

SISTEMA TANGENZIALE DI LUCCA

Viabilità Est di Lucca comprendente i collegamenti
tra Ponte a Moriano ed i caselli dell'autostrada A11
del Frizzone e di Lucca Est - 1° Stralcio

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

I PROGETTISTI:

Ing. Vincenzo Marzi
Ordine Ing. di Bari n. 3594

Ing. Giuseppe Danilo Malgeri
Ordine Ing. di Roma n. A34610

Geol. Serena Majetta
Ordine Geologi del Lazio n. 928

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Fabio Quondam

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :

Ing. Achille Devitofranceschi

PROTOCOLLO

DATA

PIANO DI MONITORAGGIO

RELAZIONE PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

L**O****6****0****1****A** **D** **1****6****0****1**

NOME FILE

T00MO00MOARE01A.dwg

REVISIONE

SCALA

CODICE
ELAB.

T**0****0****M****0****0****0****M****O****A****R****E****0****1**

A

-

D

C

B

A

EMISSIONE

12/2018

Ing.

Ing.

Ing.

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

INDICE

1	IL MONITORAGGIO AMBIENTALE ED IL PMA	7
1.1	GLI OBIETTIVI GENERALI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	7
1.2	I REQUISITI GENERALI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	7
1.3	I REQUISITI DEL PMA ED I FATTORI DI SPECIFICITÀ DEL CASO	9
2	LE SCELTE STRUTTURANTI IL PMA	10
2.1	LE FASI TEMPORALI OGGETTO DI MONITORAGGIO	10
2.2	LE COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO	11
3	ATMOSFERA	12
3.1	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	12
3.1.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	12
3.1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	13
3.2	MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	16
3.2.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	16
3.2.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	16
3.2.2.1	Tipologia di monitoraggio	16
3.2.2.2	Parametri da monitorare	17
3.2.2.3	Metodiche di monitoraggio	17
3.2.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	19
3.3	CONCLUSIONI	21
4	ACQUE SUPERFICIALI	24
4.1	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	24
4.1.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	24
4.1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	24
4.2	MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI	26
4.2.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	26
4.2.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	28
4.2.2.1	Tipologia di monitoraggio	28
4.2.2.2	Parametri da monitorare	29
4.2.2.3	Metodiche di monitoraggio	31
4.2.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	33
4.3	CONCLUSIONI	35
5	ACQUE SOTTERRANEE	39
5.1	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	39
5.1.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	39
5.1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	39
5.2	MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE	39
5.2.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	39
5.2.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	41
5.2.2.1	Tipologia di monitoraggio	41
5.2.2.2	Parametri da monitorare	41
5.2.2.3	Metodiche di monitoraggio	41
5.2.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	42
5.3	CONCLUSIONI	43
6	SUOLO	44
6.1	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	44

6.1.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	44
6.1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	44
6.2	MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ E FERTILITÀ DEL SUOLO	45
6.2.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	45
6.2.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	45
6.2.2.1	Tipologia di monitoraggio	45
6.2.2.2	Parametri da monitorare	45
6.2.2.3	Metodiche di monitoraggio	46
6.2.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	46
6.3	CONCLUSIONI	47
7	VEGETAZIONE ED ECOSISTEMI	49
7.1	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	49
7.1.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	49
7.1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	49
7.2	MONITORAGGIO DELLA VEGETAZIONE	50
7.2.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	50
7.2.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	51
7.2.2.1	Tipologia di monitoraggio	51
7.2.2.2	Parametri da monitorare	51
7.2.2.3	Metodiche di monitoraggio	53
7.2.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	54
7.3	MONITORAGGIO DEGLI ECOSISTEMI	54
7.3.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	54
7.3.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	54
7.3.2.1	Tipologia di monitoraggio	54
7.3.2.2	Parametri da monitorare	54
7.3.2.3	Metodiche di monitoraggio	54
7.3.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	55
7.4	MONITORAGGIO DELLE SPECIE INFESTANTI	55
7.4.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	55
7.4.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	55
7.4.2.1	Tipologia di monitoraggio	55
7.4.2.2	Parametri da monitorare	55
7.4.2.3	Metodiche di monitoraggio	56
7.4.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	56
7.5	MONITORAGGIO DEGLI INTERVENTI A VERDE E DEI RISPRISTINI	57
7.5.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	57
7.5.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	57
7.5.2.1	Tipologia di monitoraggio	57
7.5.2.2	Parametri da monitorare	57
7.5.2.3	Metodiche di monitoraggio	58
7.5.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	58
7.6	CONCLUSIONI	59
8	FAUNA	63
8.1	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	63
8.1.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	63

	8.1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	63
8.2		MONITORAGGIO DELLA FAUNA	64
	8.2.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	64
	8.2.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	65
	8.2.2.1	Tipologia di monitoraggio	65
	8.2.2.2	Parametri da monitorare	65
	8.2.2.3	Metodiche di monitoraggio	66
	8.2.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	66
8.3		MONITORAGGIO DELLE COLLISIONI	67
	8.3.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	67
	8.3.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	67
	8.3.2.1	Tipologia di monitoraggio	67
	8.3.2.2	Parametri da monitorare	67
	8.3.2.3	Metodiche di monitoraggio	68
	8.3.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	68
8.4		MONITORAGGIO DEGLI ATTRAVERSAMENTI FAUNISTICI	68
	8.4.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	68
	8.4.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	69
	8.4.2.1	Tipologia di monitoraggio	69
	8.4.2.2	Parametri da monitorare	69
	8.4.2.3	Metodiche di monitoraggio	69
	8.4.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	69
8.5		CONCLUSIONI	69
9		RUMORE	72
	9.1	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	72
	9.1.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	72
	9.1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	72
	9.2	MONITORAGGIO DEL RUMORE STRADALE	73
	9.2.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	73
	9.2.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	74
	9.2.2.1	Tipologia di monitoraggio	74
	9.2.2.2	Parametri da monitorare	75
	9.2.2.3	Metodiche di monitoraggio	75
	9.2.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	77
	9.3	MONITORAGGIO DEL RUMORE INDOTTO DAL CANTIERE	78
	9.3.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	78
	9.3.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	78
	9.3.2.1	Tipologia di monitoraggio	78
	9.3.2.2	Parametri da monitorare	79
	9.3.2.3	Metodiche di monitoraggio	79
	9.3.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	81
	9.4	CONCLUSIONI	81
10		VIBRAZIONI	84
	10.1	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	84
	10.1.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	84
	10.1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	84

10.2	MONITORAGGIO DELLE VIBRAZIONI	85
10.2.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	85
10.2.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	86
10.2.2.1	Tipologia di monitoraggio	86
10.2.2.2	Parametri da monitorare	86
10.2.2.3	Metodiche di monitoraggio	87
10.2.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	88
10.3	CONCLUSIONI	88
11	PAESAGGIO	90
11.1	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	90
11.1.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	90
11.1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	90
11.2	MONITORAGGIO DELLA PERCEZIONE VISIVA DA/VERSO IL RICETTORE (TIPO A)91	
11.2.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	91
11.2.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	92
11.2.2.1	Tipologia di monitoraggio	92
11.2.2.2	Parametri da monitorare	92
11.2.2.3	Metodiche di monitoraggio	93
11.2.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	93
11.3	MONITORAGGIO DEL BENE STORICO-CULTURALE (TIPO B)	94
11.3.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	94
11.3.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	94
11.3.2.1	Tipologia di monitoraggio	94
11.3.2.2	Parametri da monitorare	95
11.3.2.3	Metodiche di monitoraggio	95
11.3.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	95
11.4	CONCLUSIONI	95
12	AMBIENTE SOCIALE	97
12.1	FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	97
12.1.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	97
12.1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	97
12.2	MONITORAGGIO DELL'IMPATTO SOCIALE	97
12.2.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	97
12.2.2	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	97
12.2.2.1	Tipologia di monitoraggio	97
12.2.2.2	Parametri da monitorare	97
12.2.2.3	Metodiche di monitoraggio	98
12.2.3	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	98
12.3	CONCLUSIONI	99
13	RESTITUZIONE DATI	100
13.1	IL SISTEMA INFORMATIVO DEL MONITORAGGIO	100
13.1.1	CONTENUTI E FINALITÀ	100
13.1.2	ARCHITETTURA DEL SISTEMA	100
13.2	RESTITUZIONE E MEMORIZZAZIONE DATI	103
13.2.1	I RAPPORTI DI MISURA	103
13.2.2	I RAPPORTI DI CAMPAGNA	103



Sistema tangenziale di Lucca
Viabilità Est di Lucca comprendente i collegamenti tra Ponte a Moriano ed i caselli dell'autostrada A11 del Frizzone e di Lucca Est
1° stralcio funzionale
Progetto Definitivo
Piano di Monitoraggio
T00M000MOARE01A
Relazione Piano di Monitoraggio Ambientale

1 IL MONITORAGGIO AMBIENTALE ED IL PMA

1.1 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 la seguente relazione riprende quanto indicato nello SIA e nelle successive integrazioni, con lo scopo di approfondire e migliorare l'organizzazione del cantiere, rendendola idonea alla fase di progettazione definitiva, in ottemperanza alle prescrizioni della Delibera del CIPE n. 38 del 10 agosto 2016.

1.2 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 all'intero procedimento valutativo svolto, 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.

1.3 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.

<i>Requisiti PMA</i>	<i>Fattori di specificità di caso</i>
Specificità	Elementi di peculiarità dell'opera progettata e del relativo contesto di intervento
Proporzionalità	Risultanze degli studi effettuati nell'ambito della progettazione definitiva, la quale risponde alle prescrizioni impartite con la delibera del CIPE 38 del 10 agosto 2016, in quanto documento di individuazione degli impatti ambientali generati dall'opera in progetto e di stima della loro significatività.

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

2 LE SCELTE STRUTTURANTI IL PMA

2.1 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, e, qualora necessario, considerando anche gli itinerari interessati dai flussi di cantierizzazione. 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 2-1 Fasi temporali del monitoraggio

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

2.2 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 del Sistema Tangenziale di Lucca, 1° stralcio funzionale.

Tale screening preliminare 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 prodotto.

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

- Atmosfera;
- Acque superficiali;
- Acque sotterranee;
- Suolo;
- Vegetazione ed ecosistemi;
- Fauna;
- Rumore;
- Vibrazioni;
- Paesaggio;
- Ambiente sociale.

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.

3 ATMOSFERA

3.1 FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

3.1.1 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 a seguito della 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 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.

Secondo le risultanze delle analisi condotte nell'ambito della progettazione definitiva ed illustrate nello Studio atmosferico, 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 alla nuova infrastruttura. 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 ed ai traffici di cantiere per l'approvvigionamento di materiale da cava.

Ne consegue pertanto come per il monitoraggio della qualità dell'aria siano previste azioni di controllo relative sia all'esercizio dell'infrastruttura stradale, sia alla sua realizzazione.

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

3.1.2 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.

<i>Periodo di mediazione</i>	<i>Valore limite</i>	<i>Margine di tolleranza</i>	<i>Data entro la quale il valore limite deve essere raggiunto</i>
Biossido di zolfo (SO₂)			
1 ora	350 µg/m ³ , da non superare più di 24 volte per anno civile		– (1)
1 giorno	125 µg/m ³ , da non superare più di 3 volte per anno civile		— (1)
Biossido di azoto (NO₂)*			
1 ora	200 µg/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° gennaio 2010
Anno civile	40 µg/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 µg/m ³	5 µg/m ³ (100 %) il 13 dicembre 2000, con una riduzione il 1° gennaio 2006 e successivamente ogni 12 mesi di 1 µg/m ³ fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Monossido di carbonio			
Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (2)	10 mg/m ³		– (1)
PM₁₀**			
1 giorno	50 µg/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 µg/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 µg/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.
- (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/m³. 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/m³ 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 3-1 Valori limite - Allegato XI del D.Lgs. 155/2010

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

Tabella 3-2 Valori limite - Allegato VII del D.Lgs. 155/2010

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

Tabella 3-3 Livelli critici per la protezione della vegetazione - Allegato XI del D.Lgs. 155/2010

3.2 MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

3.2.1 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 dodici stazioni, come indicato nella tabella seguente.

Punti	Coordinata X	Coordinata Y
ATM_01	623270	4859920
ATM_02	623358	4859738
ATM_03	623547	4859434
ATM_04	624415	4858849
ATM_05	625050	4856318
ATM_06	625260	4855620
ATM_07	623468	4855480
ATM_08	625190	4855346
ATM_09	625349	4855251
ATM_10	625438	4855391
ATM_11	627135	4855027
ATM_12	628579	4854696

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

Le stazioni di monitoraggio sono state scelte nel rispetto di differenti criteri. In particolare, i punti ATM_02-05-09-12 vengono posizionati all'interno dei cantieri fissi, in prossimità delle aree di stoccaggio, così come previsto dallo Studio Atmosferico facente parte del Progetto Definitivo; i punti ATM_04-07-11 sono invece collocati in prossimità dei due ricettori che sono risultati critici a seguito delle analisi sulle concentrazioni del Post-Operam; il punto ATM_07 è stato localizzato in corrispondenza del ricettore sensibile presente ad ovest del ramo O-E del tracciato e relativo all'Ospedale di S. Luca, sebbene lo Studio Atmosferico non abbia rilevato potenziali superamenti dei limiti normativi.

Infine, sulla base delle risultanze delle analisi condotte in Corso d'Opera sulla componente atmosfera, sono stati individuati altri cinque punti, in prossimità delle aree di cantiere e delle piste di cantiere, ossia ATM_01-03-06-08-10, la cui necessità è dovuta ai superamenti stimati di PM10.

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

3.2.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

3.2.2.1 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 atmosferico.

Saranno utilizzati inoltre campionatori sequenziali/gravimetrici delle polveri e deposimetri, oltre che campionatori passivi.

3.2.2.2 [Parametri da monitorare](#)

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

Dovranno essere rilevati i seguenti parametri:

- Monossidi e biossidi di azoto (NOX, NO₂);
- Monossido di carbonio (CO);
- Benzene;
- Ozono;
- Biossido di zolfo (SO₂);
- PM₁₀;
- PM_{2,5};
- PTS;
- Metalli su PM₁₀;
- Parametri meteorologici (direzione e velocità vento, temperatura atmosferica, umidità relativa, pressione atmosferica, radiazione solare globale e diffusa, precipitazioni atmosferiche).

3.2.2.3 [Metodiche di monitoraggio](#)

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

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

Nella realizzazione e collocazione delle stazioni di misurazione 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.

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

Ciascun campionatore è costituito da:

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

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.

3.2.3 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 degli studi di impatto e del progetto dei cantieri (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 metereologici.

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.

Ante Operam

Al fine di analizzare la qualità dell'aria attuale nell'area di intervento, sono previste complessivamente dodici stazioni di monitoraggio, in particolare, quattro relative alle aree di stoccaggio dei cantieri fissi, due per monitorare i ricettori risultati sensibili dalle analisi effettuate per il Post-Operam, uno per monitorare il ricettore sensibile dell'Ospedale di S.Luca ed infine cinque per i ricettori risultati sensibili a valle delle analisi in Corso d'Opera. I monitoraggi sui punti suddetti hanno le seguenti frequenze e monitorano i seguenti elementi:

- nei **quattro punti ATM 02-05-09-12** presso le aree di stoccaggio dei quattro cantieri fissi si prevede di monitorare:
 - con centralina mobile (NO₂, NO_x, CO, BENZENE, OZONO, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, PTS),
 - con campionatore sequenziale/gravimetrico delle polveri (PTS, PM₁₀, PM_{2,5});

tali misure saranno effettuate con cadenza trimestrale durata due settimane per un anno;

- nei **tre punti ATM 004-07-11** si prevede di monitorare:
 - con campionatori passivi per la durata di 14gg con cadenza trimestrale (SO₂, NO_x, NO₂, NO, O₃ e BTEX) per un anno;
- nei **cinque punti ATM_01-03-06-08-10** presso i ricettori interessati dalle viabilità di cantiere e dall'attività di cantiere si prevede di monitorare:
 - con centralina mobile (NO₂, NO_x, CO, BENZENE, OZONO, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, PTS),
 - con campionatore sequenziale/gravimetrico delle polveri (PTS, PM₁₀, PM_{2,5});tali misure saranno effettuate con cadenza trimestrale durata due settimane per un anno.

Corso d'Opera

- nei **quattro punti ATM 02-05-09-12** presso le aree di stoccaggio dei quattro cantieri fissi si prevede di monitorare:
 - con campionatore sequenziale/gravimetrico delle polveri (PTS, PM₁₀, PM_{2,5}) con cadenza trimestrale della durata di due settimane per tutta la durata del cantiere;
- nei **tre punti ATM 004-07-11** si prevede di monitorare:
 - con campionatori passivi per la durata di 14gg con cadenza trimestrale (SO₂, NO_x, NO₂, NO, O₃ e BTEX) per tutta la durata del cantiere;
- nei **cinque punti ATM_01-03-06-08-10** presso i ricettori interessati dalle viabilità di cantiere e dall'attività di cantiere si prevede di monitorare:
 - con campionatore sequenziale/gravimetrico delle polveri (PTS, PM₁₀, PM_{2,5}) con cadenza trimestrale per durata di due settimane.

