cantiere interessato e di eventuali scarichi da esso provenienti, la descrizione delle lavorazioni in essere al momento della misura e l'eventuale tipologia di interferenza col corso d'acqua o con la falda; in caso di superamento della soglia di intervento dovrà inoltre essere indicata la data in cui si intende effettuare il nuovo campionamento previsto. Quest'ultimo potrà essere programmato con tempistiche differenti anche sulla base dei parametri per cui si è registrato il superamento, in funzione della loro pericolosità, volatilità, ecc.

A seguito del nuovo campionamento, il Proponente fornisce i risultati delle analisi condotte non appena disponibili entro il 15° giorno lavorativo; deve essere caricata sul Sistema Informativo la scheda completa della misura. Tale scheda dovrà contenere anche la descrizione delle verifiche effettuate nonché illustrare

le misure di miglioramento/mitigazione messe in atto o previste. Gli esiti di tali azioni saranno poi commentati nelle Relazioni di monitoraggio.

Nel paragrafo successivo si riportano le azioni da intraprendere qualora si riscontri una situazione anomala.

6.3.1 AZIONI CORRETTIVE

Qualora venisse riscontrata una situazione anomala si procederà come segue:

- verifica della correttezza del dato mediante controllo della strumentazione e ripetizione eventuale della misura;
- apertura scheda anomalia riportante le seguenti indicazioni e che dovrà essere inviata alla Committente e quindi all'Organo di controllo:
 - date di emissione, sopralluogo e analisi del dato;
 - parametro o indice indicatore di riferimento;
 - superamento della soglia di attenzione e/ o di intervento;
 - cause ipotizzate e possibili interferenze;
 - note descrittive ed eventuali foto;
 - verifica dei risultati ottenuti (da compilare successivamente).

Nel caso in cui il parametro non presenti più anomalia (definita secondo i criteri del paragrafo precedente), si procede alla chiusura della medesima.

Nel caso in cui il parametro si mantenesse anomalo, avendo accertato che la causa sia legata alle lavorazioni in essere, si concorderà con la Committente e con l'Organo di controllo se e quale azione correttiva intraprendere. Le azioni correttive più opportune per tamponare la causa di eventuale compromissione individuata, saranno comunque da ricercare nel sistema di gestione che sarà redatto.

6.4 CONCLUSIONI

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

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
Acque superficiali	IDR_SUP_01N IDR_SUP_01S	AO	misure trimestrali nell'anno antecedente la costruzione	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).	Campionamento ed analisi in laboratorio	4
			Una misura l'anno per la sedimentazione			1
		CO	misure trimestrali, per l'intera durata delle attività di			14

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
			cantiere	<i>Per i sedimenti:</i> sodio, potassio; magnesio; calcio, ferro; zinco; manganese, descrizione macroscopica: colore, odore, presenza di concrezioni, residui di origine naturale; peso specifico; carbonio organico totale; idrocarburi C<12; idrocarburi C>12; IPA; PCB; pesticidi; diossine; furani; composti or-		
			Una misura l'anno per la sedimentazione			4
		PO	misure trimestrali nell'anno successivo all'entrata in esercizio			4
			Una misura l'anno per la sedimentazione			1

Tabella 11 Quadro sinottico PMA componente acque superficiali

7 SUOLO

7.1 FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

7.1.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

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

Per quanto concerne la componente Suolo, quindi, dalle analisi effettuate e stante la realizzazione del progetto prevalentemente in galleria, 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.

7.1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il quadro normativo di riferimento è costituito da:

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

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

7.2 MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ E FERTILITÀ DEL SUOLO

7.2.1 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio sarà effettuato in corrispondenza dei cantieri fissi, ossia delle due aree utilizzate per il cantiere base, e delle due aree di stoccaggio in prossimità dello stesso.

Punti	Localizzazione
SUO_01	Cantiere Base 01
SUO_02	Cantiere Base 02
SUO_03	Area di stoccaggio 01
SUO_04	Area di stoccaggio 02

Tabella 12Punti di monitoraggio del suolo

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio è possibile fare riferimento all'elaborato grafico T00MO00MOAPL01-04_A "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

7.2.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

7.2.2.1 TIPOLOGIA DI MONITORAGGIO

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

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

7.2.2.2 PARAMETRI DA MONITORARE

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

- esposizione,
- pendenza,
- uso del suolo,
- microrilievo,
- pietrosità superficiale,
- rocciosità affiorante,
- fenditure superficiali,
- vegetazione,
- stato erosivo,
- permeabilità,
- classe di drenaggio,
- substrato pedogenetico,
- profondità falda.

Per ogni campione saranno individuati i seguenti parametri:

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

7.2.2.3 METODICHE DI MONITORAGGIO

Per ogni stazione di monitoraggio si prevedono le seguenti attività:

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

7.2.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio della componente in esame è articolato secondo due momenti:

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

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

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

Il monitoraggio sarà effettuato 1 volta in fase di Ante Operam, 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.

7.3 GESTIONE DELLE ANOMALIE

Per quanto concerne l'analisi chimico-fisica dei campioni prelevati, si definisce "condizione anomala" il superamento dei limiti di legge.

Eventuali superamenti dovranno comunque far riferimento al progetto di utilizzo (destinazione d'uso e Concentrazione soglia di contaminazione riferita alla specifica destinazione d'uso).

Per quanto concerne l'analisi stratigrafica, il confronto della fase di PO deve essere eseguito secondo il seguente criterio:

- se il progetto prevede il ripristino delle condizioni iniziali, l'analisi stratigrafica del PO deve essere confrontata con la fase di AO. Se l'analisi stratigrafica della fase di PO è diversa da quella della fase di AO, allora si definisce una condizione anomala;
- se il progetto prevede una destinazione d'uso del suolo diversa da quanto previsto in fase di AO, l'analisi stratigrafica del PO deve essere conforme a quanto previsto dal progetto in quel punto. Se l'analisi stratigrafica della fase di PO non è conforme a quanto previsto dal progetto, si definisce una condizione anomala.

7.3.1 AZIONI CORRETTIVE

Nel caso in cui alcuni parametri, in AO, presentino valori superiori alle soglie di legge si procede secondo la modalità sotto descritta:

- apertura procedura di gestione dell'anomalia;
- comunicazione alla Committente, alla Direzione Lavori e all'organo di controllo;
- verificare con l'organo di controllo (Dipartimenti locali ARPA) se si tratta di valori di fondo naturale o meno.

