

# autostrade // per l'italia

## AUTOSTRADA (A13) : BOLOGNA-PADOVA

### TRATTO: BOLOGNA - FERRARA

### AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA TRATTO: BOLOGNA ARCOVEGGIO - FERRARA SUD

## PROGETTO DEFINITIVO

# DOCUMENTAZIONE GENERALE

## MONITORAGGIO AMBIENTALE

## RELAZIONE

### IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA

Ing. Ferruccio Bucalo  
Ord. Ingg. Genova N. 4940

RESPONSABILE UFFICIO MAM

### IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Federica Ferrari  
Ord. Ingg. Milano N. 21082

### IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Orlando Mazza  
Ord. Ingg. Pavia N. 1496

PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI

### CODICE IDENTIFICATIVO

RIFERIMENTO PROGETTO										RIFERIMENTO DIRETTORIO										RIFERIMENTO ELABORATO				Ordinatore:												
Codice Commessa			Lotto, Sub-Prog, Cod. Appalto		Fase	Capitolo	Paragrafo	tipologia	WBS progressivo	PARTE D'OPERA			Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	---																			
1	1	1	3	0	6	0	0	0	1	P	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	A	M	0	0	1	0	---	SCALA:
																												-								



### PROJECT MANAGER:

Ing. Federica Ferrari  
Ord. Ingg. Milano N. 21082

### REDATTO:

-

### SUPPORTO SPECIALISTICO:

### VERIFICATO:

-

### REVISIONE

n.	data
0	LUGLIO 2017
1	-
2	-
3	-
4	-

### VISTO DEL COMMITTENTE

**autostrade // per l'italia**

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Antonio Tosi

### VISTO DEL CONCEDENTE



**Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**  
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE  
STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>4</b>
2.1. DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO.....	4
2.2. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO STRADALE .....	4
<b>3. DEFINIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>6</b>
3.1. ASPETTI GENERALI E REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO.....	6
3.2. COMPONENTI AMBIENTALI .....	7
3.2.1. COMPONENTE ATMOSFERA .....	7
3.2.2. COMPONENTE RUMORE.....	9
3.2.3. COMPONENTE VIBRAZIONI .....	10
3.2.4. COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI.....	11
3.2.5. COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE.....	13
3.2.6. COMPONENTE FAUNA .....	16
3.2.7. COMPONENTE VEGETAZIONE .....	16
3.3. METODICHE DI RILEVAMENTO .....	17
3.3.1. ATMOSFERA.....	17
3.3.2. RUMORE.....	25
3.3.3. VIBRAZIONI.....	31
3.3.4. COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI.....	37
3.3.5. COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE.....	42
3.3.6. COMPONENTE FAUNA .....	44
3.3.7. COMPONENTE VEGETAZIONE .....	46
<b>4. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>49</b>
4.1. COMPONENTE ANTROPICA.....	49
4.1.1. ATMOSFERA.....	49
4.1.2. RUMORE.....	52
4.1.3. VIBRAZIONI.....	55
4.2. COMPONENTE IDRICA .....	59
4.2.1. ACQUE SUPERFICIALI ED ECOSISTEMI FLUVIALI .....	59
4.2.2. ACQUE SOTTERRANEE.....	64
4.3. SETTORE NATURALE.....	67

4.3.1. FAUNA	67
4.3.1. VEGETAZIONE .....	69
<b>5. ASPETTI ORGANIZZATIVI.....</b>	<b>70</b>
5.1. STRUTTURA OPERATIVA .....	70
5.2. DEFINIZIONI SOGLIE MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	71
5.3. PROCEDURE DI PREVENZIONE DELLE CRITICITÀ .....	72
<b>6. SISTEMA INFORMATIVO .....</b>	<b>74</b>

## TAVOLE

- **Tav.1:** Corografia generale scala 1:25.000
- **Tav.2-3-4-5:** Ubicazione siti di monitoraggio settore antropico, idrico e naturale scala 1:5.000

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la relazione generale del **Piano di Monitoraggio Ambientale** relativo al progetto di ampliamento alla terza corsia della autostrada A13 nel tratto Bologna Arcoveggio - Ferrara sud.

Il progetto riguarda la realizzazione della terza corsia sulla tratta tra lo svincolo di Ferrara Sud e lo svincolo di Bologna Arcoveggio dell'autostrada A13 Bologna - Padova.

Tale intervento di adeguamento funzionale si inserisce tra le opere sul sistema autostradale incluse nella Convenzione 2008 sottoscritta da ANAS S.p.A. ed Autostrade per l'Italia S.p.A.

Il progetto di ampliamento alla terza corsia tra Ferrara e Bologna per uno sviluppo complessivo di **circa 32 km** ha come obiettivo principale quello di aumentare i livelli di servizio sulla tratta, con benefici per gli utenti e la collettività in termini di costi del viaggio e sostenibilità ambientale, per un complessivo miglioramento della qualità della vita sul territorio.

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) è stato redatto e strutturato innanzitutto sulla base delle indicazioni delle Linee Guida emanate dal Ministero dell'Ambiente; tiene conto inoltre delle informazioni presenti nello Studio di Impatto Ambientale (SIA) del progetto in esame, nell'ambito del quale è stata condotta un'analisi dettagliata di tutte le componenti ambientali potenzialmente impattate dai lavori di realizzazione dell'intervento in oggetto; inoltre sono state recepite le indicazioni di ARPAE

Scopo fondamentale del Piano è quello di operare un'azione di controllo sul territorio al fine di valutare gli effetti della costruzione delle opere autostradali fino alla loro entrata in esercizio, nonché l'efficacia delle opere di mitigazione.