Post Operam

- nei **tre punti ATM 004-07-11** si prevede di monitorare:
 - **con campionatori passivi in continuo** (SO₂, NO_x, NO₂, NO, O₃ e BTEX) per l'anno di Post-Operam;
- nei **quattro punti ATM 02-05-09-12** presso le aree di stoccaggio dei quattro cantieri fissi si prevede di monitorare:
 - con centralina mobile (NO₂, NO_x, CO, BENZENE, OZONO, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, PTS),
 - con campionatore sequenziale/gravimetrico delle polveri (PTS, PM₁₀, PM_{2,5});tali misure saranno effettuate con cadenza trimestrale durata due settimane per un anno di Post-Operam.

3.3 CONCLUSIONI

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

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

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

Fase	Parametri	Metodologia	Stazioni	N° stazioni	Frequenza e durata	Quantità misure (per punto)	Totale
AO	NO2, NOX, CO, BENZENE, OZONO, SO2, PM10, PM2,5, PTS	Centralina mobile per 14 gg	ATM_02 ATM_05 ATM_09 ATM_12	4	Per un anno con cadenza trimestrale	4	16
	PTS, PM10, PM2,5	Campionatore sequenziale/gravimetrico per 14gg				4	16
	SO2, NOx, NO2, NO, O3 e BTEX	Campionatori passivi per 14 gg	ATM_04, ATM_11, ATM_07	3		4	12
	NO2, NOX, CO, BENZENE, OZONO, SO2, PM10, PM2,5, PTS	Centralina mobile per 14 gg	ATM_01, ATM_03, ATM_06, ATM_08, ATM_10	5		4	20
	PTS, PM10, PM2,5	Campionatore sequenziale/gravimetrico per 14gg				4	20
	Rapporto di campagna						4
	Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase						
CO	PTS, PM10, PM2,5	Campionatore sequenziale/gravimetrico per 14gg	ATM_02, ATM_05, ATM_09, ATM_12	4	Per la durata del cantiere con cadenza trimestrale	12	48
	SO2, NOx, NO2, NO, O3 e BTEX	Campionatori passivi per 14 gg	ATM_04, ATM_11, ATM_07	3		12	36
	PTS, PM10, PM2,5	Campionatore sequenziale/gravimetrico per 14gg	ATM_01, ATM_03, ATM_06, ATM_08, ATM_10	5		12	60
	Rapporto di campagna						12
	Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase						
PO	SO2, NOx, NO2, NO, O3 e BTEX	Campionatori passivi per 30 gg	ATM_04, ATM_11, ATM_07	3	in continuo per un anno	12	36
	NO2, NOX, CO, BENZENE, OZONO, SO2, PM10, PM2,5, PTS	Centralina mobile per 14 gg	ATM_02, ATM_05,	4	Per un anno con	4	16

	PTS, PM10, PM2,5	Campionatore sequenziale/gravimetrico per 14gg	ATM_09, ATM_12		cadenza trimestrale	4	16
	Rapporto di campagna						4
	Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase						1

Tabella 3-5 Quadro sinottico PMA componente atmosfera

4 ACQUE SUPERFICIALI

4.1 FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

4.1.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio delle Acque superficiali 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 utilizzato nello Studio di Impatto Ambientale 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 contenute nello Studi di Impatto Ambientale e delle variazioni dello scenario di base mediante la rilevazione dei parametri presi a riferimento per le analisi delle acque superficiali 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 e approfondite nella fase di progettazione definitiva, 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:

- agli scarichi delle acque di dilavamento della piattaforma stradale;
- alle attività di costruzione che interessano direttamente i corsi d'acqua attraversati dalla nuova infrastruttura;
- alla reimmissione nel reticolo idrografico delle acque di aggotamento dovute agli scavi sotto-falda;
- alle attività nei cantieri fissi dovute al potenziale sversamento di inquinanti nel reticolo idrografico superficiale, si evidenzia che per le attività svolte e i macchinari impiegati saranno adottate tutte le idonee misure al fine di evitare e contenere la fuoriuscita di sostanze inquinanti.

4.1.2 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 s.m.i. si richiama:

- l'Allegato 1 alla Parte III: Il monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale, nel quale sono riportate le indicazioni sulle modalità di svolgimento delle attività inerenti al monitoraggio;
- l'Allegato 5 alla Parte III: Limiti di emissione degli scarichi idrici. Punto :1 Scarichi in corpi d'acqua superficiali, nel quale sono indicati gli specifici set di parametri chimico-fisici e i relativi valori limite.

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

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 nel D.Lgs. 152/06 (Allegato 5 alla Parte quarta - Tab. 1).

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.

4.2 MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI

4.2.1 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

Nella definizione della localizzazione dei punti di monitoraggio della componente acque superficiali, si è deciso di andare a monitorare non solo i corsi idrici superficiali di rilievo ma anche tutti gli scarichi delle vasche di prima pioggia, atte allo smaltimento delle acque di piattaforma, e le acque di risulta delle lavorazioni, riferite alle aree tecniche ed ai cantieri fissi. In particolare, dunque, verranno posizionati 10 punti di monitoraggio, uno su ogni vasca di prima pioggia, per verificare la conformità dello scarico, 10 punti di monitoraggio in corrispondenza delle aree tecniche che prevedono il trattamento delle acque di aggotamento ed 8 punti (monte/valle) per monitorare le acque di scarico dei cantieri fissi. Si ricorda che le aree tecniche di progetto sono previste in corrispondenza delle opere d'arte per le quali la falda è posta a meno di 2 m dal piano campagna.

Al fine di individuare i corpi idrici di rilievo, invece, si è fatto riferimento ai monitoraggi della rete idrica superficiale condotti da ARPA Toscana. Negli studi si evidenzia, in relazione all'area di studio, il solo monitoraggio del Canale Rogio localizzato al di sotto dell'autostrada A11. Tale Canale risulta significativo ai fini dell'individuazione dei corpi idrici sensibili in quanto, in esso, confluiscono il Fosso Arpino e il Rio Frizzone, che interessano attivamente l'asse E-O di progetto.

In particolare, i punti in cui i due corsi idrici confluiscono nel Canale Rogio sono riportati nello stralcio sottostante:

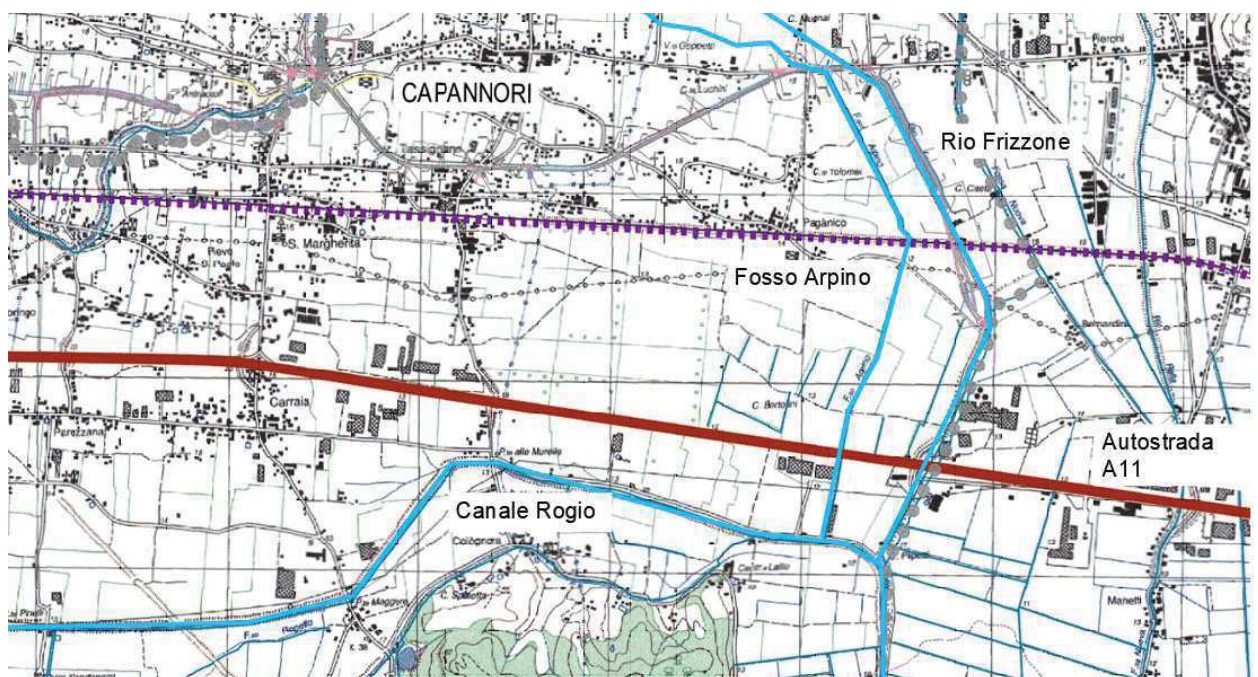


Figura 4-1: Localizzazione del Canale Rogio rispetto l'autostrada A11 e punti in cui confluiscono il Rio Frizzone e il Fosso Arpino

Dai monitoraggi condotti da ARPAT si evince che nel complesso la qualità del Canale Rogio è buona nonostante presenti alcune criticità legate ai risultati delle analisi chimiche. In aggiunta a quanto recepito dalle analisi di ARPAT, viene individuato il Canale Ozzoreto, che invece interessa l'asse di progetto O-E e che, in particolare, lo interseca in più punti in prossimità della località di Antraccoli. A valle di queste considerazioni è chiara la necessità di prevedere un monitoraggio attento del Fosso Arpino e del Rio Frizzone che confluiscono nel Canale Rogio e del Canale Ozzoreto che interferisce in maniera consistente con l'opera.

Nella tabella seguente sono indicati i punti di campionamento di cui si compone la rete di monitoraggio delle acque superficiali:

Elemento monitorato	Punti di monitoraggio
Acque dei corsi d'acqua: Canale Ozzoreto, Fosso Arpino e Rio Frizzone (6 pt)	IDR.SUP.19, IDR.SUP.26, IDR.SUP.27 (monte) IDR.SUP.24, IDR.SUP.30, IDR.SUP.34 (valle)
Acque dei cantieri fissi (8 pt)	IDR.SUP.03, IDR.SUP.04, IDR.SUP.16, IDR.SUP.17, IDR.SUP.20, IDR.SUP.21, IDR.SUP.31, IDR.SUP.32
Acque delle aree tecniche (10 pt)	IDR.SUP.02, IDR.SUP.06, IDR.SUP.10, IDR.SUP.11, IDR.SUP.14, IDR.SUP.15, IDR.SUP.22, IDR.SUP.28, IDR.SUP.29, IDR.SUP.33
Acque all'uscita delle vasche (10 pt)	IDR.SUP.01, IDR.SUP.05, IDR.SUP.07, IDR.SUP.08, IDR.SUP.09, IDR.SUP.12, IDR.SUP.13, IDR.SUP.18, IDR.SUP.23, IDR.SUP.25

Tabella 4-1: Rete di monitoraggio delle acque superficiali

Di seguito si riporta la tabella relativa ai 34 punti di monitoraggio previsti in corrispondenza dei corpi idrici, delle aree di cantiere, delle aree tecniche e delle vasche di trattamento distribuite lungo il tracciato stradale.

Cod.	localizzazione [x,y]	Elemento monitorato
IDR.SUP.01	[623198,4860246]	VP01
IDR.SUP.02	[623208,4860074]	AT_01
IDR.SUP.03	[623261,4859748]	CO_01 (monte)
IDR.SUP.04	[623305,4859733]	CO_01 (valle)
IDR.SUP.05	[623375,4859757]	VP02
IDR.SUP.06	[623597, 4859379]	AT_02
IDR.SUP.07	[623849,4859195]	VP03
IDR.SUP.08	[624356,4858847]	VP04
IDR.SUP.09	[624543,4858041]	VP05
IDR.SUP.10	[624548,4857949]	AT_03

Cod.	localizzazione [x,y]	Elemento monitorato
IDR.SUP.11	[624693,4857776]	AT_04
IDR.SUP.12	[624925,4856991]	VP06
IDR.SUP.13	[624937,4856672]	VP07
IDR.SUP.14	[624961,4856578]	AT_05
IDR.SUP.15	[625023,4856415]	AT_06
IDR.SUP.16	[625036,4856322]	CO_02 (monte)
IDR.SUP.17	[625028,4856222]	CO_02 (valle)
IDR.SUP.18	[625322,4855550]	VP08
IDR.SUP.19	[625368,4855502]	Canale Ozzoreto (monte)
IDR.SUP.20	[625279,4855326]	CB (monte)
IDR.SUP.21	[625233,4855312]	CB (valle)
IDR.SUP.22	[624992,4855163]	AT_07
IDR.SUP.23	[625045,4855118]	VP09
IDR.SUP.24	[624728,4855149]	Canale Ozzoreto (valle)
IDR.SUP.25	[623943,4855353]	VP10
IDR.SUP.26	[627924,4855510]	Fosso Arpino (monte)
IDR.SUP.27	[628030,4855556]	Rio Frizzone (monte)
IDR.SUP.28	[628006,4855463]	AT_08
IDR.SUP.29	[628215,4855440]	AT_09
IDR.SUP.30	[628046,4855407]	Fosso Arpino (valle)
IDR.SUP.31	[628428,4854658]	CO_06 (monte)
IDR.SUP.32	[628445,4854607]	CO_06 (valle)
IDR.SUP.33	[628690,4854491]	AT_10
IDR.SUP.34	[628817,4854377]	Rio Frizzone (valle)

Note:

VP: vasche di prima pioggia previste per trattare le acque meteoriche di esercizio.

AT: aree tecniche previste in corrispondenza delle opere d'arte, di lunga realizzazione, sottofalda.

CO: cantieri operativi

CB: cantiere base

Tabella 4-2 Punti di monitoraggio delle acque superficiali (dilavamento e corpi idrici)

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

4.2.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

4.2.2.1 Tipologia di monitoraggio

Per quanto riguarda il monitoraggio delle acque superficiali 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.

Le tipologie di monitoraggio sono due: il monitoraggio dei corpi idrici ed il monitoraggio degli scarichi.

Il primo è effettuato mediante una coppia di misure poste a monte e a valle dell'immissione nel corpo

idrico ricettore, mentre il secondo è effettuato mediante le misure poste direttamente in corrispondenza delle vasche di trattamento.

4.2.2.2 Parametri da monitorare

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

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

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 chimico, 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).

In aggiunta a quanto sopra, allo scopo di pervenire ad una valutazione idonea delle componenti biologiche dei corsi d'acqua indagati si prevedono le seguenti ulteriori attività:

- determinazione dei parametri relativi ad i nutrienti e all'ossigeno disciolto:
 - Ntot (mg/l) - Azoto totale
 - N-NH4 (mg/l) - Azoto Ammoniacale;
 - N-No3 (mg/l) - Azoto Nitrico;
 - N-NO2 (mg/l) - Azoto Nitroso;
 - Ptot (mg/l) - Fosforo totale;
 - OD - Ossigeno Disciolto (espresso sia in mg/L che in % di saturazione);
 - Alcalinità.
- Calcolo dell'indice LIMeco mediante l'elaborazione dei valori riscontrati relativamente ai "macro-descriptori" NH4, NO3, Ptot e OD.
- Calcolo dell'indice multimetrico STAR di intercalibrazione (STAR_ICMI), che sostituisce l'IBE.

Per il monitoraggio dei sedimenti delle acque superficiali 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.

Monitoraggio per verificare la contaminazione organica:

- Idrocarburi C<12;
- Idrocarburi C>12;
- IPA;
- PCB;
- Pesticidi;
- Diossine;
- Furani;
- Composti organostannici.

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.

4.2.2.3 Metodiche di monitoraggio

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

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

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

I metodi analitici riportati nel manuale sono stati elaborati da una Commissione istituita nel 1996 dall'Istituto di Ricerca sulle Acque del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IRSA - CNR); un Gruppo di Lavoro, coordinato dall'APAT, e formato dal Servizio di 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.

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

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

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

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

Inoltre, in corrispondenza dei tre corsi d'acqua di rilievo è posta una centralina per il monitoraggio di pH, conducibilità, temperatura, ossigeno, dotata di un sistema di allarme in caso di superamento dei limiti.

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.

4.2.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio della componente Ambiente idrico 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 di due punti, uno a monte ed uno a valle, del corpo idrico ricettore.

Sarà eseguito il monitoraggio dei corpi idrici sensibili (Canale Ozzoreto, che interseca in più punti l'infrastruttura in prossimità della località di Antraccoli, il Fosso Arpino e il Rio Frizzone.

In questa fase, dunque, si prevedono i seguenti punti di monitoraggio:

- 6 punti di monitoraggio (3 monte e 3 valle).