Nel caso di superamenti naturali, si procede con la chiusura della scheda anomalia spiegando che si tratta di un superamento naturale.

Nel caso di superamenti "non naturali", si procede come segue:

- verifica del corretto funzionamento degli strumenti di analisi utilizzati ed eventuale ripetizione della misura;
- Nel caso di superamenti "non naturali", si concorderà con l'organo di controllo se e come intervenire con eventuali azioni correttive.

Qualora si verifichi una condizione anomala nelle fasi di CO e PO si procede nel seguente modo:

- apertura procedura di gestione dell'anomalia ai sensi dell'art. 242 del D.Lgs 152/06;
- comunicazione alla Committente, alla Direzione Lavori e all'organo di controllo;
- verifica del corretto funzionamento degli strumenti di analisi utilizzati e ripetizione della misura.

Qualora i parametri misurati risultassero inferiori o al limite di legge o ai valori di AO o si dimostrasse che il superamento non è imputabile alle lavorazioni che sono state eseguite, l'anomalia può ritenersi risolta.

7.4 CONCLUSIONI

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

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
SUOLO	SUO_01, SUO_02, SUO_03, SUO_04.	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 pe-	Profili pedologici	1
				Parametri ambientali: Potenziale REDOX, pH, Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Mercurio, Vanadio, Cromo totale, Cromo VI, Idrocarburi C>12, BTEX, PAH; agronomici: pH, Capacità di scambio cationico (C.S.C.), Tessitura, Basi scambiabili, Con-tenuto in carbonio organico, Calcare totale, Calcare attivo, Ntot e P assimilabile.	Campionamento ed analisi in laboratorio	1
		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 pe-	Profili pedologici	1
				Parametri ambientali: Potenziale REDOX, pH, Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Mercurio, Vanadio, Cromo totale, Cromo VI, Idrocarburi C>12, BTEX, PAH; agronomici: pH, Capacità di scambio cationico (C.S.C.), Tessitura, Basi scambiabili, Con-tenuto in carbonio organico, Calcare totale, Calcare attivo, Ntot e P assimilabile.	Campionamento ed analisi in laboratorio	1

Tabella 13 Quadro sinottico PMA componente suolo

8 VEGETAZIONE

8.1 FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

8.1.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

I monitoraggi sugli effetti diretti 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 derivante dalla sottrazione di suolo nei tratti di nuova realizzazione;
- monitoraggio dell'efficacia degli interventi a verde e dei ripristini di vegetazione eseguiti.

Il monitoraggio riferito ha come scopo primo fondamentale quello di valutare lo stato quali-quantitativo 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.

8.1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il quadro normativo di riferimento è costituito da:

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

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

- Linee guida per la predisposizione del PMA delle opere soggette a procedure di VIA. Indirizzi metodologici specifici: Biodiversità (Vegetazione, Flora e Fauna) – Capitolo 6.4, Rev. 1 del 13/03/2015 (MATTM);
- Linee guida ISPRA su interventi di compensazione e mitigazione (Vari);
- Rapporto ISPRA 141/2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Dir. 92/43/CEE) in Italia: specie di animali.
- ANPA, 2000. Selezione di indicatori ambientali per i temi relativi alla biosfera, RTI CTN_CON 1/2000;
- D.P.R. 357 dell'8 settembre 1997 (con successive modifiche ed aggiornamenti, in particolare il D.P.R.120/2003) - "Regolamento recante l'attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche". Esso recepisce la Direttiva Habitat, compresi gli allegati I, II e IV della Direttiva, per cui gli habitat, le specie animali e vegetali sono oggetto delle medesime forme di tutela anche in Italia;
- Legge 503/1981 - "Ratifica ed esecuzione della convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa, con allegati, adottata a Berna il 19 settembre 1979";
- Legge 157/1992 - "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio". Essa è stata modificata dalla L. 221/2001 (Integrazioni della L. 157/1992).

8.2 MONITORAGGIO DELLA VEGETAZIONE

8.2.1 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

Gli ambiti di indagine per la componente in esame sono stati individuati nelle aree a maggiore valenza ambientale. Le aree a maggiore sensibilità, sulle quali sono presenti habitat, risultano quelle in prossimità dei cantieri base e del cantiere operativo in prossimità dell'imbocco sud.

Il monitoraggio sarà incentrato a valutare più approfonditamente:

- la verifica della qualità e del grado di conservazione degli habitat di interesse naturalistico;
- l'efficacia del ripristino delle aree di cantiere.

Punto di monitoraggio

Cod.	localizzazione	Tipologico Rilievo
VEG_01	Cantiere base CB_01	Floristico, fitosociologico
VEG_02	Cantiere base CB_02	Floristico, fitosociologico
VEG_03	Area di stoccaggio AS_01	Floristico, fitosociologico
VEG_04	Area di stoccaggio AS_02	Floristico, fitosociologico
VEG_05	Cantiere operativo CO_01	Floristico, fitosociologico

Tabella14:Punti di monitoraggio della vegetazione

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio è possibile fare riferimento all'elaborato grafico T00MO00MOAPL01-04_A "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

8.2.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

8.2.2.1 TIPOLOGIA DI MONITORAGGIO

Per ogni punto individuato come rappresentativo e da monitorare si effettueranno due 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.

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.

8.2.2.2 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.

- IL RILIEVO FITOSOCIOLOGICO: fase analitica

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

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

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

Tabella 15: Scala di abbondanza dominanza di Braun-Blanquet (1928)

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

- laddove l'omogeneità 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

vegetali² di riferimento.

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

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

- **INDICATORI QUALI-QUANTITATIVI**

Per la scelta degli indicatori da utilizzare nel monitoraggio di specie e habitat e permettere una valutazione a medio-lungo termine del loro stato qualitativo si è fatto riferimento alle indicazioni contenute nel Piano di Gestione della ZPS IT2070402 "Alto Garda Bresciano" come si evince dalla tabella che segue.