In dettaglio, il Piano Integrato di Monitoraggio Ambientale si prefigge i seguenti obiettivi:

- analizzare le condizioni ante operam al fine di comprendere le dinamiche ambientali esistenti;
- garantire il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali e sociali;
- verificare le interferenze ambientali che si possono manifestare per effetto della realizzazione dell'opera, distinguendole dalle alterazioni indotte da altri fattori naturali o legati alle attività antropiche del territorio estranee ai lavori autostradali;
- segnalare il manifestarsi di eventuali emergenze in modo da evitare lo sviluppo di eventi gravemente compromettenti per la qualità ambientale della zona;
- verificare l'efficacia dei provvedimenti adottati per la mitigazione degli eventuali impatti indotti dai lavori autostradali;
- controllare la fase di entrata in esercizio delle opere.

Prerogativa fondamentale del Piano di Monitoraggio è inoltre quella di configurarsi come strumento flessibile in grado di adattarsi, durante la fase di corso d'opera, ad una eventuale riprogrammazione delle attività di monitoraggio, (frequenze di campionamento, parametri da misurare, siti da monitorare, ecc.) a seconda delle specifiche esigenze e necessità che si potranno determinare nel corso dell'avanzamento dei lavori autostradali.

## 2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 2.1. Descrizione dell'area di intervento

Il tracciato dell'attuale A13 insiste nel territorio della Regione Emilia Romagna e della Regione Veneto il tratto oggetto di intervento di ampliamento alla terza corsia si colloca completamente all'interno della Regione Emilia Romagna attraversando le Province di Bologna e Ferrara.

L'intera tratta autostradale è ripartita rispettivamente per le due province in:

- 25,467 km in provincia di Bologna (pari al 78.4% dello sviluppo totale)
- 7,010 km in provincia di Ferrara (pari al 21.6%)

Il tratto oggetto del presente studio Bologna Arcoveggio - Ferrara sud, lungo il suo sviluppo Sud-Nord, attraversa il comprensorio di sette comuni:

- Bologna
- Castel Maggiore
- Bentivoglio
- Malabergo
- Galliera
- Poggio Renatico
- Ferrara

Tutta l'area su cui si sviluppa il tracciato è pianeggiante, a destinazione prevalentemente agricola; principalmente sono presenti cascine ed edifici residenziali-rurali isolati, le tipologie di edificazione ed urbanizzazione differenti o particolari riscontrate sono:

- Zona industriale nel Comune di Bologna, ad ovest del tracciato;
- Zona industriale nel Comune di Castel Maggiore, ad ovest del tracciato;
- Zona industriale nel Comune di Bentivoglio, ad est e ad ovest del tracciato

### 2.2. Descrizione generale del progetto stradale

L'intervento in oggetto di ampliamento alla terza corsia dell'autostrada A13 si sviluppa nel tratto compreso tra Bologna Arcoveggio e Ferrara, dalla progr. km 1+070 alla progr. km 33+547 (progressiva riferita all'asse dello spartitraffico), coincidente con la progr. esistente km 33+548.76, per una lunghezza complessiva di 32,477 km circa. In particolare l'intervento ha inizio in corrispondenza dei due rami di diversione ed immissione da e per la tangenziale di Bologna (km 1+070) e termina in corrispondenza dello svincolo esistente di Ferrara sud (km 33+547), dove le terze corsie si perdono sulle rampe di diversione/immissione dello svincolo esistente. All'interno di tale tratto ricadono lo svincolo Bologna Arcoveggio (km 0+600), lo svincolo di Bologna Interporto (km 7+955), lo svincolo di Altedo (km 20+476) e l'Area di Servizio Castel Bentivoglio (km 11+700).

Complessivamente il tracciato di progetto si mantiene sostanzialmente aderente al tracciato attuale: l'intervento prevede infatti ovunque possibile un ampliamento della piattaforma in sede e simmetrico.

L'intervento in progetto prevede l'inserimento al km 3+000 del nuovo svincolo di Castel Maggiore.

#### Cantierizzazione

In funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere sono state individuate, dopo un'attenta analisi del territorio, due aree di cantiere, di seguito è riportata la descrizione.

#### Area di cantiere CB01

In funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere è stata individuata, dopo un'attenta analisi del territorio, una area alla progr. 20+300 della A13 lato carr. Nord, nel territorio del comune di Bentivoglio in adiacenza al casello autostradale, dove sono previsti:

- Campo Base
- Cantiere Operativo
- Impianto di Produzione Calcestruzzi
- Impianto di Produzione Asfalti
- Area di Caratterizzazione Terre
- Area di Deposito

L'area di cantiere risulta ubicata in adiacenza al nuovo corpo stradale per l'allargamento dell'autostrada A13, in corrispondenza dello svincolo e barriera di esazione di Altedo, e direttamente accessibile dalla via Chiavicone. Il cantiere sarà predisposto con tutti gli impianti necessari all'esecuzione del nuovo corpo stradale destinato alla terza corsia dell'autostrada, dei nuovi cavalcavia e delle altre opere d'arte necessarie.

Considerata la morfologia dell'area, si è optato per la realizzazione di due piazzali di cantiere i quali sono a loro volte suddivise in 2 e 4 sub-aree distinte, il campo base e il cantiere operativo sono stati collocati nel piazzale a ridosso del casello, invece l'area di caratterizzazione delle terre, gli impianti di produzione asfalti e calcestruzzi e l'area di deposito sono stati posti nel piazzale posto a sud della S.P.20.

#### Area di cantiere CO01

Oltre al cantiere base si prevede di installare un cantiere operativo alla progressiva km 7+900, nel Comune di Bentivoglio, l'area di cantiere risulta ubicata in adiacenza allo svincolo e barriera di esazione di Bologna Interporto, direttamente accessibile dalla via Sammarina.

Il cantiere operativo sarà predisposto con tutti gli impianti necessari all'esecuzione delle opere d'arte costituenti corpo stradale e cavalcavia. In adiacenza all'area destinata al cantiere operativo, si prevede la realizzazione di un'area di caratterizzazione terre e un'area di deposito.