Nella fase di Costruzione dell'Opera è necessario controllare gli elementi progettuali che possono avere ricadute in termini di sversamenti in acque superficiali e che possono quindi portare ad una modifica dello stato qualitativo dei corpi idrici. A tale scopo si prevede il monitoraggio dei seguenti punti:

- 6 punti di monitoraggio (3 monte e 3 valle) previsti anche in fase AO, relativi ai tre corsi d'acqua sensibili che interferiscono con il progetto;
- 10 punti di monitoraggio al fine di controllare, in termini di sversamento in acque superficiali, le interferenze con la falda. In prossimità delle opere d'arte che interferiscono con la falda sono previste delle vasche di trattamento, che andranno a trattare le acque di aggotamento prima di recapitarle al corpo idrico ricettore. Il monitoraggio sarà effettuato in corrispondenza di tali vasche, laddove previste da progetto e i controlli verranno effettuati solo durante l'esercizio di tali vasche che coincide con la durata dell'aggotamento delle acque di falda e non per tutta la durata del CO;
- 8 punti di monitoraggio previsti per monitorare le acque trattate che vengono raccolte dalle aree dei cantieri fissi e poi immessi nei corsi d'acqua superficiali limitrofi. In particolare, per ogni cantiere si prevedono due punti di monitoraggio (1 a monte ed 1 a valle del punto d'immissione delle acque trattate nel corso idrico).

In questa fase vengono pertanto previsti 24 punti di monitoraggio.

Per quanto concerne la fase Post Operam, il monitoraggio ha lo scopo di controllare lo stato qualitativo dei corpi idrici nella fase successiva alla fine dei lavori. A tale scopo si prevedono i seguenti punti di monitoraggio:

- 6 punti di monitoraggio (3 monte e 3 valle) previsti anche in fase AO e CO, relativi ai tre corsi d'acqua sensibili che interferiscono con il progetto;
- 10 punti di monitoraggio previsti in corrispondenza dell'uscita delle vasche, al fine di verificare la conformità dello scarico.

Durante il PO sono pertanto previsti 16 punti di monitoraggio.

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

In fase Ante Operam si prevedono 2 punti di misurazione a monte e a valle dei principali corsi d'acqua, dove verranno effettuate misurazioni con cadenza quadrimestrale per monitorare lo stato qualitativo e quantitativo del corso d'acqua 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 nei corpi idrici principali e in quelli che fungono da recettori degli scarichi dei cantieri fissi, dove sono previste vasche di trattamento delle acque di dilavamento superficiale degli stessi. Su questi punti si effettueranno anche in questa fase ogni quadriestrate i controlli sulle acque, mentre è prevista una misurazione l'anno per effettuare le analisi di sedimentazione.

Oltre a questi monitoraggi, si prevedono controlli in uscita alle vasche di trattamento delle acque aggettate nella fase di cantiere. Su questi punti si prevedono misurazioni trimestrali per la durata dell'attività delle vasche.

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 dei corsi d'acqua principali.

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

Sempre nel Post Operam saranno monitorati gli scarichi delle vasche di trattamento a servizio del sistema chiuso di collettamento delle acque di piattaforma, questi saranno effettuati ogni quattro mesi nell'anno successivo all'entrata in esercizio dell'infrastruttura.

4.3 CONCLUSIONI

Il monitoraggio delle acque superficiali prevede dei punti di controllo in prossimità dello scarico delle vasche di trattamento poste in uscita al sistema chiuso di collettamento delle acque di piattaforma, dei corsi d'acqua significativi e dei sistemi di trattamento posti in fase di cantierizzazione.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
Acque superficiali	IDR.SUP.01, IDR.SUP.05, IDR.SUP.07, IDR.SUP.08, IDR.SUP.09, IDR.SUP.12, IDR.SUP.13, IDR.SUP.18, IDR.SUP.23, IDR.SUP.25	PO	3 misure quadrimestrali nell'anno successivo all'entrata in esercizio	Tabella 3 dell'allegato V del D.Lgs. 152/06 e smi	Campionamento ed analisi in laboratorio	3
	IDR.SUP.19, IDR.SUP.26, IDR.SUP.27 (monte) IDR.SUP.24, IDR.SUP.30, IDR.SUP.34 (valle)	AO	3 misure quadrimestrali 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); Ntot (mg/l) - Azoto totale; N-NH4 (mg/l) - Azoto Ammoniacale; N-No3 (mg/l) - Azoto Nitrico; N-NO2 (mg/l) - Azoto Nitroso; Ptot (mg/l) -	Campionamento ed analisi in laboratorio	3
			Una misura l'anno per la sedimentazione			1
		CO	3 misure quadrimestrali l'anno, per l'intera durata delle attività di cantiere	9		
			Una misura l'anno per la sedimentazione			3

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
		PO	3 misure quadrimestrali nell'anno successivo all'entrata in esercizio	Fosforo totale; OD - Ossigeno Disciolto (espresso sia in mg/L che in % di saturazione); Alcalinità; l'indice LIMeco; l'indice multimetrico STAR di intercalibrazione (STAR_ICMI). <i>Per i sedimenti:</i> sodio, potassio; magnesio; calcio, ferro; zinco; manganese, descrizione macroscopica: colore, odore, presenza di concrezioni, residui di origine naturale o antropica; contenuto d'acqua; peso specifico; carbonio organico totale; idrocarburi C<12; idrocarburi C>12; IPA; PCB; pesticidi; diossine; furani; composti organostannici.		3
			Una misura l'anno per la sedimentazione			1
	IDR.SUP.10, IDR.SUP.11, IDR.SUP.14, IDR.SUP.15, IDR.SUP.28, IDR.SUP.29, IDR.SUP.02, IDR.SUP.06, IDR.SUP.22,	CO	4 misure trimestrali l'anno, per la durata di realizzazione dell'opera d'arte	Tabella 3 dell'allegato V del D.Lgs. 152/06 e smi	Campionamento ed analisi in laboratorio	1 1 1 1 1 1 7 6 4

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
	IDR.SUP.33					6
	IDR.SUP.03, IDR.SUP.04, IDR.SUP.16, IDR.SUP.17, IDR.SUP.20, IDR.SUP.21, IDR.SUP.31, IDR.SUP.32	CO	3 misure quadrimestrali l'anno, per l'intera durata delle attività di cantiere	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); Ntot (mg/l) - Azoto totale; N-NH4 (mg/l) - Azoto Ammoniacale; N-No3 (mg/l) - Azoto Nitrico; N-NO2 (mg/l) - Azoto Nitroso; Ptot (mg/l) - Fosforo totale; OD - Ossigeno Disciolto (espresso sia in mg/L che in % di satura-	Campionamento ed analisi in laboratorio	9

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
			Una misura l'anno per la sedimentazione	zione); Alcalinità; l'indice LIMeco; l'indice multimetrico STAR di intercalibrazione (STAR_ICMI. <i>Per i sedimenti:</i> sodio, potassio; magnesio; calcio, ferro; zinco; manganese, descrizione macroscopica: colore, odore, presenza di concrezioni, residui di origine naturale o antropica; contenuto d'acqua; peso specifico; carbonio organico totale; idrocarburi C<12; idrocarburi C>12; IPA; PCB; pesticidi; diossine; furani; composti organostannici.		3

Tabella 4-3 Quadro sinottico PMA componente acque superficiali

5 ACQUE SOTTERRANEE

5.1 FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

5.1.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio delle Acque sotterranee 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 sotterranei 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 utilizzato nello Studio di Impatto Ambientale 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 contenute nello Studi di Impatto Ambientale e delle variazioni dello scenario di base mediante la rilevazione dei parametri presi a riferimento per le analisi delle acque sotterranee 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 e approfondite nella fase di progettazione definitiva, è emerso che gli impatti potenziali interessanti la componente in esame consistono essenzialmente nell'eventuale modifica delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici sotterranei.

Tali potenziali impatti sono riconducibili nella fase di realizzazione dell'opera alla realizzazione dei tratti di strada che potrebbero interferire con i pozzi idropotabili e agli scavi sottofalda.

5.1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Per i riferimenti normativi si rimanda al Par. 4.1.2 ed a questi si aggiunge l'Allegato 5 alla Parte IV: tab.2 "Concentrazione soglia di contaminazione nelle acque sotterranee".

5.2 MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE

5.2.1 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

Nella tabella seguente sono indicati i punti di campionamento di cui si compone la rete di monitoraggio dell'Ambiente idrico sotterraneo.

Elemento monitorato	Punti di monitoraggio
Pozzi idropotabili	IDR.SOTT.03, IDR.SOTT.08, IDR.SOTT.13-18
Opere minori sottofalda	IDR.SOTT.01, IDR.SOTT.02, IDR.SOTT.04-07, IDR.SOTT.09-12, IDR.SOTT.19-22

Tabella 5-1 Rete di monitoraggio dell'Ambiente idrico sotterraneo

I punti di monitoraggio relativi ai pozzi idropotabili, 8 in totale, sono stati posizionati monte/valle rispetto ai pozzi idropotabili e all'andamento della falda riportati nella "Carta Idrogeologica" (T00IA35AMBCI01A) del quadro ambientale dello SIA. Si è posta particolare attenzione nei riguardi del sistema di pozzi idropotabili localizzato a sud del ramo E-O di tracciato per il quale si sono previsti due punti a monte ed una corona di quattro punti posta a valle. Sono stati, poi, inseriti altri 14 punti di monitoraggio (monte/valle) in corrispondenza delle opere d'arte minori sottofalda, in funzione della linea di falda. In particolare, si è deciso, in via cautelativa, di considerare sottofalda quelle opere minori, in corrispondenza delle quali, la falda è a meno di 2 metri.

Di seguito si riporta la tabella relativa ai 22 punti di monitoraggio previsti in corrispondenza dei pozzi idropotabili e delle opere d'arte minori sottofalda presenti lungo il tracciato stradale.

Cod.	Localizzazione [x,y]	Asse	Elemento Monitorato
IDR.SOTT.01	[624641,4858087]	N-S	Tombino scatolare pk 2+900 (monte)
IDR.SOTT.02	[624785,4857952]	N-S	Tombino scatolare pk 3+123 (monte)
IDR.SOTT.03	[625287,4858083]	N-S	Pozzo idropotabile (monte)
IDR.SOTT.04	[624529,4857804]	N-S	Tombino scatolare pk 2+900 (valle)
IDR.SOTT.05	[624691,4857670]	N-S	Tombino scatolare pk 3+123 (valle)
IDR.SOTT.06	[624982,4856665]	N-S	Sottopasso ciclopedonale pk 4+355 (monte)
IDR.SOTT.07	[625079,4856558]	N-S	Tombino scatolare pk 4+564 (monte)
IDR.SOTT.08	[624867,4856489]	N-S	Pozzo idropotabile (valle)
IDR.SOTT.09	[624967,4856451]	N-S	Sottopasso ciclopedonale pk 4+355 (valle)
IDR.SOTT.10	[625070, 4856249]	N-S	Tombino scatolare pk 4+564 (valle)
IDR.SOTT.11	[625178,4855369]	O-E	Tombino scatolare pk 0+131 (monte)
IDR.SOTT.12	[625222,4855221]	O-E	Tombino scatolare pk 0+131(valle)
IDR.SOTT.13	[626555,4854953]	E-O	Sistema di pozzi idropotabili (monte)

Cod.	Localizzazione [x,y]	Asse	Elemento Monitorato
IDR.SOTT.14	[626974,4854849]	E-O	Sistema di pozzi idropotabili (valle)
IDR.SOTT.15	[627026,4854919]	E-O	Sistema di pozzi idropotabili (valle)
IDR.SOTT.16	[627101,4854947]	E-O	Sistema di pozzi idropotabili (valle)
IDR.SOTT.17	[627195,4854949]	E-O	Sistema di pozzi idropotabili (valle)
IDR.SOTT.18	[627123,4855185]	E-O	Sistema di pozzi idropotabili (monte)
IDR.SOTT.19	[628024,4855493]	E-O	Tombino scatolare pk 2+974 (monte)
IDR.SOTT.20	[628053,4855409]	E-O	Tombino scatolare pk 2+974 (valle)
IDR.SOTT.21	[628169,4855514]	E-O	Tombino scatolare pk 3+121 (monte)
IDR.SOTT.22	[628205,4855395]	E-O	Tombino scatolare pk 3+121 (valle)

Tabella 5-2: Punti di monitoraggio delle acque sotterranee (pozzi idropotabili ed opere minori interferenti con la falda)

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

5.2.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

5.2.2.1 Tipologia di monitoraggio

Il monitoraggio delle acque sotterranee è sempre effettuato mediante piezometri, le cui caratteristiche sono indicate nel successivo paragrafo 5.2.2.3.

5.2.2.2 Parametri da monitorare

I parametri che in base al D.Lgs.152/2006 devono essere utilizzati per il monitoraggio di sorveglianza delle acque sotterranee sono quelli di cui alla Tab. 2 dell'Allegato 5 alla Parte IV del D.Lgs. 152/06 e smi.

5.2.2.3 Metodiche di monitoraggio

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

- Installazione: in tale fase vengono stabilite le posizioni dei punti di misura destinate al monitoraggio. 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 (cfr. cap. 13.1), condotti in situ e/o forniti dai laboratori di analisi;
- Compilazione di Rapporti di misura.

Generalmente, per quanto riguarda le diverse metodiche con le quali effettuare il monitoraggio delle acque sotterranee, relativamente al loro andamento piezometrico, si fa riferimento alle linee guida elaborate dall'ISPRA "Metodologie di misura e specifiche tecniche per la raccolta e l'elaborazione dei dati idrometeorologici". Nella Parte II relativa ai dati idrometrici, le linee guida forniscono indicazioni sulla strumentazione e sulle modalità esecutive dei rilievi piezometrici, le misurazioni saranno effettuate prima di ogni altra operazione per evitare di alterare il livello dell'acqua nel piezometro, in particolare prima di quelle operazioni come lo spurgo e il campionamento che richiedono la rimozione di acqua.

Affinché le misure eseguite in un dato piezometro in tempi diversi siano confrontabili fra loro è indispensabile che vengano effettuate rispetto ad un punto fisso ed immutabile. Per comodità è prassi consolidata individuare tale punto sulla boccapozzo mediante la marcatura indelebile (vernice, pennarello ecc..).

I rilievi si effettuano per mezzo del freatimetro e possono essere eseguiti manualmente o con registratori automatici. Tali freatimetri sono predisposti per la misura del livello del tetto della falda rispetto ad un punto fisso disposto in corrispondenza dell'imboccatura del pozzo. Inoltre, è fondamentale che la quota di riferimento venga accuratamente individuata, mediante livellazione di alta precisione, rispetto al Sistema Geodetico Nazionale.

Nel caso specifico, tale monitoraggio sarà effettuato mediante la messa in opera di piezometri che consentiranno il prelievo di campioni che saranno analizzati in laboratorio. Tali piezometri saranno disposti monte/valle rispetto all'andamento della falda e saranno "corti", 8-10 metri e a carotaggio continuo con nucleo da attrezzare con piezometro a tubo aperto da 3 metri. Su questi verrà effettuata la lettura freatimetrica ed il campionamento per le analisi chimico-fisiche.

In particolare, il prelievo dei campioni di acque avverrà con campionatore bailer o pompa elettrica sommergibile. Il campione sarà poi sigillato, imballato, conservato in cella frigorifera e trasportato a laboratorio in contenitori isotermitici e refrigerati.

Le analisi chimiche per caratterizzazione ambientale delle acque sotterranee ai sensi dell'Allegato 5 alla parte IV del D.Lgs. 152/05 e s.m.i.

5.2.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio della componente Acque sotterranee 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).

Per quanto riguarda il monitoraggio Ante Operam (AO), si può far riferimento al documento "Indagini di Caratterizzazione Ambientale" (T00GE00GEORE08A), che riporta le risultanze di una campagna geognostica pregressa. Delle caratterizzazioni, effettuata ai sensi del D. Lgs. 152/2006, sulle acque sotterranee non emerge alcun superamento sui parametri monitorati. Alla luce dello stato qualitativo attuale delle acque di falda, risultante dalla campagna sopraccitata, si prevede il monitoraggio della componente, sui punti localizzati al Par. 4.2.1.

Il monitoraggio sarà effettuato nella fase Ante Operam per almeno 3 mesi antecedenti all'inizio dei lavori

prevedendo una campagna di monitoraggio con cadenza mensile, nella fase di Corso d'Opera con cadenza bisettimanale per la durata dei lavori relativi al tratto di strada limitrofo e nella fase Post Operam (PO) con cadenza mensile per la durata dell'anno successivo ai lavori.