	INDICATORI	INDICI	DATI NECESSARI
Indicatore 1 – complessità e mosaico territoriale	B Estensione complessiva dell'habitat		Rilievi diretti: ripermetrazione 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

²associazione 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)

	INDICATORI	INDICI	DATI NECESSARI
Indicatore 2 – assetto vegetazionale	C Presenza di specie alloctone vegetali		ricerche bibliografiche, rilievi diretti
Indicatore 3 – assetto forestale	A Struttura dell'habitat forestale	a- Struttura verticale	Rilievi diretti
		b- Profilo distruttura (monoplana, biplana, stratificata)	Rilievi diretti
		c- Distribuzione ed delle classi dimensionali e tessitura dell'habitat	Rilievi diretti
		d- Grado di copertura delle chiome	Rilievi diretti
Indicatore 4 – assetto faunistico	A Processi informativi di base	a- check-list	Rilievi diretti
	B Status delle zoocenosi	e- Consistenza e distribuzione	Rilievi diretti
	C Composizione di zoocenosi guida	a- Consistenza e distribuzione	Rilievi diretti: censimenti di galliformi, rapaci diurni, rapaci notturni, punti di ascolto ornitofauna forestale e di ambienti aperti su transetti campione
	G Presenza di specie animali alloctone		
Indicatore 5 – alterazioni	A Processi informativi di base	a- check-list	Rilievi diretti
	A Effetti della degradazione del suolo	a- fenomeni di frana e di erosione	Rilievi diretti
	B Effetti degli incendi boschivi e principi di difesa	a- % territorio incendiato, % perdita di habitat	Rilievi diretti
	C Effetti dell'inquinamento atmosferico su specie vegetali	b- Indagini lamine fogliari	Rilievi diretti

Tabella 16: Indicatori per il Sito IT2070402. Fonte: Piano di Gestione 2010

8.2.2.3 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.

8.2.3 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).

8.3 MONITORAGGIO DEGLI INTERVENTI A VERDE E DEI RISPRISTINI

8.3.1 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

In riferimento alla localizzazione dei monitoraggi, si prevede il monitoraggio dell'attecchimento dell'edera sulle scarpate della trincea di progetto prevista in prossimità dell'imbocco nord della nuova variante in galleria.

Punti	Localizzazione	Tipologico Rilievo
VEG_OPV_01	Trincea nord	Efficacia Opere a verde

Tabella 17 Punto di monitoraggio delle opere a verde

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio è possibile fare riferimento all'elaborato grafico T00MO00MOAPL01-04_A "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

8.3.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

8.3.2.1 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.

8.3.2.2 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;
- superficie di sviluppo (livello medio di accrescimento del rampicante sulla parete);
- 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 sottospecie 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.

8.3.2.3 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 (cfr. cap. 11) 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.

8.3.3 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 1 anno a partire dalla realizzazione degli stessi. In tale periodo è prevista l'esecuzione di 2 campagne di rilevamento: una in corrispondenza dell'entrata in esercizio dell'infrastruttura ed una nel pe-

riodo vegetativo ricompreso nell'anno successivo.

8.4 CONCLUSIONI

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

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
FLORA	VEG_01 VEG_02 VEG_03 VEG_04 VEG_05	AO	Durante l'anno precedente all'inizio dei lavori con cadenza semestrale (primavera e	<ul style="list-style-type: none"> Località; Quota; Esposizione; superficie rilevata; coordinate GPS; tipo substrato; le specie totali rilevate suddivise per famiglie; la forma biologica; la corologia; l'habitat; lo status di conservazione delle specie endemiche, rare e minacciate; strato arboreo, arbustivo, erbaceo; copertura %; abbondanza-dominanza; fattori microambientali significativi; indici quali-quantitativi ZPS 	Rilievo floristico	2
					rilievo fitosociologico	2
		PO	Durante i primi due anni successivi alla fine dei lavori con cadenza semestrale (primavera e autunno)		Rilievo floristico	4
					rilievo fitosociologico	4
OPERE A VERDE	VEG_OPV_01	PO	2 rilievi nell'anno successivo al termine dei lavori: il primo in corrispondenza dell'entrata in esercizio dell'infrastruttura ed il secondo nel periodo vegetativo.	<ul style="list-style-type: none"> n° di esemplari per specie; n° di esemplari per specie per unità di superficie; verifica dell'attecchimento delle piante; superficie di sviluppo; presenza di parti o branche secche o in sofferenza; individuazione e 	Rilievo diretto quali quantitativo	2

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
				<p>zione delle specie target sotiche e ruderali presenti secondo i codici di clatura tassonomica, fino al livello di specie e, ove necessario, di subspecie e cultivar;</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 		

Tabella 18 Quadro sinottico PMA componente vegetazione

9 FAUNA

9.1 FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

9.1.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

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

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

9.1.2 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 di animali.
- Monitoraggio di Uccelli e Mammiferi in Lombardia. Tecniche e metodi di rilevamento. Regio-

ne Lombardia, Università degli Studi dell'Insubria, Istituto Oikos (Gagliardi A., Tosi G. (a cura di), 2012);

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

9.2 MONITORAGGIO DELLA FAUNA

9.2.1 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 interessate da habitat di interesse conservazionistico e le zone suscettibili delle potenziali interferenze prodotte dall'opera in esame.

Le aree di monitoraggio per la fauna sono state individuate in corrispondenza dei cantieri base e delle aree di stoccaggio ed in prossimità dell'imbocco nord della galleria.

Il monitoraggio sarà incentrato a valutare più approfonditamente:

- la comunità ornitica presente nelle aree monitorate e a valutarne eventuali variazioni nel tempo.

Punto di monitoraggio

Cod.	localizzazione	Tipologico Rilievo
FAU_01	Cantiere base CB_01	Transetto lineare
FAU_02	Cantiere base CB_02	Transetto lineare
FAU_03	Area di stoccaggio AS_01	Transetto lineare
FAU_04	Area di stoccaggio AS_02	Transetto lineare
FAU_05	Prossimità dei cantieri base	Punto di avvistamento
FAU_06	Prossimità dell'imbocco nord	Punto di ascolto

Tabella 19: Punti di monitoraggio della fauna

Per la localizzazione dei punti ed aree di monitoraggio è possibile fare riferimento all'elaborato grafico T00MO00MOAPL01_A "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

9.2.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

9.2.2.1 TIPOLOGIA DI MONITORAGGIO

Per la componente ornitica sono previste tre tipologie di rilievo:

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

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

La tecnica dei transetti lineari sarà applicata nelle aree aperte, in superfici quanto più possibili omogenee, ed è un metodo che permette di ottenere una valutazione quantitativa della costituzione della comunità ornitica. Tale metodo consente di effettuare confronti nel tempo della comunità ornitica di una data area. Il punto di avvistamento viene utilizzato al fine di rilevare le specie in movimento, con particolare attenzione alle specie migratrici, che potrebbero attraversare l'area durante i loro spostamenti.