#### Area di cantiere CO02

Si prevede di installare un secondo cantiere operativo alla progressiva km 32+100, nel Comune di Poggio Renatico, l'area di cantiere risulta ubicata in adiacenza alla carreggiata nord e alla SP08 (via uccellino) e sarà accessibile direttamente da entrambe le strade.

Il cantiere operativo sarà predisposto con tutti gli impianti necessari all'esecuzione delle opere d'arte costituenti corpo stradale e cavalcavia. In adiacenza all'area destinata al cantiere operativo, si prevede la realizzazione di un'area di caratterizzazione terre e un'area di deposito.

### 3. DEFINIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO

#### 3.1. Aspetti generali e requisiti del Piano di Monitoraggio

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) è stato redatto e strutturato innanzitutto sulla base delle indicazioni delle Linee Guida emanate dal Ministero dell'Ambiente; tiene conto inoltre delle informazioni presenti nello Studio di Impatto Ambientale (SIA) del progetto in esame, nell'ambito del quale è stata condotta un'analisi dettagliata di tutte le componenti ambientali potenzialmente impattate dai lavori di realizzazione dell'intervento in oggetto.

La selezione delle componenti è stata operata sia in ottemperanza alle indicazioni del SIA che dei pareri pervenuti dai vari Enti di Controllo, di seguito brevemente sintetizzate:

- **è richiesta l'esecuzione di un monitoraggio ambientale** e da redigere secondo le Linee Guida della Commissione Speciale VIA nelle fasi ante operam, corso d'opera e post operam;
- **è richiesto un programma di monitoraggio della qualità dell'aria, secondo quanto indicato dal D. Lgs. 155 del 13.08.10** per il monitoraggio sia dell'impatto delle attività di cantiere sullo stato della qualità dell'aria, che potrà comprendere anche l'installazione di centraline fisse, sia dell'inquinamento da traffico;
- **è richiesto un programma di monitoraggio della componente rumore**, che preveda campagne di rilevamento del clima acustico con le modalità ed i criteri contenuti nel DM 16.03.1998, viene inoltre richiesto nella fase di esercizio una modellistica adeguata per la mappa acustica di specifici tipi di sorgenti opportunamente tarata;
- **è richiesto un programma di monitoraggio per i corsi d'acqua interessati direttamente o tramite affluenti dai lavori** in fase ante operam, corso d'opera e post operam.
- **è richiesto un programma di monitoraggio quali/quantitativo delle acque sotterranee** in fase ante operam, corso d'opera e post operam .

Il Piano di Monitoraggio, che recepisce quindi le indicazioni riportate nei pareri degli Enti di Controllo, è articolato sui settori ambientali individuati e oggetto di monitoraggio nelle fasi **ante operam, corso d'opera e post operam**.

A scopo cautelativo, nonostante le conclusioni dello Studio di Impatto Ambientale e dello Studi di Incidenza evidenzino impatti limitati e transitori su vegetazione e fauna presenti nell'area, è stato inserito anche un Piano di Monitoraggio relativo alle suddette componenti nelle aree in cui il progetto interferisce con il SIC ZPS IT4050024.

La scelta localizzazione dei punti di misura potrà subire variazioni durante la fase ante operam in base a richieste degli Enti di Controllo (da condividere con gli Enti localizzazione) ed alla disponibilità dei proprietari delle aree in cui verranno eseguite le misure. Al termine della fase ante operam, al fine di definire i valori di tutela ambientale che esprimano effettivamente la compatibilità con le attività previste per la realizzazione del progetto autostradale, saranno stabilite **le soglie di azione** da attribuire ai principali indicatori ambientali individuati per le diverse componenti monitorate.

Di seguito si riportano alcune considerazioni sintetiche suddivise per settore ambientale e relative ai vari aspetti analizzati durante la stesura e la definizione del Piano di Monitoraggio Ambientale.

### Settore Antropico

Dato il non elevato grado di urbanizzazione della zona interessata dall'intervento, le componenti più strettamente legate alla sfera antropica, in particolare la **qualità dell'aria** e il **clima acustico e vibrazionale**, non risultano particolarmente vulnerabili e sensibili. È stata comunque definita e strutturata una rete di monitoraggio ambientale dedicata ai suddetti aspetti e suddivisa nelle seguenti componenti ambientali: Atmosfera, Rumore e Vibrazioni.

### Settore Idrico

Gli interventi previsti in corrispondenza di ponti, viadotti e attraversamenti fluviali, con la realizzazione di opere in alveo, quali sistemazioni spondali, guadi provvisori e ampliamento di pile e spalle, richiedono una particolare attenzione al controllo e al monitoraggio dei corsi d'acqua, con particolare riferimento agli aspetti di qualità delle acque e degli ecosistemi fluviali. All'interno del Piano di Monitoraggio Ambientale è stata quindi prevista la componente ambientale legata a tali aspetti, denominata nel seguito Acque Superficiali ed Ecosistemi Fluviali.

Gli interventi in progetto comporteranno la presenza di acque di dilavamento nelle aree adibite a cantiere e una produzione di acque reflue generate dalle lavorazioni proprie del cantiere, come l'attività di betonaggio e il lavaggio dei mezzi. Saranno inoltre prodotte acque reflue dagli scarichi civili in funzione durante la cantierizzazione. Per una corretta gestione delle acque reflue sono stati predisposti numerosi presidi di trattamento, brevemente elencati nel seguito:

- impianto depurazione delle acque reflue industriali e meteoriche;
- trattamento delle prime piogge di una parte dell'area di cantiere;
- depurazione delle acque degli scarichi civili;

È stato, inoltre, previsto un impianto di lavaggio autobetoniere a ciclo delle acque chiuso.

Tali presidi consentono una corretta gestione delle acque reflue generate dai cantieri tutelando sia l'ambiente idrico superficiale che sotterraneo.

Ad ogni modo nel presente PMA si è ritenuto opportuno inserire la componente idrico sotterraneo al fine di monitorare lo stato qualitativo della falda idrica, matrice ambientale più esposta in caso di eventuali infiltrazioni di acque reflue nel terreno.