5.3 CONCLUSIONI

Il monitoraggio delle acque sotterranee ha l'obiettivo di salvaguardare i pozzi idropotabili posti nelle vicinanze della strada in progetto e di monitorare le acque di falda potenzialmente perturbate dai lavori di realizzazione delle opere d'arte minori sottofalda.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
Acque sotterranee	IDR.SOTT.01 ÷ IDR.SOTT.22	AO	Misure con cadenza trimestrale per sei mesi antecedenti l'inizio dei lavori	Tab. 2 dell'Allegato 5 alla Parte IV del D.Lgs. 152/06 e smi.	Campionamento ed analisi in laboratorio	2
	IDR.SOTT.01 ÷ IDR.SOTT.10	CO	Misure trimestrali per la durata dei lavori relativi al tratto di strada	Tab. 2 dell'Allegato 5 alla Parte IV del D.Lgs. 152/06 e smi.	Campionamento ed analisi in laboratorio	13
	IDR.SOTT.11- IDR.SOTT.12					6
IDR.SOTT.13 ÷ IDR.SOTT.22		9				
	IDR.SOTT.01 ÷ IDR.SOTT.22	PO	Misure con cadenza trimestrale per i sei mesi successivi ai lavori	Tab. 2 dell'Allegato 5 alla Parte IV del D.Lgs. 152/06 e smi.	Campionamento ed analisi in laboratorio	2

Tabella 5-3 Quadro sinottico PMA componente acque sotterranee

6 SUOLO

6.1 FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

6.1.1 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 nello SIA e dagli approfondimenti propri della progettazione definitiva, si è rilevato che l'aspetto che necessita di opportuno monitoraggio è quello della qualità e fertilità del suolo poiché le aree interessate dal progetto sono prevalentemente dedicate ad attività agricola anche intensiva.

L'obiettivo del monitoraggio è quello di evitare la perdita di orizzonti superficiali di maggiore fertilità, mediante la verifica delle le 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, di ricostituire i suoli con la loro tessitura e le loro caratteristiche agronomiche per ottimizzare le future attività di ripristino previste.

Poiché l'opera oggetto del progetto definitivo, di cui il presente PMA è parte (Fase 1), non prevede opere sotterranee, né lavorazioni che possano determinare impatti sul sottosuolo, il monitoraggio di tale componente non si ritiene necessario. Inoltre, a valle della verifica effettuata sull'area d'interesse, con cui si è constatata l'assenza di fenomeni di dissesto geomorfologico di rilievo, non si terrà conto del monitoraggio della componente sottosuolo.

6.1.2 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).

6.2 MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ E FERTILITÀ DEL SUOLO

6.2.1 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio sarà effettuato in corrispondenza dei Cantieri fissi. Le aree tecniche infatti non saranno oggetto di ripristino, ma destinate ad accogliere interventi di mitigazione consistenti in opere a verde.

Punto di monitoraggio	
Cod.	localizzazione
SUO.01	Cantiere Operativo 01
SUO.02	Cantiere Operativo 02
SUO.03	Cantiere Base
SUO.04	Cantiere Operativo 06

Tabella 6-1 Punti di monitoraggio del suolo

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

6.2.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

6.2.2.1 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.

6.2.2.2 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.

6.2.2.3 [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.

6.2.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio della componente Suolo e sottosuolo è quindi articolato secondo due momenti:

- a) Ante Operam (AO);
- b) Corso d'Opera (CO);
- c) 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 Corso d'Opera (CO), che comprende l'intero periodo in cui si svolgono le lavorazioni di realizzazione dell'opera, è finalizzato a monitorare e misurare gli effetti determinati dalla fase di cantierizzazione dell'opera in progetto sulla componente.

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 porre in essere 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 pari a 38,5 mesi, si prevede un monitoraggio l'anno.

6.3 CONCLUSIONI

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

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità 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, rociosità affiorante, fenditure superficiali, vegetazione, stato erosivo, permeabilità, classe di drenaggio, substrato pedogenetico, profondità falda	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, 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.	Campionamento ed analisi in laboratorio	1
		CO	Una volta all'anno per la durata dei lavori	esposizione, pendenza, uso del suolo, microrilievo, pietrosità superficiale, rociosità affiorante, fenditure superficiali, vegetazione, stato erosivo, permeabilità, classe di drenaggio, substrato pedogenetico, profondità falda	Profili pedologici	3
				Parametri ambientali: Potenziale REDOX, pH, Arse-	Campionamento ed ana-	3

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
				nico, 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, Con-tenuto in carbonio organico, Calcare totale, Calcare attivo, Ntot e P assimilabile.	lisi in laboratorio	
		PO	Una volta nell'anno successivo all'inizio dei lavori	esposizione, pendenza, uso del suolo, microrilievo, pietrosità superficiale, rociosità affiorante, fenditure superficiali, vegetazione, stato erosivo, permeabilità, classe di drenaggio, substrato pedogenetico, profondità falda	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, IPA; Parametri 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 6-2 Quadro sinottico PMA componente suolo

7 VEGETAZIONE ED ECOSISTEMI

7.1 FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

7.1.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

I monitoraggi sugli effetti diretti determinati dall'opera risultano rilevanti per le componenti Vegetazione ed Ecosistemi e sono:

- monitoraggio delle dinamiche di copertura del suolo e della vegetazione reale in relazione alle attività di cantierizzazione e futura configurazione territoriale derivante dalla sottrazione di suolo nei tratti di nuova realizzazione;
- monitoraggio degli ecosistemi e dei corridoi ecologici primari;
- monitoraggio attivo della diffusione di ailanto ed altre infestanti;
- 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 degli ecosistemi e, di conseguenza, delle specie vegetazionali e floristiche che potrebbero essere potenzialmente interferite dall'esercizio della nuova infrastruttura stradale in progetto.

I rilievi puntuali e la redazione di cartografie all'interno dell'attività di monitoraggio permette di avere una lettura completa dello stato dei luoghi in termini di rete ecologica e elementi naturali oltre a consentire la verifica delle dinamiche in atto e valutare eventuali interventi di salvaguardia, tutela o ripristino in caso di insorgenza di fenomeni di degrado.

Altro obiettivo del monitoraggio ambientale è la verifica della corretta realizzazione ed evoluzione degli interventi delle opere a verde previsti dal progetto. Infatti, qualora a valle di specifiche indagini il livello di attecchimento raggiunto dagli impianti vegetazionali del manto erboso e degli individui arbustivi ed arborei 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 del manto erboso e delle piantumazioni, sia in relazione all'affermazione dell'impianto (tasso di mortalità), sia allo sviluppo dell'apparato epigeo degli individui arborei ed arbustivi, offrendo indicazioni per eventuali interventi di reintegro delle fallanze.

7.1.2 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.

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;
- Braun-Blanquet (1964). Pflanzensoziologie - Grundzüge der Vegetationskunde. Vienna: Springer-Verlag, 865 pp. Rivisto da S. Pignatti (1976).
- 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 66/2006 "Adesione della Repubblica italiana all'Accordo sulla conservazione degli uccelli acquatici migratori dell'Africa - EURASIA, con Allegati e Tabelle, fatto a L'Aja il 15 agosto 1996"
- Legge 812/1978 - "Adesione alla Convenzione Internazionale per la protezione degli uccelli di Parigi del 1950";
- 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 42/1983 - "Ratifica ed esecuzione della convenzione sulla conservazione delle specie migratorie appartenenti alla fauna selvatica, con allegati, adottata a Bonn il 23 giugno 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).

7.2 MONITORAGGIO DELLA VEGETAZIONE

7.2.1 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 risultano quelle in prossimità dei cantieri principali, le aree in prossimità dei corsi d'acqua e dei canali e fossi irrigui e in corrispondenza dei tratti naturali interessati dove l'infrastruttura è di nuova realizzazione e non in adeguamento in sede.

Il monitoraggio sarà incentrato a valutare più approfonditamente:

- la sottrazione di vegetazione naturale, in particolar modo degli elementi di pregio naturalistico,
- la sottrazione di vegetazione di origine antropica
- l'alterazione di popolamenti vegetali in fase di realizzazione dell'opera

Cod.	localizzazione [progr. m]	Tipologico Rilievo
VEG_01	Asse Nord-Sud km 0+040	Florisitco, fitosociologico
VEG_02	Asse Nord-Sud km 3+544	Florisitco, fitosociologico
VEG_03	Rotatoria Antraccoli, Canale Ozzoretto	Florisitco, fitosociologico
VEG_04	Asse Ovest-Est km 1+010	Florisitco, fitosociologico
VEG_05	Asse Ovest-Est, Rotatoria Ospedale S.Lucia	Florisitco, fitosociologico
VEG_06	Asse Est-Ovest km 3+490	Florisitco, fitosociologico

Tabella 7-1: Punti di monitoraggio della vegetazione

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

7.2.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

7.2.2.1 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 mediante 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.

7.2.2.2 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 rari o isolati	Ricoprenti meno dell'1%	Ricoprenti tra 1 e 5%	Ricoprenti tra 5 e 25%	Ricoprenti tra 25 e 50%	Ricoprenti tra 50 e 75%	Ricoprenti più del 75%
r	+	1	2	3	4	5

Tabella 7-2: Scala di abbondanza dominanza di Braun-Blanquet (1928)

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

- o laddove l'omogeneità fisionomica-strutturale della vegetazione lo consentirà, le stazioni di rilevamento devono essere estese a comprendere l'intera fitocenosi;
- o 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;
- o 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 nelle fasi di corso d'opera e 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.

7.2.2.3 [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.

² *associazione vegetale = raggruppamento più o meno stabile e in equilibrio con il mezzo ambiente, caratterizzato da una determinata composizione floristica, nella quale alcuni elementi esclusivi o quasi e specie caratteristiche, rivelano con la loro presenza una ecologia particolare e autonoma)*

7.2.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

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 e viene previsto con cadenza semestrale, il monitoraggio in Corso d' Opera (CO) è previsto con cadenza semestrale per l'intera durata dei lavori ed infine, anche il monitoraggio Posto Operam (PO), relativo all'anno successivo alla fine dei lavori, viene previsto con cadenza semestrale.

7.3 MONITORAGGIO DEGLI ECOSISTEMI

7.3.1 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio degli ecosistemi verrà effettuato attraverso una analisi di area vasta per confermare quanto riportato all'interno dello SIA e fornire una visione d'insieme delle dinamiche ambientali in atto nel territorio e di come verranno influenzate dalle attività di realizzazione dell'opera e dalla messa in esercizio della stessa.

7.3.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

7.3.2.1 Tipologia di monitoraggio

Il monitoraggio in questione dovrà essere effettuato tramite la redazione di apposita cartografia tematica, in scala di rappresentazione 1:5000 che inquadri tutto il territorio. Le carte da realizzare dovranno essere:

- una Carta dell'uso del suolo e della vegetazione reale;
- una Carta degli ecosistemi e delle connessioni ecologiche.

7.3.2.2 Parametri da monitorare

Alla base del rilievo si dovrà fare riferimento alle classi di copertura del suolo individuate dalla Legenda del *Corine Land Cover* come modificata dalla Regione Toscana; mentre per gli ecosistemi ci si baserà sugli elementi strutturali della rete ecologica coerentemente con quanto riportato nella Rete Ecologica Toscana e nello specifico: i nodi primari; nodi secondari; nuclei di connessione e d elementi isolati; corridoi fluviali; matrice a d elevata connettività; aree in evoluzione a bassa connettività.

7.3.2.3 Metodiche di monitoraggio

La metodologia di redazione dovrà prevedere una prima individuazione delle aree da cartografare tramite fotointerpretazione diretta a video e perimetrazione delle tessere aventi dimensione minima di 0.5 ha e per le aree naturali copertura minima del 20%. Successivamente si dovranno effettuare dei rilievi diretti in campo per verificare quanto digitalizzato e affinare il rilievo.

7.3.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

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) prevede un elaborato per tipologia 6 mesi prima dell'inizio delle attività, il monitoraggio in Corso d' Opera (CO) prevede un elaborato per tipologia ogni anno per tutta la durata delle attività ed infine, il monitoraggio Posto Operam (PO), prevede un elaborato per tipologia 6 mesi dopo la fine delle attività.

7.4 MONITORAGGIO DELLE SPECIE INFESTANTI

7.4.1 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

In riferimento alle aree oggetto di monitoraggio, queste sono rappresentate dalle porzioni di territorio interessate dalla realizzazione degli interventi a verde previsti dal progetto, come indicato nella seguente tabella.

Punto di monitoraggio

Cod.	localizzazione [progr. m]	Tipologico Rilievo
ECO_INF_01	Asse Nord-Sud km 0+000	Diffusione infestanti
ECO_INF_02	Asse Nord-Sud km 1+499	Diffusione infestanti
ECO_INF_03	Asse Nord-Sud km 4+530	Diffusione infestanti
ECO_INF_04	Asse Ovest-Est km 5+646	Diffusione infestanti
ECO_INF_05	Asse Ovest-Est km 0+508	Diffusione infestanti
ECO_INF_06	Asse Est-Ovest km 3+819	Diffusione infestanti

Tabella 7-3 Punti di monitoraggio delle specie infestanti

7.4.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

7.4.2.1 Tipologia di monitoraggio

Il monitoraggio della presenza di infestanti nelle aree che sono state oggetto di lavorazioni legate alla realizzazione dell'opera verrà effettuato tramite sopralluoghi mirati al censimento delle popolazioni di specie alloctone.

7.4.2.2 Parametri da monitorare

L'attività comprende:

- 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;
- n° di esemplari per specie;
- n° di esemplari per specie per unità di superficie;
- rapporto % tra specie target e specie esotiche/ruderali;

- diametro del fusto (valori massimi e minimi) e altezza (valori massimi e minimi);
- area basimetrica ad ettaro (densità del popolamento per valutare la competizione tra le piante all'interno del popolamento);
- copertura interna della chioma, valutata in classi percentuali (ad es. copertura tra 15 e 25 %);
- presenza di danni, loro consistenza (assente, leggero, moderato, pesante, etc) e causa (biotico, abiotico, complesso, fauna selvatica, etc);
- indicazioni su modalità tecnico-operative per la risoluzione delle problematiche che compromettono la riuscita dell'intervento.

7.4.2.3 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 (cfr. cap. 13) 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.

7.4.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Le attività saranno distinte tra le fasi:

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

Il monitoraggio attivo della diffusione delle infestanti si realizzerà nelle aree espropriate. Nell'Ante Operam si realizzerà il censimento, in Corso d'Opera sarà eseguito un doppio controllo annuale, durante il quale si provvederà ad indicare alla Direzione Lavori l'eventuale presenza di propaguli nei materiali terrosi di riporto mentre in Post Operam il monitoraggio viene condotto provvedendo, per la specie ailanto, alla rimozione diretta di eventuali plantule facilmente sradicabili ed al mappaggio dei siti di presenza.

Sarà realizzato un piano per la lotta alle infestanti aliene da attuarsi nella gestione post impianto ed ordinaria delle aree a verde interne alla linea di esproprio.

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.

Il monitoraggio attivo delle infestanti verrà effettuata tramite censimento delle popolazioni di specie da effettuarsi nelle tre fasi: Ante Operam, Corso d'Opera, Post Operam con un rilievo per anno.

7.5 MONITORAGGIO DEGLI INTERVENTI A VERDE E DEI RISPRISTINI

7.5.1 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

In riferimento alle aree oggetto di monitoraggio, queste sono rappresentate dalle porzioni di territorio interessate dalla realizzazione degli interventi a verde previsti dal progetto, come indicato nella tabella seguente.

Punto di monitoraggio		
Cod.	localizzazione [progr. m]	Tipologico Rilievo
ECO_OPV_01	Asse Nord-Sud km 0+418/Cantiere operativo	Efficacia Opere a verde
ECO_OPV_02	Asse Nord-Sud km 2+719	Efficacia Opere a verde
ECO_OPV_03	Asse Nord-Sud km 4+659/ Cantiere operativo	Efficacia Opere a verde
ECO_OPV_04	Asse Ovest-Est km 0+100/ Cantiere base	Efficacia Opere a verde
ECO_OPV_05	Asse Ovest-Est km 1+421	Efficacia Opere a verde
ECO_OPV_06	Asse Est-Ovest km 3+288	Efficacia Opere a verde
ECO_OPV_07	Asse Est-Ovest km 4+073/ Cantiere operativo	Efficacia Opere a verde

Tabella 7-4 Punti di monitoraggio delle opere a verde e dei rispristini

7.5.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

7.5.2.1 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 piantagione realizzati nell'ambito degli interventi di inserimento paesaggistico ambientale.

7.5.2.2 Parametri da monitorare

Come per il monitoraggio delle specie infestanti, l'attività comprende:

- individuazione e determinazione delle specie target esotiche e ruderali presenti secondo i codici di nomenclatura tassonomica, fino al livello di specie e, ove necessario, di subspecie e cultivar;
- n° di esemplari per specie;
- n° di esemplari per specie per unità di superficie;
- rapporto % tra specie target e specie esotiche/ruderali;
- diametro del fusto (valori massimi e minimi) e altezza (valori massimi e minimi);
- area basimetrica ad ettaro (densità del popolamento per valutare la competizione tra le piante all'interno del popolamento);
- copertura interna della chioma, valutata in classi percentuali (ad es. copertura tra 15 e 25 %);
- presenza di danni, loro consistenza (assente, leggero, moderato, pesante, etc) e causa (biotico, abiotico, complesso, fauna selvatica, etc);

- indicazioni su modalità tecnico-operative per la risoluzione delle problematiche che compromettono la riuscita dell'intervento.