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

9.2.2.2 PARAMETRI DA MONITORARE

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

La lunghezza, l'esatta ubicazione e l'ampiezza della fascia laterale dei transetti, comprendente una parte a destra del percorso ed una a sinistra, sarà stabilita prima di eseguire i rilievi nell'ambito delle quattro aree individuate e riportate nel paragrafo 9.2.1.

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

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

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

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

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

alimentazione e riproduzione.

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

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

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

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

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

L'*indice di equiripartizione di Lloyd & Gheraldi* misura il grado di ripartizione delle frequenze delle diverse specie nella comunità. Il valore dell'indice è massimo quando tutte le specie sono presenti con la stessa abbondanza, mentre ha valori bassi nel caso ci sia una sola specie abbondante e numerose specie rare. L'indice varia da 0 (una sola specie presente) a 1 (tutte le specie presenti con lo stesso numero di individui).

La *percentuale di non passeriformi* è il rapporto tra il numero dei non passeriformi ed il numero di specie totali: pur trattandosi di un rapporto tra categorie sistematiche, l'incidenza dei non passeriformi può fornire una indicazione sulla rappresentatività di elementi più stenoeci (presenti in proporzione maggiore fra i non passeriformi). È stato osservato che negli stadi iniziali di una successione ecologica i non passeriformi possono essere assenti e aumentano in numero con il progredire della successione verso stadi più maturi.

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

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

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

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

- Specie ascoltate;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

9.2.2.3 METODICHE DI MONITORAGGIO

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

- sopralluogo: in tale fase vengono stabilite le posizioni dei punti e dei percorsi di rilievo destinate al monitoraggio. Le posizioni dei punti e dei percorsi di indagine dovranno essere georeferenziate e fotografate;
- svolgimento del rilievo. Ogni rilievo prevede la restituzione, su apposita scheda di rilievo, delle informazioni ottenute e, nel caso dei transetti, successiva elaborazione dei dati ottenuti;
- svolgimento di osservazioni specifiche nelle aree di esecuzione dei rilievi e zone limitrofe, volte all'individuazione di eventuali habitat idonei quali siti di sosta, alimentazione e riproduzione.
- Compilazione di Rapporti dei rilievi eseguiti.

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

9.2.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

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

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

Le attività saranno distinte tra le fasi:

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

Il monitoraggio Ante Operam (AO) è relativo 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.

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

9.3 CONCLUSIONI

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

Tematica	Punti/percorsi	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto/percorso)
FAUNA	FAU_01 FAU_02 FAU_03 FAU_04	AO	Durante l'anno precedente all'inizio dei lavori, due ripetizioni nel periodo primaverile	<ul style="list-style-type: none"> • località; • provincia; • comune; • quota; • lunghezza transetto; • ampiezza transetto; 	Rilievo diretto	2
		CO	Durante ogni anno di durata dei lavori, due ripetizioni nel periodo	<ul style="list-style-type: none"> • superficie rilevata; • coordinate GPS (inizio e fine); • condizioni metereologiche; 	Rilievo diretto	8
		PO	Durante i due anni successivi alla fine dei lavori, due ripetizioni nel periodo primaverile	<ul style="list-style-type: none"> • caratteristiche ambientali; • specie; • numero individui per specie; • attività degli individui; • indici ecologici. 	Rilievo diretto	4
	FAU_05	AO	Durante l'anno precedente all'inizio dei lavori, due ripetizioni nel periodo primaverile	<ul style="list-style-type: none"> • località; • provincia; • comune; • quota; • coordinate GPS; • condizioni metereologiche; 	Rilievo diretto	2
		CO	Durante ogni anno di durata dei lavori, due ripetizioni nel periodo	<ul style="list-style-type: none"> • caratteristiche ambientali; • specie; 	Rilievo diretto	8
		PO	Durante i due anni successivi alla fine dei lavori, due ripetizioni nel periodo primaverile	<ul style="list-style-type: none"> • numero o stima individui per specie; • ora di osservazione degli individui; • direzione e verso di spostamento; • tipo di attività degli individui. 	Rilievo diretto	4

Tematica	Punti/percorsi	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto/percorso)
	FAU_06	AO	Durante l'anno precedente all'inizio dei lavori, due ripetizioni nel periodo primaverile	<ul style="list-style-type: none"> • località; • provincia; • comune; • quota; • coordinate GPS; • condizioni metereologiche; 	Rilievo diretto	2
		CO	Durante ogni anno di durata dei lavori, due ripetizioni nel periodo	<ul style="list-style-type: none"> • caratteristiche ambientali; • specie; 	Rilievo diretto	8
		PO	Durante i due anni successivi alla fine dei lavori, due ripetizioni nel periodo pri-	<ul style="list-style-type: none"> • numero di individui per specie. 	Rilievo diretto	4

Tabella 20 Quadro sinottico PMA componente fauna

10 RUMORE

10.1 FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

10.1.1 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.

10.1.2 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 ti-

pologia della misurazione.

Il DPR 142/2004 ed il PCCA del Comune di Gargnanoaltresì individuano gli elementi prescrittivi relativi all'individuazione dei valori limite in Leq(A) nel periodo diurno e notturno per il territorio conterminante l'infrastruttura stradale in progetto nella fase di Ante Operam, Corso d'Opera e Post Operam.

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

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

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

Valori limite stabiliti per strade extraurbane esistenti

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

Tabella 21: Valori limite stabiliti per strade di nuova realizzazione e strade esistenti o assimilabili a esistenti

Al di fuori di tali fasce di pertinenza, valgono i limiti acustici territoriali definiti dal Comune di Gargnano interessato dal progetto (cfr. DPR 14.11.1997).

10.2 MONITORAGGIO DEL RUMORE STRADALE

10.2.1 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

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

Punti	Coordinata X	Coordinata Y	Ricettore ^(*)
RUM_S_01	630797	5062376	R_A19
RUM_S_02	632471	5063729	R_A03

Note: ^(*) confronta censimento ricettori dello Studio acustico

Tabella 22: Punti di monitoraggio del rumore stradale

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio è possibile fare riferimento all'elaborato grafico T00MO00MOAPL01_A "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

10.2.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

10.2.2.1 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.

10.2.2.2 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);

10.2.2.3 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 diffe-

renza massima tollerabile affinché la misura possa essere ritenuta valida a valle del processo di calibrazione è di 0,5 dB.