### Settore Naturale

Per quanto riguarda gli aspetti naturalistici quali la fauna e la vegetazione, le opere di ampliamento alla terza corsia del tratto di A13 in progetto presentano impatti sostanzialmente transitori e di limitata significatività su vegetazione e flora, fauna ed ecosistemi presenti nell'area.

Gli ecosistemi presenti sono fortemente destrutturati e influenzati dall'antropizzazione a tal punto che non appare possibile una tutela nel loro insieme, ma appare importante salvaguardare le funzioni connettive che il territorio interessato presenta tra ecosistemi naturali (come nel caso SIC ZPS IT4050024 Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella) e aree in cui sono possibili in futuro interventi di riqualificazione ambientale o di arricchimento della dotazione ecosistemica.

## **3.2. Componenti ambientali**

### **3.2.1. Componente atmosfera**

Le problematiche legate all'inquinamento atmosferico riguardano le situazioni di impatto che possono verificarsi sia durante la realizzazione dell'opera che nella fase di esercizio dell'infrastruttura stradale.

La diffusione di polveri che si verifica nell'ambiente esterno in conseguenza delle attività di cantiere, dell'apertura di cave e depositi, dei lavori di scavo, della movimentazione di materiali da costruzione e di risulta lungo la viabilità di cantiere e sulle sedi stradali ordinarie, rappresenta un problema molto sentito dalle comunità locali per due ordini di considerazioni:

- gli ambiti spaziali interessati dai fenomeni di dispersione e di sedimentazione del materiale particolato sono rappresentati da aree urbanizzate o coltivate, nelle quali è possibile insorgere di problemi sanitari o di danni materiali;
- la dispersione e sedimentazione di polveri ha effetti vistosi e immediatamente rilevabili dalla popolazione; si tratta infatti di fenomeni visibili anche a distanza (nubi di polveri), che hanno la possibilità di arrecare disturbi diretti agli abitanti (deposito di polvere sui balconi, sui prati, sulle piante da frutto, sulle aree coltivate, etc.).

Le campagne di monitoraggio ante operam e in fase di cantierizzazione hanno pertanto l'obiettivo primario di valutare gli incrementi dei livelli di concentrazione delle polveri aerodisperse in corrispondenza di particolari ricettori, al fine di individuare le possibili criticità e di indirizzare gli interventi di minimizzazione.

Il monitoraggio ante operam avrà lo scopo di fornire una base di riferimento aggiornata, per quanto riguarda le concentrazioni di fondo delle polveri nelle aree e nei punti in cui le attività di cantiere potranno determinare un significativo impatto.

Le fasi operative, che durante la realizzazione dell'intervento in progetto possono essere particolarmente critiche per la emissione di polveri, sono le seguenti:

- operazioni di scotico delle aree di cantiere;
- formazione dei piazzali e della viabilità di cantiere;
- esercizio degli impianti di betonaggio;
- movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere;
- attività dei mezzi d'opera nelle aree di deposito.

Le maggiori problematiche sono generalmente determinate dal risollevarimento di polveri dalle pavimentazioni stradali causato dal transito dei mezzi pesanti, dal risollevarimento di polveri dalle superfici sterrate dei piazzali ad opera del vento, da importanti emissioni localizzate nelle aree di deposito degli inerti, dello smarino e degli impianti di betonaggio.

La caratterizzazione della qualità dell'aria viene effettuata mediante una serie di rilievi in punti di monitoraggio fisicamente coincidenti con i ricettori interessati dalle attività di cantiere.

Al fine di comporre un quadro conoscitivo dettagliato dei livelli di inquinamento atmosferico e delle sue cause negli ambiti territoriali interessati dal progetto di monitoraggio è fondamentale definire preliminarmente i criteri utilizzati per la scelta dei punti di misura e individuare i fattori la cui variazione potrebbe causare la necessità di modificare il piano ipotizzato.

Questo problema è particolarmente sentito nelle fasi di corso d'opera, quando è più facile che l'organizzazione dei cantieri e della viabilità annessa sia soggetta a modifiche determinate da esigenze di ottimizzazione delle tipologie e delle fasi di lavorazione.

I punti di monitoraggio destinati a completare il quadro di riferimento ante operam sono stati selezionati considerando:

- le caratteristiche di sensibilità del sistema riceettore prossimo ai tracciati autostradali;

- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo ai cantieri principali e secondari;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo alla viabilità di corso d'opera a servizio dei cantieri.

I punti di monitoraggio per il corso d'opera sono stati selezionati considerando:

- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo ai fronti di avanzamento delle lavorazioni in corrispondenza dei tracciati autostradali;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo ai cantieri principali e secondari;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo alla viabilità di corso d'opera a servizio dei cantieri.

Il monitoraggio in corso d'opera sarà effettuato sui medesimi punti selezionati in fase ante operam, per caratterizzare la qualità dell'aria nelle aree che saranno interessate dalle attività di cantiere, cave, depositi e viabilità di servizio.

I punti di monitoraggio per il post operam sono stati selezionati considerando le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo ai tracciati autostradali; il monitoraggio sarà ripetuto sui medesimi punti selezionati in fase ante operam, per caratterizzare la qualità dell'aria delle aree interessate dall'attuale esercizio.

La localizzazione precisa dei punti di monitoraggio riportata nelle tavole allegate potrà essere oggetto di integrazioni e modifiche in base alle specifiche esigenze che eventualmente dovessero emergere nelle singole fasi di attività (ante, corso e post operam) ed a seguito di sopralluoghi da parte degli Enti competenti.