7.5.2.3 [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 piantagione realizzati nell'ambito degli interventi di inserimento paesaggistico ambientale.

Come per il monitoraggio delle specie infestanti 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. 13) 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.

7.5.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Le attività saranno distinte tra le fasi:

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

Il monitoraggio attivo della diffusione delle infestanti si realizzerà nelle aree espropriate. Nell'Ante Operam si realizzerà il censimento, in Corso d'Opera sarà eseguito un doppio controllo annuale, durante il quale si provvederà ad indicare alla Direzione Lavori l'eventuale presenza di propaguli nei materiali terrosi di riporto mentre in Post Operam il monitoraggio viene condotto provvedendo, per la specie ailanto, alla rimozione diretta di eventuali plantule facilmente sradicabili ed al mappaggio dei siti di presenza.

Sarà realizzato un piano per la lotta alle infestanti aliene da attuarsi nella gestione post impianto ed ordinaria delle aree a verde interne alla linea di esproprio.

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 e dei ripristini 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 periodo vegetativo ricompreso nell'anno successivo.

7.6 CONCLUSIONI

Il monitoraggio della vegetazione e degli ecosistemi è effettuato per verificare la possibile insorgenza di fenomeni di degrado a carico delle componenti naturali, l'eventuale propagazione di specie infestanti e per verificare il buon esito degli interventi di mitigazione ambientale consistenti nelle opere a verde e dei ripristini previsti dal progetto.

Il monitoraggio prevede la verifica diretta della presenza di specie faunistiche attraverso analisi e rilievi periodici.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
VEGETAZIONE	VEG_01 VEG_02 VEG_03 VEG_04 Veg_05	AO	2 rilievi nell'anno antecedente l'inizio dei lavori	<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 • conclusioni 	Rilievo diretto	2
		CO	2 rilievo all'anno per la durata del cantiere	<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; 	Rilievo diretto	6

				<ul style="list-style-type: none"> • la corologia; • l'habitat; • lo status di conservazione delle specie endemiche, rare e minacciate • strato arboreo, arbustivo, erbaceo; • copertura %; • abbondanza-dominanza; • fattori microambientali significativi • conclusioni 		
		PO	2 rilievi nell'anno successivo alla conclusione dei lavori	<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 • conclusioni 	Rilievo diretto	2
ECOSISTEMI	Redazione due elaborati cartografici	AO	1 elaborato per tipologia nell'anno antecedente l'inizio dei lavori	<ul style="list-style-type: none"> • Copertura del suolo; • Vegetazione reale; • Rete ecologica 	Rilievo indiretto/diretto	1 elaborato per tipologia
		CO	1 elaborato per tipologia all'anno durante i lavori	<ul style="list-style-type: none"> • Copertura del suolo; • Vegetazione reale; • Rete ecologica 	Rilievo indiretto/diretto	3 elaborati per tipologia
		PO	1 elaborato per tipologia nell'anno successivo la	<ul style="list-style-type: none"> • Copertura del suolo; • Vegetazione reale; • Rete ecologica 	Rilievo indiretto/diretto	1 elaborato per tipologia

			fine dei lavori			
INFE-STANTI	ECO_INF_01 ECO_INF_02 ECO_INF_03 ECO_INF_04 ECO_INF_05 ECO_INF_06	AO	1 rilievi nell'anno antecedente l'inizio dei lavori	<ul style="list-style-type: none"> • individuazione e determinazione delle specie target esotiche e ruderali presenti • n° di esemplari per specie; • n° di esemplari per specie per unità di superficie • rapporto % tra specie target e specie esotiche/ruderali • diametro del fusto e altezza • area basimetrica ad ettaro • copertura interna della chioma • presenza di danni, loro consistenza e causa • indicazioni su modalità tecnico-operative per la risoluzione delle problematiche che compromettono la riuscita dell'intervento 	Rilievo diretto	1
		CO	1 rilievo all'anno per la durata del cantiere	<ul style="list-style-type: none"> • individuazione e determinazione delle specie target esotiche e ruderali presenti • n° di esemplari per specie; • n° di esemplari per specie per unità di superficie • rapporto % tra specie target e specie esotiche/ruderali • diametro del fusto e altezza • area basimetrica ad ettaro • copertura interna della chioma • presenza di danni, loro consistenza e causa • indicazioni su modalità tecnico-operative per la risoluzione delle problematiche che compromettono la riuscita dell'intervento 	Rilievo diretto	3
		PO	1 rilievo nell'anno successivo alla conclusione	<ul style="list-style-type: none"> • individuazione e determinazione delle specie target esotiche e ruderali presenti • n° di esemplari per specie; 	Rilievo diretto	1

			sione dei lavori	<ul style="list-style-type: none"> • n° di esemplari per specie per unità di superficie • rapporto % tra specie target e specie esotiche/ruderali • diametro del fusto e altezza • area basimetrica ad ettaro • copertura interna della chioma • presenza di danni, loro consistenza e causa • indicazioni su modalità tecnico-operative per la risoluzione delle problematiche che compromettono la riuscita dell'intervento 		
OPERE A VERDE	ECO_OPV_01 ECO_OPV_02 ECO_OPV_03 ECO_OPV_04 ECO_OPV_05 ECO_OPV_06 ECO_OPV_07	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.	individuazione e determinazione delle specie target esotiche e ruderali presenti <ul style="list-style-type: none"> • n° di esemplari per specie; • n° di esemplari per specie per unità di superficie • rapporto % tra specie target e specie esotiche/ruderali • diametro del fusto e altezza • area basimetrica ad ettaro • copertura interna della chioma • presenza di danni, loro consistenza e causa • indicazioni su modalità tecnico-operative per la risoluzione delle problematiche che compromettono la riuscita dell'intervento 	Rilievo diretto	2

Tabella 7-5 Quadro sinottico PMA componente ecosistemi

8 FAUNA

8.1 FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

8.1.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio delle componenti Fauna del presente Piano è quindi finalizzato al controllo degli effetti diretti determinati dall'opera sulla componente faunistica; pertanto si effettueranno:

- Il monitoraggio della fauna (avifauna, fauna mobile terrestre);
- il monitoraggio degli effetti diretti a carico della fauna (collisioni con autoveicoli);
- il monitoraggio dell'utilizzo dei sottopassi faunistici.

Per quanto riguarda la componente faunistica, lo studio sulla componente, i rilievi effettuati e gli studi, sia di area vasta che di dettaglio, hanno evidenziato presenza nel territorio delle seguenti specie:

- mammiferi, tra cui: il ratto delle chiavi o surmolotto *Rattus norvegicus*, il riccio europeo *Erinaceus europaeus* e la volpe *Vulpes vulpes*;
- rettili: lucertola muraiola *Podarcis muralis*, lucertola campestre *Podarcis sicula*, ramarro occidentale *Lacerta viridis*, biacco *Hierophis viridiflavus*;
- anfibi: la raganella italiana *Hyla intermedia*, la rana verde *Rana esculenta* e la rana rossa *Rana temporaria*, il rospo comune *Bufo bufo*; il rospo smeraldino *Bufo viridis*; il tritone crestato italiano *Triturus carnifex* e il tritone punteggiato *Triturus vulgaris*;
- uccelli: piccione *Columba livia* forma domestica, cornacchia grigia *Corvus cornix*, tortora dal collare *Streptopelia decaocto*, storno *Sturnus vulgaris*, passera mattugia *Passer montanus*, cardellino *Carduelis carduelis*, il gheppio *Falco tinnunculus*.

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.

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 66/2006 "Adesione della Repubblica italiana all'Accordo sulla conservazione degli uccelli acquatici migratori dell'Africa - EURASIA, con Allegati e Tabelle, fatto a L'Aja il 15 agosto 1996"
- Legge 812/1978 - "Adesione alla Convenzione Internazionale per la protezione degli uccelli di Parigi del 1950";
- 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 42/1983 - "Ratifica ed esecuzione della convenzione sulla conservazione delle specie migratorie appartenenti alla fauna selvatica, con allegati, adottata a Bonn il 23 giugno 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. 157/192);

8.2 MONITORAGGIO DELLA FAUNA

8.2.1 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

Le stazioni di monitoraggio, che vengono di seguito riportate, sono relative alle aree ed ai percorsi individuati durante i sopralluoghi effettuati per la caratterizzazione Ante Operam delle comunità ornitiche e della fauna mobile terrestre e cui risultati sono riportati nella "Relazione faunistica e dei corridoi ecologici" (T00IA01AMBRE02A). Si ritiene che le stesse stazioni dovranno essere oggetto di monitoraggio anche nel Corso d'Opera.

Le stazioni di monitoraggio impiegate per le analisi qualitative, relative ai percorsi (PE), e quelle areali (A), delle comunità ornitiche (avifauna) e della fauna mobile vengono di seguito riportate:

Punto di monitoraggio		
Cod.	Toponimo	Comune
FA-PE02	Santa Margherita	Capannori
FA-PE03	Corte Romani	Lucca
FA-PE04	Al Giurlani	Capannori
FA-PE06	Corte Martinelli	Capannori
FA-PE10	Rio Arpino	Capannori
FA-PE11	Corte Mugnai	Capannori
FA-A01	Al Magginone	Capannori
FA-A05	San Pietro a Vico	Lucca
FA-A07	Tassignano	Capannori
FA-A08	Alle Redule	Capannori
FA-A09	Al Monsone	Capannori

Tabella 8-1: Punti di monitoraggio dell'avifauna e della fauna mobile

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

Si fa presente che nelle schede contenenti i risultati del monitoraggio AO, caratterizzazione effettuata ai fini dello studio faunistico (cfr. *"Relazione faunistica e dei corridoi ecologici"* (T00IA01AMBRE02A)), è stato inserito uno stralcio di planimetria in scala 1:3.000 con la localizzazione del percorso ed i punti di vista delle foto (relative all'area di indagine o a luoghi di osservazione delle specie o alle specie rilevate) riportate nella scheda stessa.

8.2.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

8.2.2.1 Tipologia di monitoraggio

Gli spostamenti delle specie faunistiche all'interno di uno stesso ecosistema o tra diversi ecosistemi sono favoriti dalla presenza di connessioni che possono essere sia di tipo lineare che areale.

Le connessioni lineari, definite corridoi, sono in genere degli habitat che si differenziano dalla matrice nella quale sono inseriti: possono essere di origine antropica, quali ad esempio i canali, i bacini d'acqua artificiali ed i filari di alberi piantati dall'uomo, oppure naturali, come i corsi d'acqua e fasce di vegetazione ar-boreo e/o arbustiva in aree aperte.

Le connessioni areali sono definite stepping-stones e sono costituite da uno o più frammenti di habitat ottimale che possono svolgere la funzione di aree di sosta e rifugio per determinate specie faunistiche, dotate di elevata mobilità.

Questi stessi corridoi potrebbero assumere, però, la funzione di una sorta di stepping-stones in un contesto di area vasta. Infatti, l'intera area di indagine costituisce una sorta di corridoio tra due importanti serbatoi ecologici, quali possono essere considerati, nell'ambito di una rete ecologica i rilievi collinari e montani a Nord e le zone umide a sud.

8.2.2.2 Parametri da monitorare

Per l'avifauna verranno rilevati i seguenti dati:

- specie osservate o ascoltate;
- numero di individui osservati o ascoltati;
- il tipo di attività osservata negli individui;
- data ed ora dello svolgimento del percorso;
- coordinate del punto di inizio e di fine del percorso;
- lunghezza del percorso, ampiezza della fascia laterale ed area totale indagata;
- caratteristiche ambientali dell'area interessata dal percorso;
- eventuali condizioni meteorologiche avverse (anche il tempo condiziona l'osservabilità delle specie).

Per quanto riguarda mammiferi, anfibi e rettili, i dati da monitorare sono i seguenti:

- data e ora dello svolgimento del percorso;
- coordinate del punto di inizio e di fine del percorso;

- specie osservata;
- indicazione se l'osservazione è diretta o indiretta tramite segni di presenza;
- dimensioni dell'eventuale segno di presenza;
- lunghezza del percorso, ampiezza della fascia laterale ed area totale indagata;
- caratteristiche ambientali dell'area interessata dal percorso;
- eventuali condizioni meteorologiche avverse (anche il tempo condiziona l'osservabilità delle specie).

8.2.2.3 Metodiche di monitoraggio

Monitoraggio tramite aree di osservazione (punti FA-A)

Le osservazioni areali sono state effettuate, laddove ritenuto più adatte, allo scopo di valutare sia le caratteristiche ambientali che la fauna realmente o potenzialmente presente, in modo da evidenziare la reale o possibile funzione di corridoi ecologici di zone precedentemente individuate da foto aeree. L'indagine consiste nell'osservazione di un'area per un tempo determinato, in funzione della superficie, allo scopo rilevare le specie faunistiche o i relativi segni di presenza.

Monitoraggio tramite percorsi lineari o transetti (punti FA-PE)

La tecnica dei percorsi lineari consiste nel percorrere degli itinerari lineari di lunghezza stabilita, ad una velocità costante e di annotare, su delle schede predisposte e allegate alla presente relazione, tutte le specie ornitiche viste o ascoltate e le specie della fauna mobile terrestre (anfibi, rettili e mammiferi) rilevate, direttamente o tramite i loro segni di presenza, entro una fascia di ampiezza determinata. La fascia laterale è, infatti, di ampiezza variabile in base all'ambiente nel quale si effettua il percorso campione: in ambienti aperti, come le zone agricole, la visibilità è tale da consentire l'osservazione delle specie ad una distanza superiore rispetto a zone con presenza di vegetazione arboreo – arbustiva.

I mammiferi costituiscono un gruppo molto difficile da censire, infatti molti hanno abitudini crepuscolari o notturne e quindi sono difficilmente visibili. Inoltre, alcune specie di mammiferi sono particolarmente elusivi, rendendone difficile l'osservazione diretta, quindi la tecnica dei percorsi casuali si basa essenzialmente sul rinvenimento di eventuali segni di presenza, quali resti di pasti, impronte, escrementi, ecc.

8.2.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Le attività saranno distinte tra le fasi:

- a) Ante Operam (AO);
- b) Corso d'Opera (CO);

Per quanto riguarda il monitoraggio nella fase Ante Operam (AO), relativo alla durata di un anno precedente ai lavori di realizzazione dell'infrastruttura, è stato effettuato mediante sopralluoghi con frequenza semestrale, per un totale di 2 misurazioni. Nella fase di Corso d'Opera (CO), sempre mediante sopralluoghi, si prevede una frequenza di monitoraggio semestrale e dunque un numero di misure pari a 6.

8.3 MONITORAGGIO DELLE COLLISIONI

8.3.1 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

Per individuare le stazioni di campionamento, le aree e i punti di rilevamento, sono stati considerati la tipologia di opera e l'impatto diretto o indiretto già individuato nello SIA, le caratteristiche del territorio, la presenza di eventuali aree sensibili e delle mitigazioni previste nel progetto. Il risultato dell'analisi ha condotto all'individuazione di un punto che necessita di monitoraggio, come indicato nella tabella seguente.

Punto di monitoraggio		
Cod.	localizzazione [progr. m]	Opera
FAU.CS.01	Asse Est-Ovest km 2+000	Rilevato basso
FAU.CS.02	Asse Est-Ovest km 2+980	Rilevato basso

Tabella 8-2 Punti di monitoraggio delle collisioni

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

8.3.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

8.3.2.1 Tipologia di monitoraggio

Il monitoraggio prevede la verifica diretta della presenza di specie faunistiche attraverso analisi e rilievi periodici.

Per la programmazione delle attività in ciascuna fase la strategia di monitoraggio considererà i seguenti fattori:

- specificità degli elementi da monitorare (taxa, gruppi funzionali, livelli trofici, corporazioni ecologiche, altri raggruppamenti);
- la scelta degli elementi faunistici dovrà tener conto della complessità degli habitat (mosaico ambientale) e delle comunità ecologiche (struttura delle reti trofiche e delle popolazioni);
- la fase del ciclo vitale della specie durante la quale effettuare il monitoraggio (relativamente alla fauna: alimentazione, stagione e strategia riproduttiva, estivazione/ibernamento, migrazione/dispersione e relativa distribuzione geografica, areali di alimentazione/riproduzione, home range, ecc.).

8.3.2.2 Parametri da monitorare

Per il monitoraggio delle collisioni si dovrà effettuare un rilievo diretto rilevando la località dell'avvistamento, la data e l'ora del rilevamento, l'indicazione della specie, la classe d'età, le condizioni (vivo, morto o ferito), la tipologia di strada e la presenza o meno di barriere.