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

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

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

Rilievi parametri meteo

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

I dati meteorologici oggetto di monitoraggio sono:

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

Le principali caratteristiche prestazionali dei sensori sono:

- Vento:
 - Velocità con precisione $\pm 3\%$;
 - Direzione con precisione $\pm 3\%$;
- Precipitazioni: Altezza minima mm 0,01 con precisione $\pm 5\%$;
- Temperatura: con precisione $\pm 0,3^\circ$ C a 20° C;
- Pressione: con precisione 1 hPa fino a 60° 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.

10.2.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Le attività saranno distinte tra le fasi:

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

Nell'ambito delle due suddette fasi si procederà rispettivamente alla verifica del clima acustico indotto dall'esercizio dell'opera sia allo stato attuale 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.

10.3 MONITORAGGIO DEL RUMORE INDOTTO DAL CANTIERE

10.3.1 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. Nella tabella seguente si riporta la localizzazione dei punti individuati. In particolare, i primi due punti (RUM_C_01 e RUM_C_02 fanno riferimento alle lavorazioni più critiche in prossimità degli imbocchi della nuova variante in galleria, mentre RUM_C_03 corrisponde al ricettore risultato più critico dalle simulazioni modellistiche condotte con riferimento alle

attività previste all'interno del cantiere base in località Tignale.

Punti	Coordinata X	Coordinata Y	Ricettore ^(*)
RUM_C_01	630899	5062431	R_A16
RUM_C_02	632248	5063542	R_A10
RUM_C_03	634381	5068246	RC_08

Nota ^(*): confronta Studio acustico

Tabella 23Punti di monitoraggio del rumore di cantiere

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio è possibile fare riferimento all'elaborato grafico T00MO00MOAPL01_A "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

10.3.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

10.3.2.1 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.

10.3.2.2 PARAMETRI DA MONITORARE

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

- Time history del Leq(A);
- Leq(A), Lmax, Lmin e livelli acustici percentili (L99, L95, L90, L50, L10, L1);
- Leq(A) nel periodo diurno (6:00-22:00);
- Leq(A) nel periodo notturno (22:00-6:00);
- Analisi spettrale in terzi di ottava;
- Parametri meteorologici.

10.3.2.3 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:

- 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° C ;
- Pressione: con precisione 1 hPa fino a 60° 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.

10.3.3 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.

10.4 CONCLUSIONI

Per quanto riguarda le attività di monitoraggio di rumore queste sono finalizzate alla verifica del rumore stradale e del rumore indotto dalle attività di realizzazione dell'opera.

Il monitoraggio si svolge attraverso misure fonometriche con strumentazione di classe I secondo quanto previsto dalla normativa di riferimento. Le metodiche di monitoraggio sono funzione della tipologia di indagine.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
Verifica del rumore stradale in ambiente esterno	RUM_S_01 RUM_S_02	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	4
		PO	1 misura settimanale in ambiente esterno ogni trimestre per l'anno successivo all'entrata in esercizio			4
Verifica del rumore indotto dal cantiere	RUM_C_01 RUM_C_02 RUM_C_03	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	1
		CO	1 misura di 24 h ogni trimestre durante la costruzione			14

Tabella 24 Quadro sinottico PMA componente rumore

11 VIBRAZIONI

11.1 FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

11.1.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

L'obiettivo del monitoraggio della componente "Vibrazioni" intende verificare in maniera approfondita e sistematica la prevenzione, l'individuazione e il controllo dei possibili effetti negativi prodotti sui ricettori contermini l'infrastruttura oggetto di studio indotti dalle attività di realizzazione dell'opera. Le lavorazioni e i macchinari necessari per la realizzazione delle opere costituenti il progetto oggetto di studio, determinano la generazione di vibrazioni durante le fasi di costruzione. In tal senso il monitoraggio intende quindi verificare i livelli vibrazionali indotti dalle attività di cantiere sui ricettori posti nelle vicinanze delle diverse aree di cantiere e quindi valutare l'eventuale disturbo e le connesse azioni per il contenimento degli impatti vibrazionali. Nello specifico sono stati considerati quali cantieri più critici quelli riferiti alla realizzazione della galleria, certamente caratterizzati da maggiori emissioni vibrazionali.

11.1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Nello svolgimento delle attività di monitoraggio, dovranno essere considerati i seguenti riferimenti normativi, laddove nello specifico applicabili:

- ISO 4866;
- ISO 2631;
- DIN 4150;
- IEC 184, IEC 222 e IEC 225
- UNI 9614.

Di seguito i valori di riferimento individuati dalla normativa tecnica di riferimento (UNI 9614:2017), essendo il monitoraggio finalizzato esclusivamente alla valutazione del disturbo sugli edifici e non al danno.

Ricettore – destinazione d'uso	Accelerazione V _{SOR} [mm/s ²]
Ambienti ad uso abitativo (diurno)	7,2 mm/s ²
Ambienti ad uso abitativo (notturno)	3,6 mm/s ²
Ambienti ad uso abitativo (diurno - festivo)	5,4 mm/s ²
Luoghi lavorativi	14,0 mm/s ²
Ospedali, case di cura ed affini	2 mm/s ²
Scuole	3,6 mm/s ²
Note:	
V _{SOR} : accelerazione ponderata massima statistica della sorgente come definita al punto 8.6 della norma UNI 9614:2017	
<i>Tabella 25 Valori di riferimento individuati dalla normativa tecnica UNI 9614 (versione 2017)</i>	

11.2 MONITORAGGIO DELLE VIBRAZIONI

11.2.1 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

I punti sono individuati sulla scorta degli obiettivi che il monitoraggio intende perseguire e delle attività oggetto di verifica, ovvero quella di valutare il contributo vibrazionale indotto dai mezzi e lavorazioni sui ricettori posti nelle immediate vicinanze alle aree di cantiere. Nello specifico sono stati considerati quali cantieri più critici quelli riferiti alla realizzazione dello scavo della galleria, in quanto richiedono lavorazioni caratterizzate da maggiori emissioni vibrazionali.

Ne consegue pertanto come l'individuazione dei punti derivi da un'analisi territoriale rispetto all'asse infrastrutturale di progetto su cui è prevista la nuova variante in galleria. Per ciascun punto individuato si riporta il ricettore all'interno del quale si prevedono le attività di monitoraggio.