### 3.2.2. Componente rumore

Il controllo del rumore nelle aree interessate dal progetto si configura, nella fase di monitoraggio ante operam, come strumento di conoscenza dello stato attuale dell'ambiente finalizzato alla verifica degli attuali livelli di qualità, al rispetto dei limiti normativi e al controllo delle situazioni di degrado, per poi assumere in corso d'opera e in esercizio il ruolo di strumento di controllo della dinamica degli indicatori di riferimento e dell'efficacia delle opere di mitigazione sia in termini di azioni preventive che di azioni correttive.

Il monitoraggio ante operam ha lo scopo di fornire una esaustiva ed aggiornata base di riferimento dei livelli e delle dinamiche degli indicatori di rumore in un insieme di aree e punti relativi al tracciato autostradale attuale, alle aree e viabilità di cantiere e al tracciato autostradale di progetto.

I criteri generali per la scelta delle aree e delle sezioni di monitoraggio si basano sull'individuazione di:

- aree attraversate dall'infrastruttura attuale già ora %offerenti+(nuclei abitati);
- aree di massima interazione opera-ambiente, con particolare attenzione agli effetti sinergici determinati da sorgenti di rumore presenti sul territorio;
- principali centri abitati attraversati da mezzi di cantiere;
- presenza di ricettori particolarmente vulnerabili (scuole, ospedali, ecc.);
- aree attualmente silenziose per le quali può essere prevista una accentuata dinamica negativa degli indicatori.

Nelle fasi di realizzazione dell'opera si verificheranno le emissioni di rumore di tipo continuo (impianti fissi, lavorazioni continue), discontinuo (montaggi, traffico mezzi di trasporto, lavorazioni discontinue) e puntuale. Le principali emissioni dirette e indirette di rumore derivanti dalle attività del corso d'opera sono attribuibili alle fasi sotto indicate:

- costruzione del tracciato;
- esercizio dei cantieri industriali e dei campi base;
- costruzione o adeguamento della viabilità di cantiere;
- movimentazione dei materiali di approvvigionamento ai cantiere
- movimentazione dei materiali di risulta alle aree di deposito
- attività dei mezzi d'opera nelle aree di deposito
- esercizio delle aree di deposito.

La localizzazione precisa dei punti di monitoraggio riportata nelle tavole allegate potrà essere oggetto di integrazioni e modifiche in base alle specifiche esigenze che eventualmente dovessero emergere nelle singole fasi di attività (ante, corso e post operam) ed a seguito di eventuali sopralluoghi e/o di richieste di Enti amministrativamente competenti.

Al fine di garantire uno svolgimento qualitativamente omogeneo delle misure, la ripetibilità delle stesse e la possibilità di creare un catalogo informatizzato aggiornabile ed integrabile nel tempo, è necessario che le misure vengano svolte con appropriate metodiche.

L'unificazione delle metodiche di monitoraggio e della strumentazione utilizzata per le misure è necessaria per consentire la confrontabilità dei rilievi svolti in tempi diversi, in differenti aree geografiche e ambienti emissivi.

Le metodiche di monitoraggio e la strumentazione impiegata considerano i riferimenti normativi nazionali e gli standard indicati in sede di unificazione nazionale (norme UNI) ed internazionale (Direttive CEE, norme ISO) e, in assenza di prescrizioni vincolanti, i riferimenti generalmente in uso nella pratica applicativa.

Le metodiche di monitoraggio sono inoltre definite in relazione alla variabilità del rumore da caratterizzare e alla attendibilità della stima richiesta nella singola postazione di misura.

### 3.2.3. Componente vibrazioni

Il monitoraggio delle vibrazioni ha lo scopo di definire i livelli attuali di vibrazione determinati dalle sorgenti in essere, le condizioni di criticità e la compatibilità con gli standard di riferimento in corrispondenza di un campione rappresentativo di ricettori e di seguirne l'evoluzione durante la fase di costruzione in prossimità di ricettori particolarmente sensibili.

Queste verifiche riguardano in generale gli effetti di "annoyance" sulla popolazione, gli effetti su edifici e beni storico-monumentali di particolare rilevanza e gli effetti di interferenza con attività produttive ad alta sensibilità.

Nel caso specifico il monitoraggio è limitato alle sole strutture residenziali e produttive in quanto si ritiene che l'intensità delle vibrazioni prodotte sia dall'autostrada sia dai cantieri siano tali da non provocare danni ad eventuali infrastrutture (oledotti, acquedotti, ecc.) che interferiscono con l'opera oggetto del monitoraggio.

Il monitoraggio ante operam delle vibrazioni ha lo scopo primario di fornire una base di conoscenza dei livelli di vibrazione in un insieme di aree che saranno interessate dalle attività di costruzione dell'infrastruttura stradale.

Il progetto di monitoraggio individua i seguenti ambiti di intervento:

- caratterizzazione dei livelli di fondo ambientale nelle aree più significative, attualmente non interessate o debolmente interessate da sorgenti di vibrazioni, al fine del confronto ante operam/corso d'opera
- caratterizzazione dei livelli ante operam in corrispondenza di punti particolarmente sensibili o prossimi a sorgenti di emissione già operanti (rilevanze architettoniche, storico-culturali, ricettori prossimi a viadotti dotati di giunti, etc.), al fine del confronto ante operam/corso d'opera.

Il monitoraggio ante operam ha inoltre lo scopo di acquisire le informazioni di base sui ricettori potenzialmente esposti alle vibrazioni e di caratterizzare la vulnerabilità dei manufatti: gli edifici vengono tipizzati ai sensi della UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici" che richiede l'identificazione della categoria di struttura, della classe di fondazione e, infine, del tipo di terreno.

Il monitoraggio delle vibrazioni in corso d'opera ha tre finalità:

- documentare la variazione dei livelli di vibrazione rispetto all'ante operam
- verificare il rispetto dei limiti normativi
- svolgere una azione preventiva e di controllo nei casi di superamento degli standard.

Nelle fasi di realizzazione, i cantieri mobili lungo i tracciati dell'autostrada ospitano generalmente le sorgenti di vibrazioni più significative. Infatti in tale fase le lavorazioni che arrecheranno maggiori disagi saranno legate all'infissione dei micropali e alla compattazione dei rilevati con rulli vibranti.