8.3.2.3 Metodiche di monitoraggio

L'incidenza dei fenomeni di collisione aumenta notevolmente laddove sono rilevabili delle sovrapposizioni o dei punti di tangenza tra la rete infrastrutturale e quella ecologica. In tutti quei siti in cui i tracciati viari attraversano o costeggiano zone caratterizzate da elevata naturalità, assoluta o relativa rispetto alla matrice circostante, è infatti particolarmente accentuato il ruolo di cesura ecosistemica svolto dalla strada, nonché il disturbo arrecato alle popolazioni faunistiche i cui spostamenti lungo le direttrici naturali sono intralciati dalla presenza di ostacoli lineari antropogenici. Per poter prevenire e mitigare gli incidenti stradali che coinvolgono la fauna selvatica, è dunque necessario in primo luogo individuare le zone che sono maggiormente suscettibili al fenomeno in base alle caratteristiche brevemente illustrate. Per le strade già esistenti, come è il caso dell'Asse Est-Ovest, è possibile ricavare indicazioni sostanziali effettuando un monitoraggio standardizzato degli episodi di mortalità faunistica.

Una procedura di monitoraggio che sintetizza metodi e indicatori tra i più diffusi e omologati, riportati anche negli studi di *road ecology* che affrontano tale problematica, viene effettuata tramite il rilievo diretto percorrendo l'infrastruttura periodicamente con almeno due passaggi settimanali per ogni rilievo ad una velocità di circa 30 km orari prestando attenzione alla presenza di animali investiti all'interno del corpo stradale, comprese le cunette laterali se presenti. Poiché la maggior parte delle collisioni si verifica nelle ore notturne con picchi al crepuscolo e all'alba, i sopralluoghi devono essere effettuati di mattino presto per evitare che le carcasse vengano rimosse dalla carreggiata. Tutti questi dati dovranno poi essere riportati su una apposita scheda di rilievo.

8.3.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Per quanto riguarda il monitoraggio delle collisioni le attività saranno distinte tra le fasi:

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

Nell'Ante Operam si prevedono 2 rilievi nei sei mesi precedenti l'inizio delle attività di realizzazione dell'opera; nel Corso d'Opera si effettueranno 4 rilievi annui mentre nel Post Operam 4 rilievi annui.

8.4 MONITORAGGIO DEGLI ATTRAVERSAMENTI FAUNISTICI

8.4.1 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

I punti di monitoraggio rappresentati nella tabella seguente.

Punto di monitoraggio		
Cod.	localizzazione [progr. m]	Opera
FAU.ST.01	Asse Nord-Sud km 0+650	Tombino idr
FAU.ST.02	Asse Nord-Sud km 2+900	Tombino idr
FAU.ST.03	Asse Nord-Sud km 4+564	Tombino idr

Tabella 8-3 Punti di monitoraggio degli attraversamenti faunistici

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

di localizzazione punti di monitoraggio”.

8.4.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

8.4.2.1 Tipologia di monitoraggio

Si veda il Par. 8.3.2.1.

8.4.2.2 Parametri da monitorare

Per il monitoraggio dei Sottopassi faunistici, il rilievo verrà effettuato mediante posizionamento di apposita strumentazione fotografica, munita di sensore, in prossimità dell'accesso del sottopasso in modo da catturare il momento in cui la specie faunistica attraversa il sottopasso. A seguire dovranno essere raccolti i dati relativi alla specie e alle caratteristiche temporali e geografiche del rilievo.

8.4.2.3 Metodiche di monitoraggio

Per quanto riguarda il monitoraggio dei Sottopassi faunistici si prevede di monitorare la funzionalità degli attraversamenti faunistici tramite l'utilizzo delle trappole fotografiche poste in corrispondenza degli attraversamenti. Generalmente la trappola viene posta ad una distanza non inferiore ai 2 m dal punto previsto di passaggio e dovrà essere composta da sensore e macchina fotografica in diverse posizioni con il sensore posto più vicino.

8.4.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio degli attraversamenti faunistici si effettua nella sola fase di Post Operam mediante una campagna di indagini nell'anno successivo al termine dei lavori.

8.5 CONCLUSIONI

Il monitoraggio della fauna ha l'obiettivo di verificare i percorsi e le aree interessate dalla fauna della zona, le eventuali collisioni di animali che interessano la sede stradale e id i passaggi negli attraversamenti faunistici previsti dal progetto. Il monitoraggio prevede la verifica diretta della presenza di specie faunistiche attraverso analisi e rilievi periodici.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
FAUNA	FA-PE02, FA-PE03, FA-PE04, FA-PE06, FA-PE10, FA-PE11, FA-A01, FA-A05, FA-A07, FA-A08,	AO	Per l'anno antecedente i lavori con frequenza semestrale	data e ora dello svolgimento del percorso; coordinate del punto di inizio e di fine del percorso; specie osservata; indicazione se l'osservazione è diretta o indiretta tramite segni di presenza; dimensioni	Rilievo diretto	2

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
	FA-A09			dell'eventuale segno di presenza; lunghezza del percorso, ampiezza della fascia laterale ed area totale indagata; caratteristiche ambientali dell'area interessata dal percorso; eventuali condizioni meteorologiche avverse (anche il tempo condiziona l'osservabilità delle specie).		
		CO	Per la durata dei lavori con frequenza semestrale	data e ora dello svolgimento del percorso; coordinate del punto di inizio e di fine del percorso; specie osservata; indicazione se l'osservazione è diretta o indiretta tramite segni di presenza; dimensioni dell'eventuale segno di presenza; lunghezza del percorso, ampiezza della fascia laterale ed area totale indagata; caratteristiche ambientali dell'area interessata dal percorso; eventuali condizioni meteorologiche avverse (anche il tempo condiziona l'osservabilità delle specie).	Rilievo diretto	6
	FAU.CS.01 FAU.CS.02	AO	2 rilievi nei 6 mesi antecedenti l'inizio dei lavori	località dell'avvistamento, data e ora del rilevamento, indicazione della specie, classe d'età, condizioni (vivo, morto o ferito), tipologia di strada e presenza o meno di barriere	Rilievo diretto	2
		CO	4 rilievi all'anno per la durata del cantiere	località dell'avvistamento, data e ora del rilevamento, indicazione della specie, classe d'età, condizioni (vivo, morto o ferito), tipologia di strada e presenza o meno di barriere	Rilievo diretto	12

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
		PO	4 rilievi nell'anno successivo alla conclusione dei lavori	località dell'avvistamento, data e ora del rilevamento, indicazione della specie, classe d'età, condizioni (vivo, morto o ferito), tipologia di strada e presenza o meno di barriere	Rilievo diretto	4
	FAU.ST.01 FAU.ST.02 FAU.ST.03	PO	1 rilievo nell'anno successivo alla conclusione dei lavori	località dell'avvistamento, data e ora del rilevamento, indicazione della specie, classe d'età	Sensori fotografici	1

Tabella 8-4 Quadro sinottico PMA componente fauna

9 RUMORE

9.1 FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

9.1.1 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 del progetto definitivo quali interventi di mitigazione acustica (barriere acustiche, terrapieni, etc.);
- 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.

9.1.2 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";
- DPR 459/98 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'art. 11 della L.447/95 in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario".
- PCCA dei Comuni territorialmente competenti.

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

tipologia della misurazione.

Il DPR 142/2004 e i PCCA dei Comuni territorialmente competenti altresì 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.

Tipo di strada (secondo il codice della strada)	Ampiezza fascia di pertinenza (m)	Scuole, ospedali e case di riposo		Altri ricettori	
C1 – extraurbana principale (nuova realizzazione)	250 m (fascia unica)	50 dB(A)	40 dB(A)	65 dB(A)	55 dB(A)
Cb – extraurbana secondaria (*) (strada esistente)	100 m (fascia A) 50 m (fascia B)	50 dB(A)	40 dB(A)	70 dB(A) 65 dB(A)	60 dB(A) 55 dB(A)
E – urbana di quartiere (strada esistente)	30 m	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C al D.P.C.M., in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995			
Ferrovia con velocità di progetto inferiore a 200 km/h (**)	100 m (fascia A) 150 m (fascia B)	50 dB(A)	40 dB(A)	70 dB(A) 65 dB(A)	60 dB(A) 55 dB(A)

Note:

(*) SP3, SP23, SS12

(**) Linee ferroviarie Lucca-Aulla Lunigiana e Lucca-Pistoia-Firenze

Tabella 9-1 Valori limite stabiliti per l'asse principale di progetto e le infrastrutture viarie e ferroviarie esistenti concorsuali

9.2 MONITORAGGIO DEL RUMORE STRADALE

9.2.1 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, ovvero per tutti gli edifici per i quali si rendono necessari interventi di mitigazione sia di tipo diretto che indiretto. Nel caso delle postazioni ricadenti in corrispondenza dei ricettori interessati da interventi di tipo diretto, si prevedono due rilievi in

contemporanea in due postazioni differenti: una in ambiente esterno sul lato dell'edificio esposto all'infrastruttura stradale (a) e una in ambiente interno in corrispondenza degli ambienti abitativi più esposti al rumore indotto dal traffico veicolare (b).

Punto di monitoraggio

Cod.	localizzazione [progr. m]	Barriera	Ricettore ^(*)
RUM.S.01	Asse N-S pk 0+000 Rotatoria	Cod. B1	1517
RUM.S.02	Asse N-S pk 0+000 Rotatoria	Cod. B2	2519
RUM.S.03	Asse N-S pk 1+387	Cod. B3	1828
RUM.S.04	Asse N-S pk 1+680	Cod. B4	1827
RUM.S.05	Asse N-S pk 1+959	Cod. B5	1829
RUM.S.06	Asse N-S pk 2+367	Cod. B6	1783
RUM.S.07	Asse N-S pk 3+265	Cod. B7	2559
RUM.S.08	Asse N-S pk 3+920	Cod. B8	2441, 2440, 2439
RUM.S.09	Asse N-S pk 4+220	Cod. B9	2571, 2429, 2430, 2431
RUM.S.10	Asse N-S pk 5+460	Cod. B10	1990
RUM.S.11 (a, b) ^(**)	Rotatoria ovest Antraccoli – Ramo O	-	1144
RUM.S.12 (a, b) ^(**)	Rotatoria ovest Antraccoli – Ramo S	-	1988
RUM.S.13 (a, b) ^(**)	Asse E-O pk 0+770	-	748
RUM.S.14 (a, b) ^(**)	Asse E-O pk 0+860	-	2216
RUM.S.15 (a, b) ^(**)	Asse E-O pk 0+930	-	2214
RUM.S.16	Asse E-O pk 1+020	Cod. B11	2077
RUM.S.17 (a, b) ^(**)	Asse E-O pk 1+030	-	2447
RUM.S.18 (a, b) ^(**)	Asse E-O pk 1+050	-	2100
RUM.S.19 (a, b) ^(**)	Asse E-O pk 1+080	-	2611
RUM.S.20 (a, b) ^(**)	Asse E-O pk 1+200	-	2274
RUM.S.21 (a, b) ^(**)	Asse E-O pk 1+250	-	2276
RUM.S.22	Asse E-O pk 1+700	Cod. B12	1350, 1354
RUM.S.23 (a,b) ^(**)	Asse E-O pk 2+800	-	2260
RUM.S.24 (a,b) ^(**)	Asse E-O pk 2+850	-	2261
RUM.S.25 (a,b) ^(**)	Asse E-O pk 3+080	-	1250

Note:

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

^(**) misure in contemporanea nelle due postazioni a (misura in ambiente esterno) e b (misure in ambiente interno)

Tabella 9-2 Punti di monitoraggio del rumore stradale

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

9.2.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

9.2.2.1 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 della localizzazione degli interventi di mitigazione acustica sia di tipo diretto che indiretto.

In corrispondenza dei ricettori per i quali si prevede l'intervento di tipo diretto, la campagna fonometrica consiste in due rilievi in contemporanea: uno settimanale in ambiente esterno e uno di 24h con tecnica di campionamento in ambiente interno.

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.

9.2.2.2 [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);

9.2.2.3 [Metodiche di monitoraggio](#)

La metodica di monitoraggio consta di due attività di rilevamento;

Rilievo acustico in ambiente esterno

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

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

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

Il posizionamento del fonometro deve essere conforme a quanto previsto dal DM 16.03.1998, ovvero ad una distanza di 1 metro dalla facciata dell'edificio più esposto ai livelli di rumore più elevati e ad una quota rispetto al piano campagna di 4 metri. Qualora l'edificio sia caratterizzato da più livelli, compatibilmente

con le caratteristiche fisiche dell'edificio e la disponibilità di accesso, il microfono dovrà essere preferibilmente posizionato al piano superiore.

In accordo a quanto previsto dal DM 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.

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

Rilievo acustico in ambiente interno

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 fonometro deve essere posizionato all'interno dell'ambiente abitativo interno maggiormente esposto al rumore dell'infrastruttura stradale, al centro della stanza (almeno 1 m da superfici riflettenti) e ad una altezza di 1,5 m dal pavimento. La misura deve essere eseguita a finestre chiuse.

La misura deve essere eseguita contemporaneamente alla misura in ambiente esterno.

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.

La misura è di tipo in discontinuo riferita ad un giorno con tecnica di campionamento (MAOG). Tale tecnica prevede almeno 4 misure brevi di 15 minuti nel periodo diurno e 2 nel periodo notturno (per un totale di 6 misure).

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.

9.2.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Le attività saranno distinte tra le fasi:

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

Nell'ambito delle tre suddette fasi si procederà rispettivamente alla verifica del clima acustico allo stato attuale, ovvero prima della realizzazione dell'opera, alla fase di realizzazione dell'opera e alla fase di esercizio dell'opera stessa.

Per quanto riguarda le tematiche oggetto di monitoraggio per la componente “Rumore” , le attività oggetto di analisi e verifica ambientale si riferiscono:

- alla valutazione del rumore stradale, ovvero indotto dal traffico veicolare lungo l’infrastruttura principale e quelle concorsuali;
- alla valutazione del rumore ambientale, ovvero il rumore ambientale caratterizzante lo stato dei luoghi;
- alla valutazione del rumore di cantiere, ovvero indotto dalle diverse attività e macchine necessarie alla realizzazione dell’opera.

Il monitoraggio del rumore stradale si attiva successivamente all’entrata in esercizio dell’infrastruttura stradale e ha una durata di un anno. Nei 12 mesi successivi l’entrata in esercizio si prevede 1 misura fonometrica settimanale ogni trimestre per un totale di 4 rilevamenti.

9.3 MONITORAGGIO DEL RUMORE INDOTTO DAL CANTIERE

9.3.1 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 funzione della progressiva chilometrica dell’asse stradale di progetto.

Punto di monitoraggio		
Cod.	localizzazione [progr. m]	Ricettore^(*)
RUM.C.01	Asse N-S pk 0+410	1688
RUM.C.02	Asse N-S pk 0+430	195
RUM.C.03	Asse N-S pk 1+303	1735
RUM.C.04	Asse N-S pk 1+380	1828
RUM.C.05	Asse N-S pk 4+640	515
RUM.C.06	Asse N-S pk 4+550	555
RUM.C.07	Asse E-O pk 0+080	1981
<i>Nota (*): confronta studio acustico della componente “Rumore”</i>		

Tabella 9-3 Punti di monitoraggio del rumore di cantiere

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio è possibile fare riferimento all’elaborato grafico “*Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio*”.

9.3.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

9.3.2.1 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 poste all'interno dei cantieri fissi e dai relativi mezzi di cantiere.

9.3.2.2 [Parametri da monitorare](#)

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

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

9.3.2.3 [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.

9.3.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Le attività saranno distinte tra le fasi:

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

Nell'ambito delle tre suddette fasi si procederà rispettivamente alla verifica del clima acustico allo stato attuale, ovvero prima della realizzazione dell'opera, alla fase di realizzazione dell'opera e alla fase di esercizio dell'opera stessa.

Per quanto riguarda le tematiche oggetto di monitoraggio per la componente "Rumore", le attività oggetto di analisi e verifica ambientale si riferiscono:

- alla valutazione del rumore stradale, ovvero indotto dal traffico veicolare lungo l'infrastruttura principale e quelle concorsuali;
- alla valutazione del rumore ambientale, ovvero il rumore ambientale caratterizzante lo stato dei luoghi;
- alla valutazione del rumore di cantiere, ovvero indotto dalle diverse attività e macchine necessarie alla realizzazione dell'opera.

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.