Punti	Coordinata X	Coordinata Y	Ricettore
VIB_C_01	631016	5062562	R_B06 ^(*)
VIB_C_02	631258	5062849	_ ^(***)
VIB_C_03	631707	5063323	R7 ^(**)
VIB_C_04	632274	5063658	R6 ^(**)

Note:

^(*)confronta censimento ricettori dello studio acustico della componente "Rumore"

^(**)confronta ricettori dello studio atmosferico della componente "Aria e clima"

^(***)ricettori non censiti e non considerati nelle analisi delle componenti "Rumore" e "Aria e clima"

Tabella 26 Punti di monitoraggio del rumore ambientale

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio è possibile fare riferimento all'elaborato grafico T00MO00MOAPL01_A "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

11.2.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

11.2.2.1 TIPOLOGIA DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio è finalizzato alla verifica dei livelli vibrazionali indotti dalle attività di cantiere rispetto al tema del disturbo, ovvero alla valutazione delle vibrazioni in termini di accelerazione e il confronto con i valori di riferimento indicati dalla UNI 9614:2017.

Per quanto riguarda le attività di cantiere la suddetta norma individua specifiche metodiche nell'appendice A punto A.4 "Vibrazioni prodotte da attività di cantiere".

11.2.2.2 PARAMETRI DA MONITORARE

I parametri da rilevare per ciascuna misura sono:

- Accelerazione complessiva (aw) in mm/s² lungo i tre assi di propagazione (x,y e z);
- Time history e spettri lungo i tre assi di propagazione nel range di frequenza 1-80 Hz.

11.2.2.3 METODICHE DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio delle attività di cantiere è finalizzato al controllo delle attività più impattanti, che nel caso specifico dell'opera in esame è dato dal brillamento delle mine durante la fase di scavo della galleria. Stante la limitata attività di tale attività di cantiere nell'intero periodo diurno di attività di cantiere, si prevedono misure in corrispondenza della volata per ciascun punto con durata ciascuna pari a 1 ora da ripetersi in occasione della volata per un minimo di 15 eventi per punto così come indicato dalla norma UNI 9614:2017.

Rilievo vibrazione in continuo

I rilievi dovranno essere effettuati con strumentazione rispondente alle Norme IEC 184, IEC 222 e IEC225, così come indicato nella Norma UNI 9614, che è tipicamente costituita da accelerometri triassiali (ovvero monoassiali, nel numero di 3), analizzatori di spettro in tempo reale, cavi schermati per la trasmissione del segnale, oltre che dal software per l'acquisizione dei dati; nel dettaglio, gli accelerometri dovranno essere ottemperanti alla Norme ISO 2631/1 e 2 ed UNI 9614:2017.

La catena complessiva di misura dovrà essere corredata da Certificato di Taratura, non anteriore a 2 anni dalla misura, rilasciato da laboratorio qualificato (laboratori accreditati S.I.T.), così come richiesto dalle Norme UNI ISO 5347; è inoltre ammessa la taratura indiretta della strumentazione, che consiste nel confronto tra le indicazioni del sensore da tarare/calibrare ed un sensore campione munito di certificato SIT. All'inizio ed alla fine di ogni rilievo, dovrà essere eseguita la calibrazione della catena di misura, utilizzando a tale proposito degli appositi calibratori tarati.

Nel corso delle misurazioni dei livelli di vibrazione, è inoltre compresa la caratterizzazione della postazione di misura (coordinate geografiche, Comune, toponimo, indirizzo, tipologia e numero piano del ricettore, presenza di eventuali lesioni nell'edificio, documentazione fotografica) e del territorio circostante (destinazione d'uso e tipologia dell'edificio). Nel corso della misura, in contemporanea lungo i 3 assi di propaga-

zione x, y, z, dovranno essere rilevati l'accelerazione complessiva (a_w) espressa in mm/s^2 per la successiva determinazione del valore di massima accelerazione ponderata. Inoltre dovranno essere indicati sia i valori riferiti alla specifica sorgente che a quelle residue caratterizzanti il sito di indagine.

La postazione di misurazione deve essere scelta sulla base delle reali condizioni di utilizzo degli ambienti da parte degli abitanti in quanto la misura è finalizzata alla valutazione del disturbo alla persona. Il montaggio degli accelerometri deve garantire la trasmissione rigida del moto dal sistema vibrante all'accelerometro almeno nella banda 0-500 Hz mediante i diversi sistemi previsti in funzione del tipo di elemento di appoggio.

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

Nello specifico quindi ciascun report contiene:

- Coordinate geografiche;
- Stralcio planimetrico e ortofoto con localizzazione del punto di misura rispetto l'asse stradale;
- Caratteristiche di posizionamento dell'accelerometro;
- Documentazione fotografica relativa al posizionamento della strumentazione;
- Caratteristiche della strumentazione utilizzata
- Comune territorialmente competente;
- Valori limite dei livelli secondo la normativa di riferimento;
- Data inizio e fine misura;
- Parametri monitorati;
- Certificati di taratura della strumentazione

11.2.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Stante nel caso specifico di una infrastruttura viaria la trascurabilità dell'impatto vibrazionale connessa alla fase di esercizio, le attività di monitoraggio si riferiscono esclusivamente alla fase di Corso d'Opera (CO).

Il monitoraggio delle vibrazioni si articola nella fase di Corso d'Opera in funzione del cronoprogramma delle attività relativo a ciascuna postazione di monitoraggio. Per ciascun punto di misura si prevede una misura di 1 ora durante la fase di brillamento delle mine da ripetersi in occasione di ciascuna volata per un minimo di 15 eventi per punto così come indicato dalla norma UNI 9614:2017.

11.3 CONCLUSIONI

Il monitoraggio delle vibrazioni si riferisce esclusivamente alla fase di Corso d'Opera. L'obiettivo è quello di verificare i livelli vibrazionali indotti dalle attività di cantiere, limitatamente a quelle che prevedono la realizzazione della galleria, sui ricettori residenziali potenzialmente più interferiti dalle attività di scavo con brillamento di mine.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
Verifica delle emissioni vibrazionali di cantiere	VIB_C_01 VIB_C_02 VIB_C_03 VIB_C_04	CO	1 misura di 1 ora nel periodo di brillamento delle mine per le fasi di scavo da ripetersi per un minimo di 15 eventi per punto in accordo alla UNI 9614:2017.	Accelerazione complessiva (x, y e z); Time history e spettri in 1/3 di ottava (x, y e z)	Rilievi vibrazionali secondo UNI 9614:2017.	15

Tabella 27 Quadro sinottico PMA componente vibrazioni

12 PAESAGGIO

12.1 FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

12.1.1 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.