Anche i cantieri fissi principali e di lavoro sono aree con presenza di sorgenti di vibrazioni significative.

La movimentazione dei materiali di approvvigionamento o di risulta lungo la viabilità di cantiere comporta una emissione di vibrazioni che può risultare significativa solo se localizzata in corrispondenza di edifici residenziali ad elevata densità abitativa.

Le principali emissioni di vibrazioni derivanti dalle attività di cantiere sono attribuibili alle seguenti fasi:

- scavi;
- formazione dei rilevati (vibrocompattatori);
- scavo dei pali di fondazione (sistemi a scalpello o a percussione): pali di grande diametro e micropali.

Il progetto di monitoraggio identifica le aree problematiche e i punti di massima esposizione potenziale, fermo restando che le indagini in merito alle specifiche fasi di attività che verranno monitorate dovranno essere svolte preventivamente ai momenti di massimo utilizzo di macchine ed attrezzature, al fine di poter fornire elementi utili alla prevenzione dell'annoyance o del danno.

### 3.2.4. Componente acque superficiali

L'idrografia della zona interessata dall'intervento è quella tipica della pianura emiliano - romagnola, ovvero di un'area pianeggiante altamente sfruttata a scopo agricolo e solcata da numerosi canali artificiali.

Il reticolo idrografico naturale è costituito essenzialmente dal solo fiume Reno che, attualmente, viene scavalcato in viadotto; tutte le altre aste interferenti sono, in genere,

canali per la bonifica e l'irrigazione come ad esempio il Canale Navile, lo Scolo Riolo ed il Canale Emiliano Romagnolo, corso d'acqua completamente artificiale ma ugualmente importante per dimensionamento, portata e per importanza nel sistema territoriale ed ecologico.

Il Fiume Reno, il cui regime idraulico è quello di un'asta naturale, è l'unico corso d'acqua significativo (ai sensi della attuazione del DLgs 152/99 operata dal PTA) interessato dal presente intervento. Esso risulta di competenza dell'ADB Reno che ha delimitato la zonizzazione (fasce PAI).

Il sistema dei corsi d'acqua artificiali comprende la rete idrografica canalizzata composta dai corsi d'acqua di scolo e di irrigazione afferenti a Consorzi di Bonifica e/o Consorzi o Proprietà Private che ne regolano le portate. In particolare i Consorzi di Bonifica maggiormente significativi sono i seguenti:

- Consorzio di Bonifica Renana, il cui ambito si sviluppa dall'inizio del tracciato soggetto all'ampliamento alla 4a corsia, Pk 1+070, fino al Fiume Reno, Pk 26+550;
- Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, il cui ambito si sviluppa dalla Pk 26+550 fino alla Pk 33+600.

La particolare caratteristica dei corsi d'acqua di bonifica risiede nella loro funzionalità e negli usi a cui sono preposti: in generale tali corsi d'acqua esplicano la duplice funzione di scolo ed irrigazione. Essi vengono utilizzati sia per il drenaggio delle acque meteoriche e, soprattutto nelle stagioni primaverili ed estive, anche per irrigazione.

Il progetto prevede l'ampliamento e l'adeguamento dei manufatti di attraversamento (ponti, ponticelli, tombini), posti sui corsi d'acqua principali, secondari e minori; sono inoltre previsti interventi di sistemazione e regimazione idraulica. Tali interventi di sistemazione si possono riassumere nelle seguenti tipologie principali:

- ricalibratura dell'alveo e sistemazione del fondo e delle sponde mediante scogliera in massi di cava di opportuna pezzatura eventualmente rinverdita;
- risezionamento dell'alveo in terra ed inerbimento delle sponde mediante idrosemina;
- ricalibratura della sezione e rivestimento del canale (fondo e sponde) in calcestruzzo.
- messa in posa di materassi Reno metallici riempiti di pietrame per la protezione delle spalle dei ponti

Le sistemazioni descritte si rendono necessarie per mettere in sicurezza le aste interferite ed evitare fenomeni di instabilità, locale o diffusa, delle sponde o del fondo soprattutto in quelle aree in cui, a seguito degli interventi di ampliamento degli attraversamenti, l'equilibrio dell'asta è stato alterato e le strutture aggiunte hanno modificato il regime dei deflussi in caso di piena. Durante le lavorazioni inoltre i corsi d'acqua e le aree perfluviali possono essere interessate dalla realizzazione di piste di cantiere e viabilità di servizio necessarie all'esecuzione degli interventi di progetto.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale per il settore delle acque superficiali ha quindi lo scopo di definire un sistema di controllo quali-quantitativo del reticolo idrografico, al fine di valutare le potenziali alterazioni indotte dalle opere autostradali in fase di realizzazione e di esercizio.

La rete dei punti di controllo è stata definita sulla base del progetto autostradale, considerato nella sua globalità (tracciato e opere d'arte, aree di cantiere e campi base, viabilità di servizio, sistemazioni idrauliche e idrogeologiche, aree di deposito) e sulla base dell'inquadramento ambientale del progetto dal punto di vista del sistema idrografico, con

particolare attenzione agli aspetti idrologico-idraulici e di qualità delle acque, tenendo conto degli effetti potenzialmente verificabili sul comparto idrico superficiale.

Le alterazioni potenzialmente attuabili sul sistema idrografico nel corso dei lavori sono riferibili a tre categorie di effetti:

- modificazione delle condizioni di deflusso (livelli, velocità, assetto dell'alveo), prodotte dall'insediamento di opere in alveo definitive o provvisorie;
- modificazione delle caratteristiche di qualità fisico-chimica dell'acqua provocate dalle attività costruttive, e/o dallo scarico di sostanze inquinanti derivanti dalle lavorazioni e dagli insediamenti civili di cantiere;
- modificazioni delle caratteristiche di qualità dell'ambiente fluviale complessivo, a seguito di alterazioni dell'habitat nei comparti idraulico, morfologico, chimico-fisico, biologico, vegetazionale (provocate da attività antropiche quali lavorazioni in alveo con mezzi meccanici, scarico di materiali in alveo ecc).