9.4 CONCLUSIONI

Per quanto riguarda le attività di monitoraggio di rumore queste sono finalizzate alla verifica del rumore del rumore stradale, e quindi alla verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione acustica, 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 RUM.S.03 RUM.S.04 RUM.S.05 RUM.S.06 RUM.S.07 RUM.S.08 RUM.S.09 RUM.S.10 RUM.S.11a RUM.S.12a RUM.S.13a RUM.S.14a RUM.S.15a RUM.S.16 RUM.S.17a RUM.S.18a RUM.S.19a RUM.S.20a RUM.S.21a RUM.S.22 RUM.S.23a RUM.S.24a RUM.S.25a	PO	1 misura settimanale in ambiente esterno ogni trimestre per l'anno successivo all'entrata in esercizio per un totale di 4 rilevamenti per punto	Time history Leq(A) orari Leq(A) periodo diurno e notturno Livelli percentili Parametri meteo	Misure fonometriche Rilievi parametri meteo mediante stazione	4
Verifica del rumore stradale in ambiente interno	RUM.S.11b RUM.S.12b RUM.S.13b RUM.S.14b RUM.S.15b RUM.S.17b RUM.S.18b RUM.S.19b RUM.S.20b RUM.S.21b RUM.S.23b RUM.S.24b RUM.S.25b	PO	1 misura con tecnica di campionamento in ambiente interno, da eseguirsi in contemporanea con il rilievo esterno, ogni trimestre per l'anno successivo all'entrata in esercizio per un totale di 4 rilevamenti per punto	Time history Leq(A), Lmax, Lmin e livelli acustici percentili	Misure fonometriche	4
Verifica del rumore indotto dal cantiere	RUM.C.01, RUM.C.02, RUM.C.03, RUM.C.04, RUM.C.05,	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	Misure fonometriche Rilievi parametri meteo	1

	RUM.C.06, RUM.C.07	CO	1 misura di 24 h ogni trimestre durante la costruzione	diurno e notturno Analisi spettrale in terzi di ottava Parametri meteo	mediante stazione	1
--	-----------------------	----	--	--	-------------------	---

Tabella 9-4 Quadro sinottico PMA componente rumore

10 VIBRAZIONI

10.1 FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

10.1.1 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 diverse opere costituenti l'asse stradale 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 delle opere strutturali e dei viadotti in quanto richiedono lavorazioni per la realizzazione delle opere di fondazione superficiali e profonde, certamente caratterizzate da maggiori emissioni vibrazionali.

10.1.2 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;
- Normativa nazionale di riferimento, in accordo alle normative internazionali ISO
- IEC 184, IEC 222 e IEC 225
- UNI 9614 e UNI 9916.

Di seguito i valori di riferimento individuati dalla normativa tecnica di riferimento (UNI 9614 e UNI 9916).

Class e	Destinazione d'uso del terri- torio	Livello L_{eff} [dB] (*)			Accelerazione A_{eff} [mm/s ²]			Velocità V_{eff} [μm/s] (*)		
		L (z)	T (y-z)	V (x-y-z)	L (z)	T (y-z)	V (x-y-z)	L (z)	T (y-z)	V (x-y-z)
I	Aree critiche ⁽¹⁾	74	71	71	5,0	3,6	3,6	100	280	100
II	Abitazioni (notte)	77	74	74	7,0	5,0	5,0	140	400	140
III	Abitazioni (giorno)	80	77	77	10,0	7,2	7,2	200	560	200
IV	Uffici	86	83	83	20,0	14,4	14,4	400	1100	400
V	Fabbriche	92	89	89	40,0	28,8	28,8	800	2200	800

Note:

L	componente longitudinale (riferita alla spina dorsale dell'uomo)	(Asse z);
T	componente trasversale (riferita alla spina dorsale dell'uomo)	(Assi x-y);
V	nel caso di postura variabile o non nota	(Assi x-y-z);
	(*) 0 dB = 1 $\mu\text{m/s}^2$ (10^{-6} m/s^2)	

(1) Per aree critiche si intendono edifici particolarmente sensibili alle vibrazioni, quali ad es. laboratori metrologici, fabbricati industriali contenenti apparecchiature sensibili alle vibrazioni (microscopi elettronici...)

Tabella 10-1 Valori di riferimento individuati dalla normativa tecnica UNI 9614

Cat	Tipi di strutture	Velocità di vibrazione in mm/s			
		Misura alla fondazione			Misura al pavimento dell'ultimo piano Frequenze diverse
		<10 Hz	10÷5 0 Hz	50÷1 00 Hz	
1	Edifici commerciali, edifici industriali e simili	20	20÷40	40÷50	40
2	Edifici residenziali e simili	5	5÷15	15÷20	15
3	Strutture particolarmente sensibili alle vibrazioni non rientranti nelle categorie precedenti e di grande valore intrinseco	3	3÷8	8÷10	8

Note:

(*) per frequenze oltre 100 Hz possono essere usati i valori di riferimento per 100 Hz

Tabella 10-2 Valori di riferimento individuati dalla normativa tecnica UNI 9916

10.2 MONITORAGGIO DELLE VIBRAZIONI

10.2.1 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 fissi e mobili. Nello specifico sono stati considerati quali cantieri più critici quelli riferiti alla realizzazione delle opere strutturali e dei viadotti in quanto richiedono lavorazioni per la realizzazione delle opere di fondazione superficiali e profonde, ovvero caratterizzate da maggiori emissioni vibrazionali.

Ne consegue pertanto come l'individuazione dei punti derivi da un'analisi territoriale rispetto all'asse infrastruttura di progetto, con particolare riferimento alla localizzazione dei viadotti e delle opere civili. Per ciascun punto individuato si riporta il ricettore all'interno del quale si prevedono le attività di monitoraggio. Questi sono stati individuati considerando tutti i ricettori residenziali posti ad una distanza di circa 50 m rispetto alle aree di lavoro.

Punto di monitoraggio

Cod.	localizzazione [progr. M]	Ricettore ^(*)
VIB.C.01	Asse N-S pk 0+260	8
VIB.C.02	Asse N-S pk 0+270	1477
VIB.C.03	Asse N-S pk 0+280	8
VIB.C.04	Asse N-S pk 0+860	2672
VIB.C.05	Asse N-S pk 0+950	210
VIB.C.06	Asse N-S pk 0+950	2674
VIB.C.07	Asse N-S pk 1+050	1510
VIB.C.08	Asse N-S pk 1+100	1513
VIB.C.09	Asse N-S pk 1+1300	1735
VIB.C.10	Asse N-S pk 1+387	1828
VIB.C.11	Asse N-S pk 3+100	2561
VIB.C.12	Asse N-S pk 3+200	293
VIB.C.13	Asse N-S pk 3+214	312
VIB.C.14	Asse E-O tratto 2 0+360	1457
VIB.C.15	Asse E-O 4+140	1417

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

Tabella 10-3 Punti di monitoraggio del rumore ambientale

10.2.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

10.2.2.1 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. Ai fini della valutazione dell'opera sull'ambiente, e quindi del monitoraggio ambientale, tale scelta appare cautelativa in quanto la norma UNI 9614 individua dei valori di riferimento per il confort delle persone, che se rispettati, implica una condizione di consistenza anche con quelli individuati dalla norma UNI 9916 per la valutazione del danno. Seppur la comparazione non sia direttamente valutabile in quanto le due norme definiscono differenti tipologie di valutazione e curve di ponderazione, dall'analisi lineare in frequenza si riscontra che i fenomeni che non comportano situazioni di non confort secondo la UNI 9614, se analizzati secondo quanto richiesto dalla UNI 9916 i limiti sono ampiamente rispettati. Ciò nonostante

10.2.2.2 Parametri da monitorare

I parametri da rilevare per ciascuna misura sono:

- Accelerazione complessiva (a_w) in mm/s² lungo i tre assi di propagazione (x,y e z);
- Livello di accelerazione complessiva (L_w) in dB lungo i tre assi di propagazione (x,y e z);
- Velocità massima (V_{max}) in mm/s lungo i tre assi di propagazione (x,y e z);
- Time history e spettri in 1/3 di ottava lungo i tre assi di propagazione.

10.2.2.3 Metodiche di monitoraggio

La metodica di monitoraggio consta di un'unica attività di rilevamento. Stante la limitata attività delle attività di cantiere nell'intero periodo diurno individuato dalla normativa, si prevedono misure ciascuna di durata pari a 2 ore da ripetersi due volte nelle 24 ore.

Rilievo vibrazione in continuo

I rilievi dovranno essere effettuati con strumentazione rispondente alle Norme IEC 184, IEC 222 e IEC 225, 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, UNI 9614 ed UNI 9916.

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 piani del ricettore, presenza di eventuali lesioni nell'edificio, documentazione fotografica) e del territorio circostante (destinazione d'uso e tipologia dell'edificato). Nel corso della misura, in contemporanea lungo i 3 assi di propagazione x, y, z, dovranno essere rilevati l'accelerazione complessiva (a_w) espressa in mm/s^2 , il livello di accelerazione complessiva (L_w) espresso in dB e la velocità massima (V_{max}) espressa in mm/s ; inoltre, dovranno essere riportate la time-history del livello dell'accelerazione complessiva, i grafici e gli spettri ad 1/3 di ottava.

Le misure, che dovranno essere eseguite contestualmente al piano terra ed all'ultimo piano dell'edificio (nel caso di edifici particolarmente alti, è possibile prevedere anche una misura in corrispondenza di un piano intermedio), saranno svolte in corrispondenza della mezzera del solaio della stanza individuata; per quanto riguarda le modalità di fissaggio dei trasduttori al solaio, dovranno essere rispettate le indicazioni riportate nella Norma UNI ISO 5348., caratteristiche dei terreni, sorgente di vibrazioni principale ed eventuale presenza di altre sorgenti inquinanti, stradali e/o ferroviarie e/o puntuali).

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 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

10.2.3 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 prevedono due misure di 2 ore durante il periodo di attività del cantiere nelle 24 ore, con una frequenza trimestrale e comunque in corrispondenza delle attività di cantiere più critiche.

10.3 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 di opere di fondazione dirette ed indirette, sui ricettori residenziali più prossimi alle relative aree di lavoro.

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 VIB.C.05 VIB.C.06 VIB.C.07 VIB.C.08 VIB.C.09 VIB.C.10 VIB.C.11 VIB.C.12 VIB.C.13 VIB.C.14 VIB.C.15	CO	2 misure di 2 ore nel periodo di attività del cantiere in ambiente interno ogni trimestre durante la fase di Corso d'Opera	Accelerazione complessiva (x, y e z); Livello di accelerazione in dB (x, y e z) Vmax (x, y e z) Time history e spettri in 1/3 di ottava (x, y e z)	Misure fonometriche Rilievi parametri meteo mediante stazione	26

Tabella 10-4 Quadro sinottico PMA componente vibrazioni



Sistema tangenziale di Lucca
Viabilità Est di Lucca comprendente i collegamenti tra Ponte a Moriano ed i caselli dell'autostrada A11 del Frizzone e di Lucca Est
1° stralcio funzionale
Progetto Definitivo
Piano di Monitoraggio
T00M000MOARE01A
Relazione Piano di Monitoraggio Ambientale

11 PAESAGGIO

11.1 FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

11.1.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

Il Paesaggio è un sistema dinamico ed in continua evoluzione che racchiude in sé non solo gli aspetti estetico-percettivi ma anche quelli storico-culturali. A tal proposito, dunque, il monitoraggio della componente Paesaggio non si limita alla determinazione di parametri sintetici propriamente detti ma piuttosto mira alla determinazione degli aspetti caratterizzanti il contesto d'inserimento dell'opera. Come ogni componente del quadro di riferimento 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, sia nella fase di realizzazione che 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 dei seguenti impatti potenziali:

- alterazione della percezione visiva da/verso il ricettore (Tipo A);
- rischio di danneggiamento del bene storico-culturale, panoramico o naturalistico (Tipo B).

11.1.2 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).

11.2 MONITORAGGIO DELLA PERCEZIONE VISIVA DAVERSO IL RICETTORE (TIPO A)

11.2.1 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 degli impatti di Tipo A vengono individuati 4 punti di monitoraggio, localizzati in funzione della caratterizzazione del contesto paesaggistico:

- all'inizio dell'asse nord-sud, dopo la rotatoria di attacco sulla SS12, è presente un'area con ambito produttivo caratterizzata da visuali chiuse. La stazione è localizzata ad ovest del tracciato;
- nell'area dei laghetti (asse nord-sud) è presente un'area rappresentativa dell'ambito agricolo della Piana con visuale aperta. La stazione è localizzata ad ovest del tracciato;
- nell'area in corrispondenza del viadotto sul Canale Ozzoretto (asse O-E), è presente un'area agricola caratterizzata dal corso d'acqua Ozzoretto e dai canali di irrigazione, con visuale semi-aperta. La stazione è localizzata a sud del viadotto dell'asse O-E del tracciato, dopo le rotatorie della località di Antraccoli.
- alla fine dell'asse in adeguamento (asse E-O) in corrispondenza del viadotto, è presente un'area con ambito prevalentemente agricolo misto ad aree a vegetazione boschiva in evoluzione con visuale aperta sul viadotto. La stazione è localizzata a sud del viadotto dell'asse E-O.

Cod.	Localizzazione [x,y]	Asse
PAES.01.A	[623561,4859236]	N-S
PAES.02.A	[624328,4857692]	N-S
PAES.03.A	[624718,4854955]	O-E
PAES.04.A	[628550,4854308]	E-O

Tabella 11-1: Punti di monitoraggio della percezione visiva da e verso il ricettore

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

11.2.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

11.2.2.1 Tipologia di monitoraggio

Tutte le informazioni raccolte, opportunamente confrontate con quelle raccolte durante il monitoraggio degli altri ambiti, permetteranno di comporre un esaustivo quadro di riferimento sulla evoluzione dei caratteri del paesaggio nelle fasi costruttive e successivamente all'entrata in esercizio dell'opera.

Di seguito si riportano le descrizioni relative a tipologia e caratteristiche delle indagini.

Date le caratteristiche morfologiche dell'area, l'impatto percettivo potrà essere per le tre fasi di MA valutato secondo due direttrici principali:

- osservazione dalla piana;
- osservazione dalle zone collinari (se sono verificate idonee le distanze dei punti di vista).

L'osservazione dalla piana corrisponde ad una percezione ravvicinata o da media distanza (da 0 a 1 km circa), in posizione radente. In tale ambito i fenomeni percettivi sono condizionati prevalentemente dall'andamento morfologico della piana (pendenze – rilievi, ecc.) e dalla presenza di oggetti posti lungo la direttrice di osservazione.

L'attività 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 (opere d'arte, rilevati, trincee, ecc);
- 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.).

11.2.2.2 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.

11.2.2.3 Metodiche di monitoraggio

Le riprese fotografiche saranno eseguite secondo la seguente metodologia:

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

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

In fase di post-processing le immagini vanno unite in un'unica immagine mediante software specialistico. I parametri e le opzioni del software utilizzate in fase di unione delle immagini devono essere registrate in apposito file di testo da allegare alla ripresa fotografica unita, insieme alle riprese originali.

11.2.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Le attività saranno distinte tra le fasi:

- a) Ante Operam (AO);
- b) Corso d'Opera (CO);
- c) 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, indivi-

quando gli indicatori visivi in grado di consentire il raffronto tra le tre 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 Corso d'Opera (CO), il principale scopo sarà quello di accertare le eventuali condizioni di criticità indotte dalle lavorazioni sulla componente indagata. Il controllo verrà effettuato almeno una volta all'anno durante la fase di Corso d'Opera (CO).

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).

11.3 MONITORAGGIO DEL BENE STORICO-CULTURALE (TIPO B)

11.3.1 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

La localizzazione dei punti di monitoraggio dei beni storici-architettonici è funzione dell'interesse storico-culturale associato a ciascuno di questi e della vicinanza all'area d'interesse. Dunque, per la determinazione degli impatti di tipo B si è verificata la presenza di beni storico-architettonici di rilievo in prossimità dell'asse di progetto. A valle di ciò si sono ottenuti quattro punti, il primo dei quali relativo alla Corte Quilici, che rappresenta il manufatto più piccolo è più vicino all'intervento situato sul ramo N-S di progetto, denominato PAES.01.B e i restanti tre punti, relativi a dei Campanili cui importanza storico-architettonica li rende meritevoli di monitoraggio, sono rispettivamente PAES.02.B e PAES.03.B sul ramo N-S e PAES.04.B sul ramo O-E.

I punti relativi ai monitoraggi sugli impatti di tipo B sono di seguito riportati:

Cod.	Localizzazione [x,y]	Asse
PAES.01.B	[623343,4859928]	N-S
PAES.02.B	[623321,4859225]	N-S
PAES.03.B	[623677,4858605]	N-S
PAES.04.B	[624953, 4855416]	O-E

Tabella 11-2: Punti di monitoraggio dei beni storici-architettonici

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

11.3.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

11.3.2.1 Tipologia di monitoraggio

Tutte le informazioni raccolte, opportunamente confrontate con quelle raccolte durante il monitoraggio degli altri ambiti, permetteranno di comporre un esaustivo quadro di riferimento sulla evoluzione dei caratteri del paesaggio nelle fasi costruttive e successivamente all'entrata in esercizio dell'opera.

Di seguito si riportano le descrizioni relative a tipologia e caratteristiche delle indagini.

Il monitoraggio per le tre fasi temporali consisterà principalmente nell'effettuazione di una ricognizione fotografica dello stato di ciascun manufatto di interesse individuato nello SIA.

In fase AO verranno elaborate le "Schede delle valenze artistiche, architettoniche e storiche".

Inoltre, verrà redatta una relazione descrittiva che illustri, per ogni punto di indagine, i risultati della verifica e le eventuali criticità riscontrate in CO e in PO.

11.3.2.2 [Parametri da monitorare](#)

Sulla base della tipologia di monitoraggio appena definita, i beni da sottoporre a indagine fotografica nel monitoraggio sono i beni storico-culturali, insediativi archeologici e architettonici.

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 imprevedute, richiedenti la definizione di strategie di contenimento.