12.1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Normativa Europea

- 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).

Normativa Nazionale

- 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.

Normativa Regionale

- Regione Toscana: Disposizioni in materia di valutazioni ambientali. Modifiche alla l.r. 10/2010, alla l.r. 49/1999, alla l.r. 56/2000, alla l.r. 61/2003 e alla l.r. 1/2005;
- Piano di Indirizzo Territoriale (PIT) della Toscana, approvato dal Consiglio regionale il 24 luglio 2007 con delibera n. 72 e pubblicato sul Burt n. 42 del 17 ottobre 2007;
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Lucca, approvato con delibera del C.P. n. 189 del 13 dicembre 2000 e pubblicato sul B.U.R.T. n. 4 del 24 gennaio 2001;
- Variante di adeguamento del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) di Lucca, ai sensi dell'art. 15 della L.R. 1/2005 (procedimento di revisione avviato dalla Regione con delibera n.118 del 29/07/2010).

12.2 MONITORAGGIO DELLA PERCEZIONE VISIVA DA/VERSO IL RICETTORE (TIPO A)

12.2.1 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 vengono individuati 2 punti, localizzati in prossimità degli imbocchi della galleria esistente, laddove inizia e finisce il tracciato di progetto.

Cod.	Coordinata X	Coordinata Y	Localizzazione
PAE_01	630863	5062422	Imbocco sud
PAE_02	632377	5063593	Imbocco nord

Tabella 28: Punti di monitoraggio della percezione visiva

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio è possibile fare riferimento all'elaborato grafico T00MO00MOAPL01_A "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

12.2.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

12.2.2.1 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.).

12.2.2.2 PARAMETRI DA MONITORARE

Sulla base della tipologia di monitoraggio appena definita, i beni da sottoporre a indagine fotografica nel monitoraggio sono:

- 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.

12.2.2.3 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 osta-

coli 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.

12.2.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Le attività saranno distinte tra le fasi:

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

12.3 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.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
Percezione visiva da/verso il ricettore	PAE_01, PAE_02.	AO	Un rilevamento nell'anno antecedente all'inizio lavori	Aree a elevata sensibilità paesaggistica e caratteri percettivi	Rilievi fotografici	1
		PO	Un rilevamento nell'anno successivo alla fine dei lavori			1

Tabella 29: Quadro sinottico PMA componente paesaggio

13 RESTITUZIONE DATI

13.1 IL SISTEMA INFORMATIVO DEL MONITORAGGIO

13.1.1 CONTENUTI E FINALITÀ

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

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

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

Nella definizione del progetto del S.I.T. saranno assunti tra i requisiti di base le indicazioni fornite dalle citate "Linee guida per 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.

13.1.2 ARCHITETTURA DEL SISTEMA

Il SIM è una banca dati avente due interfacce:

- Interfaccia alfanumerica costruita ad hoc;
- Interfaccia geografica.

La base informativa georeferenziata e costituita dagli elementi caratteristici del progetto e 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 non sono altro che la caratterizzazione dei punti di rilievo e di tutte le misurazioni effettuate e validate dalle ditte specializzate; questi dati vengono archiviati in un database strutturato. Il

database alfanumerico e in pratica una collezione di dati già validati, verificati ed elaborati, suddivisi per temi ambientali ed indicatori sintetici di stato d'ambiente; nel diagramma sottostante viene mostrata la struttura che definisce il flusso dei dati alfanumerici.