Inoltre le eventuali alterazioni e impatti possono avere rilevanza a scala locale, in prossimità di una lavorazione puntuale, o a scala più ampia, a causa della propagazione verso valle di eventuali contaminazioni, o semplicemente a causa della continuità territoriale del reticolo idrografico. I punti di controllo verranno quindi posizionati in modo da:

- monitorare i corpi idrici a monte e a valle dell'interferenza;
- monitorare gli effetti verso valle delle eventuali contaminazioni;

Il Piano di Monitoraggio riguarderà i corsi d'acqua della rete idrografica superficiale principale interagenti con il tracciato autostradale, secondo un'impostazione di indagini per campagne.

### 3.2.5. Componente acque sotterranee

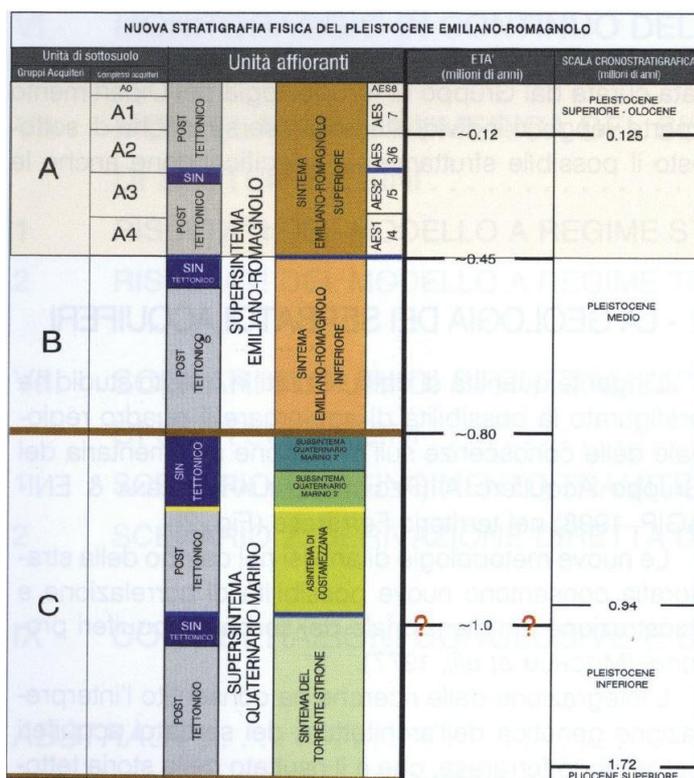
Si riporta nel seguito un breve inquadramento geologico-stratigrafico dell'area oggetto di intervento, da cui deriva la presenza di un acquifero multifalda.

L'area d'interesse è situata all'interno dell'ampio bacino sedimentario padano. La classificazione stratigrafica dei depositi quaternari di pianura si basa sulla litologia relativa a ciascun ambiente deposizionale e sulla presenza di discontinuità o interruzioni di sedimentazione (limiti non conformi) e porta alla distinzione di unità stratigrafiche definite sistemi e subsistemi (Progetto Carg).

A scala regionale, la successione sedimentaria d'interesse va dal Pleistocene medio superiore all'Olocene. Dal punto di vista gerarchico si possono distinguere tre sequenze principali:

- Supersistema del pliocene medio-superiore
- Supersistema del quaternario marino
- Supersistema emiliano romagnolo

Dal punto di vista degli ambienti deposizionali si passa da uno stadio di sedimentazione marina a uno stadio deposizionale marino-marginale e continentale. L'assetto idrostratigrafico è schematizzabile in un acquifero multifalda che consta di tre unità (A, B e C) separate da discontinuità stratigrafiche principali.



**Figura 1: Inquadramento geologico-stratigrafico regionale dei depositi quaternari di sottosuolo (Riserve Idriche Sotterranee della regione Emilia Romagna)**

L'approvvigionamento idrico nella pianura emiliano-romagnola sfrutta le falde contenute nei depositi continentali di pianura e conoidi alluvionale appenninici e di pianura alluvionale padana. Tali depositi sono parte del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) e costituiscono il gruppo acquifero A più superficiale (vedi figura). Il gruppo acquifero A è il più superficiale ed è anche quello più esteso (sia in affioramento che nel sottosuolo) e più sfruttato, nonché quello interessato dalle opere di ampliamento dell'autostrada A13.

L'acquifero A è rappresentato dal Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES), costituito da complessi idrogeologici in cui si concentrano i prelievi idrici nella pianura emiliano-romagnola e riconducibili a:

- conoidi alluvionali appenniniche;
- pianura alluvionale appenninica;
- pianura alluvionale padana.

Gli acquiferi presenti nel sottosuolo della pianura emiliano romagnola sono di due tipi: a sud vi sono le ghiaie che i fiumi appenninici depositano ed hanno depositato appena usciti dalle valli, allo sbocco in pianura. Queste formano dei grossi corpi ghiaiosi sovrapposti gli uni agli altri per alcune centinaia di metri di spessore (*le ghiaie delle conoidi appenniniche*). A nord vi sono le sabbie che il Po ha sedimentato lungo il suo percorso e nel suo apparato deltizio (*le sabbie della pianura alluvionale e deltizia del Po*).

Il Subsistema di Ravenna (AES8) è l'elemento sommitale di AES e corrisponde al complesso acquifero A0 caratterizzato da un sistema acquifero freatico. L'acquifero A0 è costituito, escluso il settore costiero, prevalentemente da corpi sabbiosi nastriformi, sia di origine padana che appenninica. In particolare, si nota come i corpi sabbiosi appenninici occupino gran parte del territorio amalgamandosi con i depositi padani solo nell'estremo settore nord. Spesso questi depositi sabbiosi si incassano all'interno di argille e limi di piana deltizia o di palude/laguna che formano l'acquifero del sistema acquifero A0.