11.3.2.3 [Metodiche di monitoraggio](#)

Per le metodiche di monitoraggio si rimanda a quanto visto nel Par.11.2.2.3.

11.3.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Così come per la componente paesaggistica di natura visiva ed estetico percettiva, anche per il monitoraggio della componente storico-culturale le attività saranno distinte tra le fasi:

- a) Ante Operam (AO);
- b) Corso d'Opera (CO);
- c) 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 tre 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 Corso d'Opera (CO), il principale scopo sarà quello di accertare le eventuali condizioni di criticità indotte dalle lavorazioni sulla componente indagata. Il controllo verrà effettuato almeno una volta all'anno durante la fase di Corso d'Opera (CO).

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).

11.4 CONCLUSIONI

Il monitoraggio sarà effettuato almeno tre volte, una volta nella fase Ante Operam (AO), almeno una volta nella fase di Corso d'Operam (CO) 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 e storico-culturali.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
Percezione visiva da/verso il ricettore	PAES.01.A, PAES.02A, PAES.03.A, PAES.04.A.	AO	Un rilevamento nell'anno antecedente all'inizio lavori	aree a elevata sensibilità paesaggistica e caratteri percettivi	Rilievi fotografici	1
		CO	Almeno una volta all'anno per la durata dei lavori			3
		PO	Un rilevamento nell'anno antecedente all'inizio lavori			1
Beni d'interesse storico-architettonico.	PAES.01.B, PAES.02.B, PAES.03.B, PAES.04.B.	AO	Un rilevamento nell'anno antecedente all'inizio lavori	beni storico-culturali, insediativi archeologici e architettonici	Rilievi fotografici	1
		CO	Almeno una volta all'anno per la durata dei lavori			3
		PO	Un rilevamento nell'anno antecedente all'inizio lavori			1

Tabella 11-3: Quadro sinottico PMA componente paesaggio

12 AMBIENTE SOCIALE

12.1 FINALITÀ ED ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

12.1.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio della componente Ambiente sociale si propone di tenere in debita considerazione il sistema sociale che ospita l'infrastruttura in progetto, oltre che quelli fisico ed ecosistemico.

Un'opera coinvolge infatti non solo risorse fisiche, ma anche sociali, economiche e territoriali e si innesta su un tessuto socioculturale di cui può modificare il destino. Inoltre, gli impatti sociali dovuti alla realizzazione dell'opera possono essere diversi in funzione delle caratteristiche socio-culturali degli interessati, fino a determinare una distribuzione non equa dei vantaggi e svantaggi indotti.

Per tali ragioni si ritiene opportuno rilevare, analizzare e spiegare i cambiamenti che si producono nelle principali variabili socioeconomiche e socioculturali che caratterizzano il quadro di vita delle comunità coinvolte dal progetto.

12.1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

- "Guidelines and Principles for Social Impact Assessment" del 1995, dell'Interorganizational Committee on Social Impact Assessment (USA).

12.2 MONITORAGGIO DELL'IMPATTO SOCIALE

12.2.1 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

L'area di monitoraggio coincide con l'area interessata dall'infrastruttura in progetto.

12.2.2 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

12.2.2.1 Tipologia di monitoraggio

Il monitoraggio avverrà attraverso la misurazione degli impatti mediante il confronto nel tempo di indicatori relativi ai diversi aspetti potenzialmente inficiati dalla realizzazione dell'opera, quali:

- relazione di sistemi sociali locali con l'ambiente fisico;
- ricostruzione del retroterra storico delle aree potenzialmente coinvolte;
- risorse politiche e sociali;
- cultura, atteggiamenti e condizioni socio-psicologiche;
- caratteristiche della popolazione.

12.2.2.2 Parametri da monitorare

I parametri monitorati saranno i seguenti:

- popolazione: variazioni nella struttura e nella dinamica (composizione per sesso, età, movimento naturale e movimento migratorio), cambiamenti relativi agli aspetti sociali della struttura demografica (livelli di istruzione, mobilità giornaliera);
- attività economiche: variazioni nel reddito locale, variazioni settoriali - agricoltura, industria, servizi (numero aziende, caratteristiche qualitative e dimensionali, indici di specializzazione, di concentrazione settoriale, fatturato, addetti, etc.), variazioni nel settore turistico (numero e capienza delle strutture ricettive, presenze, etc.);
- mercato del lavoro: variazioni nel livello e nella struttura occupazionale, influenze dirette e indirette del progetto (popolazione attiva, occupati, disoccupati, ripartizioni per settore di attività, etc.);
- servizi e infrastrutture: variazioni nel sistema scolastico, in quello sanitario, negli assetti abitativi e urbanistici, nelle strutture ricreative e ricettive, nelle infrastrutture di trasporto e di comunicazione;
- aspetti socio-culturali: famiglie e reddito (tipologie famigliari, redditi individuali e famigliari, composizione dei consumi); indicatori di stile e condizioni di vita (diffusione di mezzi di trasporto privato, diffusione di particolari elettrodomestici, diffusione di libri, riviste e giornali, condizioni abitative, indici di salute fisica quali ricorso a cure mediche, etc.).

12.2.2.3 [Metodiche di monitoraggio](#)

Il monitoraggio avverrà attraverso la raccolta dei dati relativi ai parametri sopra indicati e la loro analisi.

12.2.3 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Le attività saranno distinte tra le fasi:

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

Nell' Ante Operam (AO), le indagini avranno la funzione di rilevare le condizioni sociali indisturbate.

Nel Corso d'Opera (CO), invece, le indagini avranno il compito di misurare il disturbo indotto sul sistema sociale durante l'intera durata dei lavori. Questa fase, infatti, ha una durata ed un impatto sulla popolazione significativo, dunque i "segnali" di attenzione e di allarme che provengono dalla popolazione residente vanno monitorati e, qualora si ravvisino criticità, devono essere attivate delle misure di comunicazione alla popolazione e potenziate le misure operative di mitigazione degli impatti di cantiere (da studiare caso per caso sulla base delle singole criticità riscontrate).

Infine, nel Post Operam (PO), le indagini saranno finalizzate ad accertare l'evoluzione delle condizioni sociali, con la finalità di verificare se ed in che termini la realizzazione del progetto in esame ne ha condizionato le modifiche.

Il monitoraggio sarà effettuato una volta in fase di Ante Operam (AO), nell'anno precedente all'inizio dei lavori, una volta in fase di Corso d'Opera (CO) ed una volta in fase Post Operam nell'anno successivo

all'entrata in esercizio dell'opera.

12.3 CONCLUSIONI

Il monitoraggio sarà effettuato tre volte: una volta in fase di Ante Operam (AO), una volta in Corso d'Opera (CO) ed una volta in fase Post Operam, con lo scopo di rilevare, analizzare e spiegare i cambiamenti che si producono in corso d'opera nelle principali variabili socioeconomiche e socioculturali che caratterizzano il quadro di vita delle comunità coinvolte nel progetto.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
Verifica delle condizioni dell'ambiente sociale	L'area di monitoraggio coincide con l'area interessata dall'infrastruttura in progetto.	AO	1 rilevamento nell'anno antecedente all'inizio lavori	Popolazione, attività economiche, mercato del lavoro, servizi e infrastrutture, aspetti socio-culturali, nelle modalità specificate al precedente paragrafo 12.2.2.2	Il monitoraggio avverrà attraverso la raccolta dei dati e la loro analisi.	1
Verifica delle condizioni dell'ambiente sociale	L'area di monitoraggio coincide con l'area interessata dall'infrastruttura in progetto.	CO	Un rilevamento per l'intera durata dei lavori	Popolazione, attività economiche, mercato del lavoro, servizi e infrastrutture, aspetti socio-culturali, nelle modalità specificate al precedente paragrafo 12.2.2.2	Il monitoraggio avverrà attraverso la raccolta dei dati e la loro analisi.	1
Verifica delle condizioni dell'ambiente sociale	L'area di monitoraggio coincide con l'area interessata dall'infrastruttura in progetto.	PO	1 rilevamento nell'anno successivo all'entrata in esercizio	Popolazione, attività economiche, mercato del lavoro, servizi e infrastrutture, aspetti socio-culturali, nelle modalità specificate al precedente paragrafo 12.2.2.2	Il monitoraggio avverrà attraverso la raccolta dei dati e la loro analisi.	1

Tabella 12-1 Quadro sinottico PMA componente ambiente sociale

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 è 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 è in pratica una collezione di dati già validati, verificati ed elaborati, suddivisi per temi ambientali ed indicatori sintetici di stato d'ambiente; nel diagramma sottostante viene mostrata la

struttura che definisce il flusso dei dati alfanumerici.

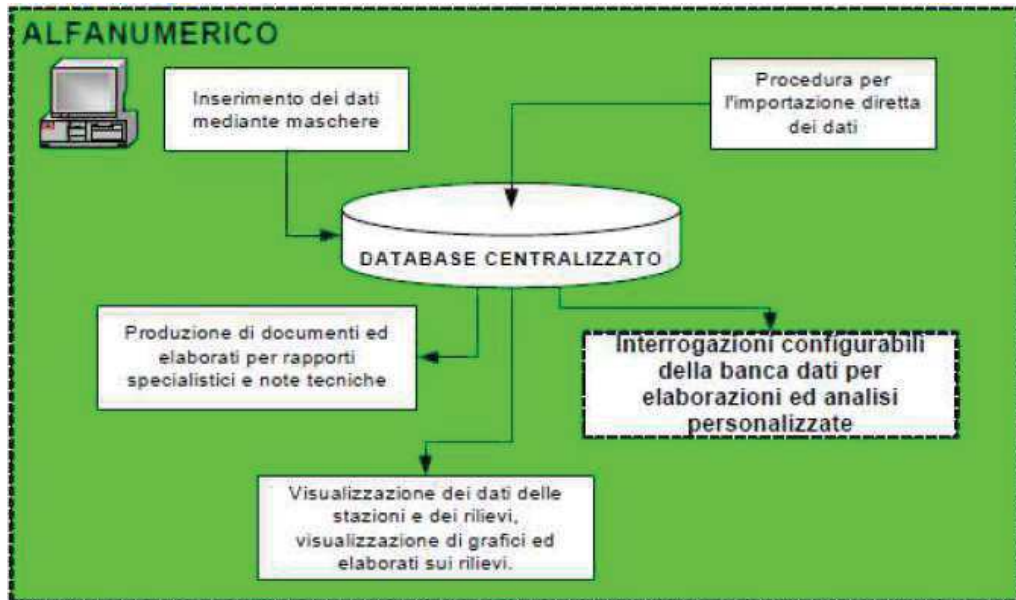


Figura 13-1 SIM - Interfaccia alfanumerica

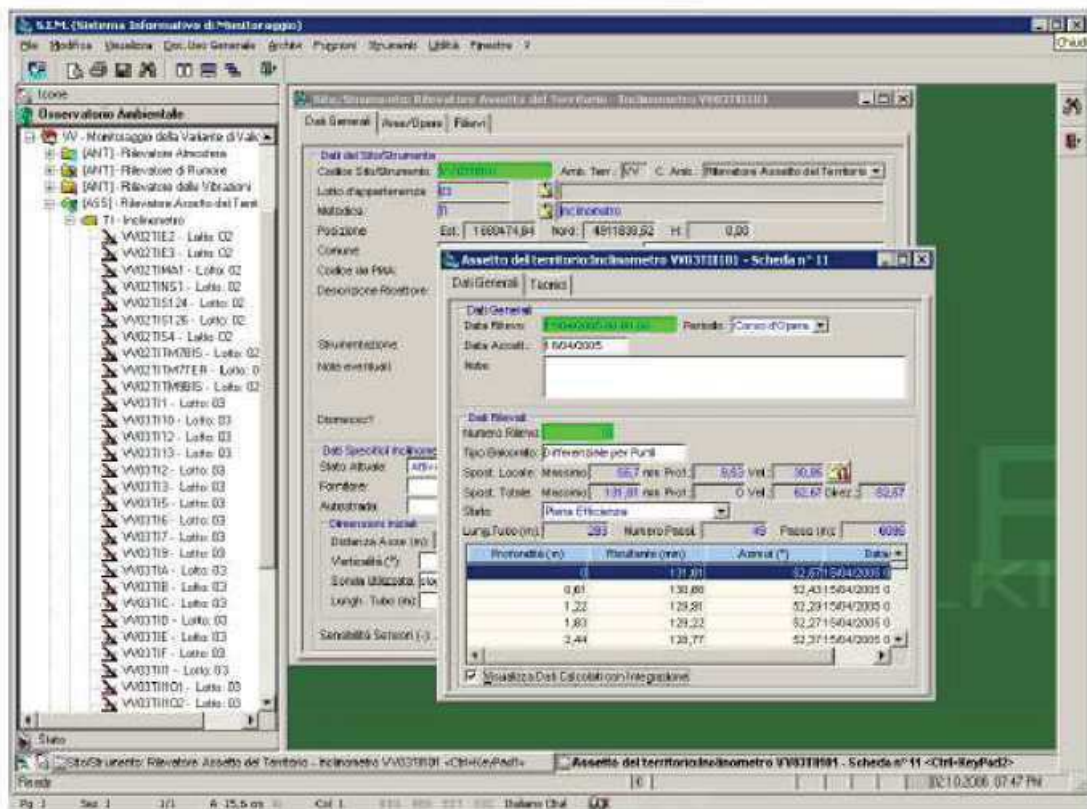


Figura 13-2 SIM interfaccia alfanumerica

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.

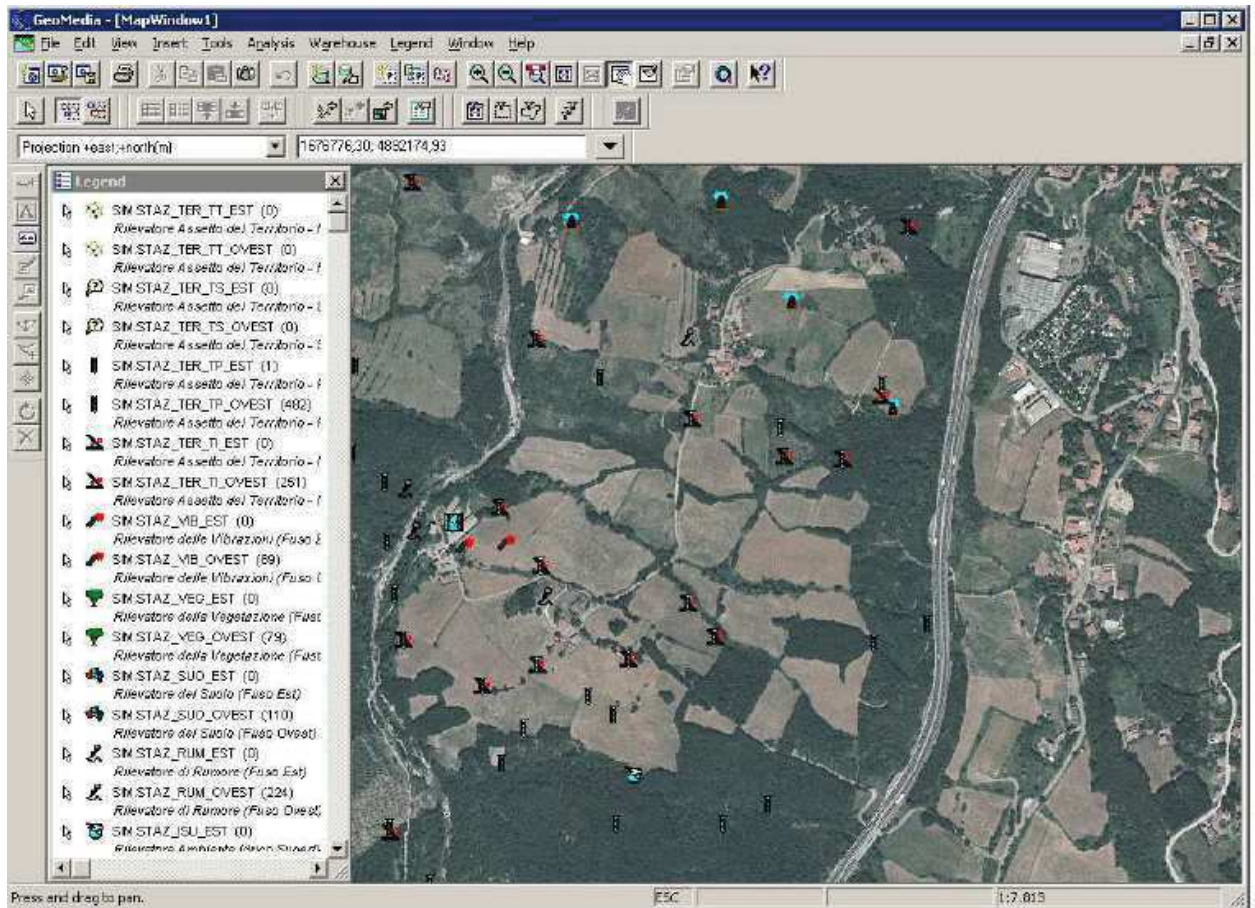


Figura 13-3 SIM – Interfaccia geografica

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 norme / 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".