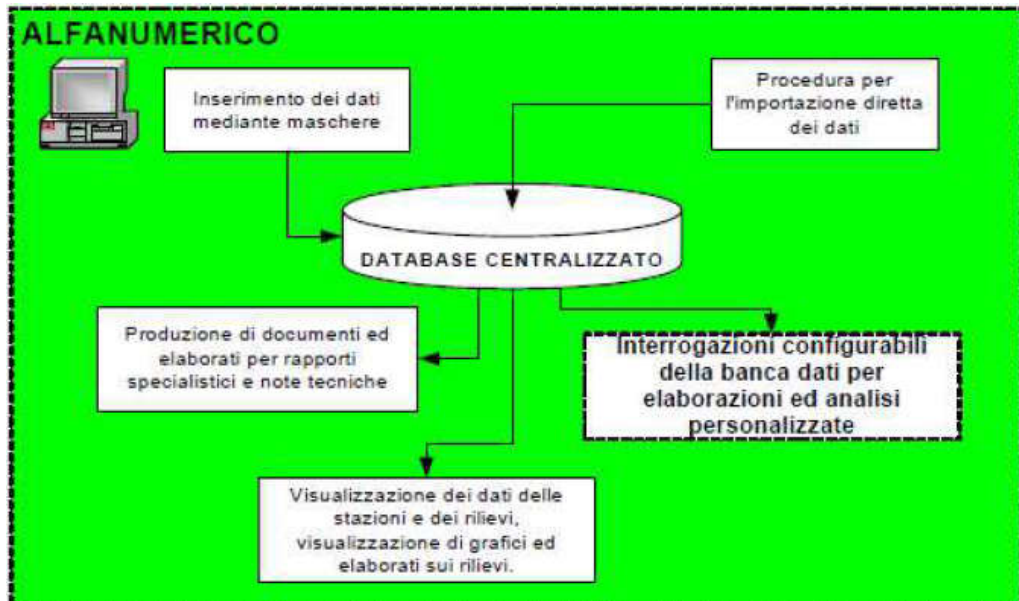


Figura 13-1 SIM - Interfaccia alfanumerica

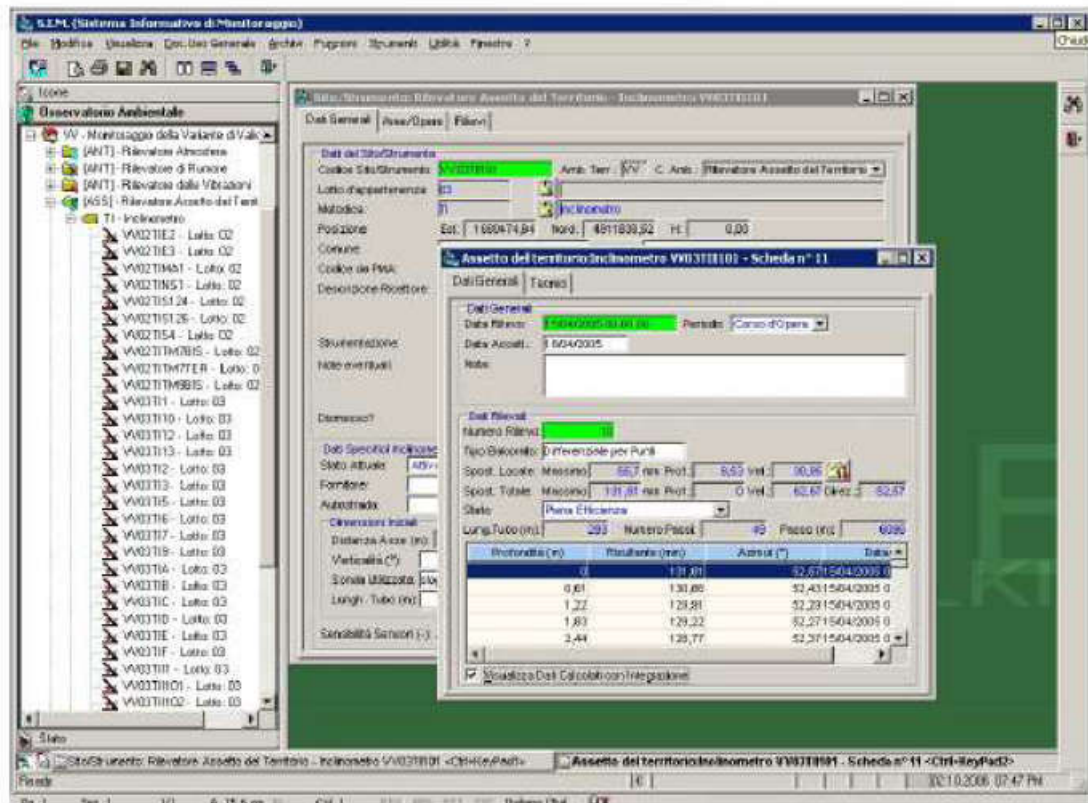


Figura 13-2 SIM interfaccia alfanumerica

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

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

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

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

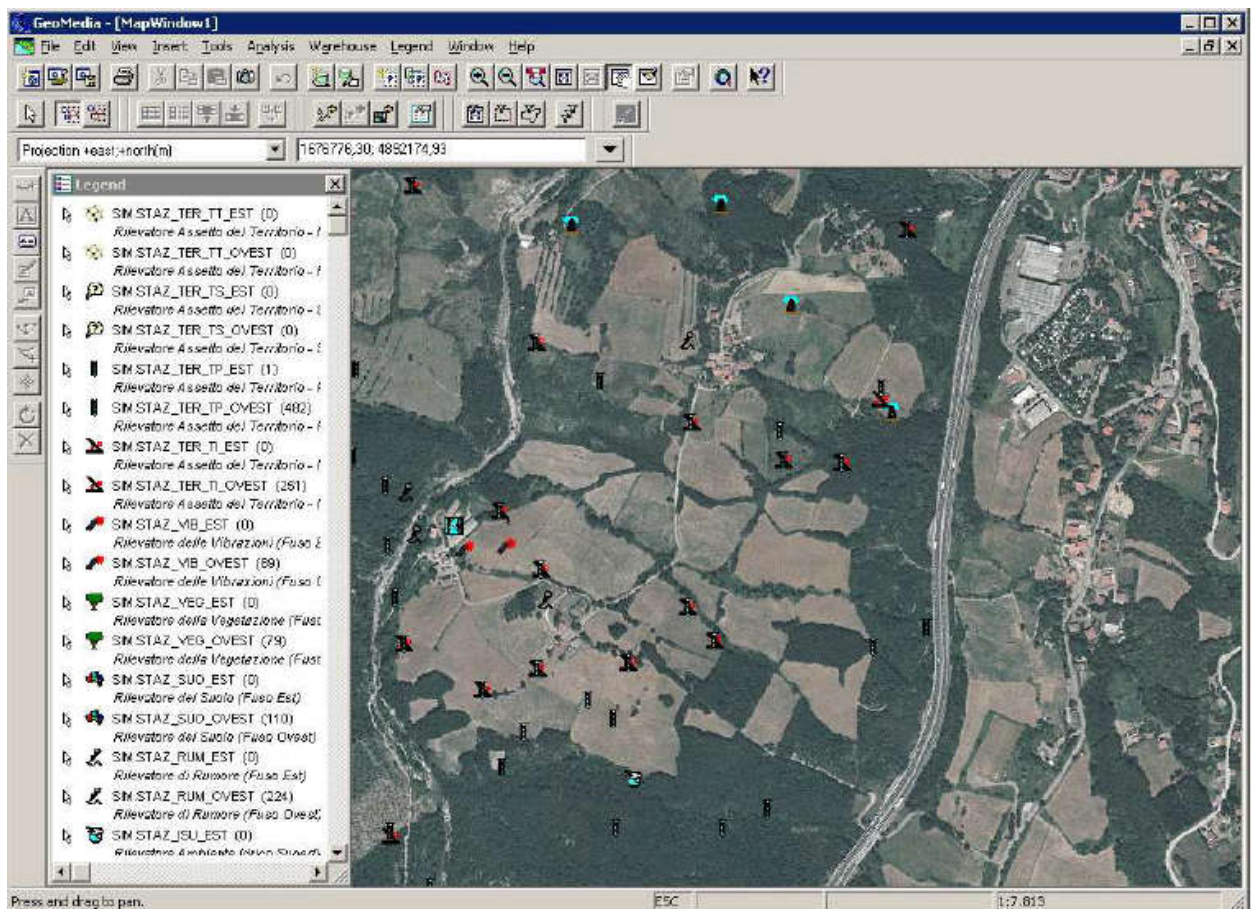


Figura 13-3 SIM – Interfaccia geografica

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

- dati provenienti da strumentazione —> formati Excel o XML;

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

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

13.2 RESTITUZIONE E MEMORIZZAZIONE DATI

13.2.1 I RAPPORTI DI MISURA

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

- codice rilievo,
- codice stazione,
- 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.

13.2.2 I RAPPORTI DI CAMPAGNA

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

Il rapporto descrive le attività svolte nel periodo di riferimento riportando i dati rilevati in corrispondenza delle singole stazioni e 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.

13.2.3 I RAPPORTI ANNUALI

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

Prevede la caratterizzazione dello stato 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".