Nella area in esame le zone di ricarica principale degli acquiferi superficiali del gruppo A sono i conoidi del Fiume Reno, ad Ovest di Bologna, ed i conoidi dei torrenti Navile-Savena Abbandonato ed Idice, a Est della stessa città. Tali conoidi sono costituiti di depositi ghiaiosi e suoli mediamente permeabili. Le suddette zone di conoide costituiscono dunque aree di ricarica temporanea o stagionale, per infiltrazione di acque superficiali nei depositi profondi.

Il modello idrogeologico di riferimento per la area in studio è rappresentato da una serie di acquiferi sovrapposti e più o meno separati da setti impermeabili o poco permeabili; l'opera in oggetto potrebbe determinare interferenze con l'acquifero più superficiale (Sistema acquifero A0 in letteratura). Si tratta di un acquifero a superficie libera impostato in depositi alluvionali con granulometria varia. Si passa da ghiaie e sabbie in bancate potenti con intercalati livelli argillosi ed argilloso-limosi la cui continuità laterale è variabile ed aventi spessore che raramente supera il metro. Alla scala del progetto queste lenti a granulometria fine non costituiscono veri e propri setti di separazione tra acquiferi. L'acquifero superficiale o primo acquifero poggia su serie sedimentarie più antiche riferibili al Pliocene superiore-Pleistocene inferiore ed è separato dagli acquiferi ospitati in esse da strati impermeabili consistenti e tracciabili lateralmente a scala regionale.

Di seguito si riportano più nel dettaglio le caratteristiche delle acque e delle strutture sotterranee lungo il tracciato considerato. Partendo dal Comune di Bologna si evidenzia una situazione di bassa criticità della matrice idrogeologica, determinata più che dalla bassa pressione antropica, che in queste zone è decisamente sostenuta, quanto dalla ridotta vulnerabilità degli acquiferi, determinata dalla assenza di aree di ricarica da salvaguardare. Ad ogni modo in corrispondenza dei maggiori corsi d'acqua o in aree di passaggio di paleovalvei e rotte fluviali, è possibile ritrovare condizioni di maggior fragilità, a causa della presenza di depositi poroso-permeabili.

Il livello qualitativo delle acque sotterranee si attesta su un livello scadente a ridosso dell'area metropolitana di Bologna, tuttavia da San Marino di Bentivoglio in poi la classe qualitativa passa alla 2 che indica in sintesi un impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche.

La soggiacenza media della falda superficiale lungo il tratto di A13 interessato dal progetto risulta mediamente al di sopra dei 2 m di profondità dal piano di campagna.

Gli interventi in progetto comporteranno la presenza di acque di dilavamento nelle aree adibite a cantiere e una produzione di acque reflue generate dalle lavorazioni proprie del cantiere, come l'attività di betonaggio e il lavaggio dei mezzi. Saranno inoltre prodotte acque reflue dagli scarichi civili in funzione durante la cantierizzazione. Le acque reflue potrebbero infiltrarsi nel terreno e modificare lo stato qualitativo delle acque sotterranee in prossimità dell'intervento.

Il Piano di Monitoraggio delle acque sotterranee, articolato in indagini su pozzi e piezometri è orientato ai seguenti aspetti:

- certificazione dello stato quali-quantitativo dei corpi idrici nella situazione precedente l'avvio dei lavori;
- controllo dei corpi idrici nella fase di cantiere.

I criteri per la definizione degli elementi della rete di monitoraggio sono basati sulla considerazione del rischio di interferenza tra opere in progetto e corpi idrici sotterranei in relazione a quanto emerso dagli studi idrogeologici, sulla vulnerabilità della falda a e in base alla rilevanza socio-economica di ogni captazione. È stato infine considerato, ove possibile di monitorare captazioni che, secondo la piezometria e il gradiente piezometrico, sono ubicate a monte e a valle dell'intervento.

### 3.2.6. Componente Fauna

Il Piano di Monitoraggio si pone come obiettivo la verifica degli impatti attesi in seguito alle opere di progetto (nuovo tratto autostradale, cantieri e viabilità di servizio connesse).

La proposta di monitoraggio si basa sull'analisi di gruppi zoologici, in modo da permettere una più attenta valutazione del grado di funzionalità ecologica degli habitat monitorati.

In generale il monitoraggio della fauna tenderà a verificare la diversa presenza delle specie in relazione a:

- la sottrazione di habitat e/o di fonti alimentari per la fauna nelle diverse aree interessate dall'opera;
- il possibile disturbo alla fauna da inquinamento acustico;
- l'impatto sulla fauna per inquinamento dell'ambiente idrico;
- l'impatto sulla fauna per alterazioni prodotte dai mutamenti morfologici (scavi, riporti, depositi di inerti);
- l'impatto sulla fauna per alterazioni prodotte dai mutamenti delle condizioni idrologiche ed idrografiche (es. intercettazione di fossi e scoline; modificazione della velocità dell'acqua per difese trasversali, pile di viadotti, ecc.);
- l'introduzione di infrastrutture (rilevati, ecc.) che determinano un effetto barriera nei confronti degli spostamenti della fauna terrestre.

Come principio generale per tutti gli indicatori faunistici, nella fase di posizionamento dei rilievi verrà adottato uno schema spaziale lungo transetti a distanza crescente dalle opere (strade e/o cantieri). Questa disposizione permetterà di valutare l'entità dell'estensione dell'impatto attraverso il confronto con la situazione ante operam, senza ricorrere al monitoraggio in aree di controllo+ posizionate lontano dalle opere e difficilmente paragonabili con le aree sperimentali. Tali aree, infatti, non possono di fatto essere individuate in maniera da avere come unica variabile differente il passaggio o meno del tracciato autostradale, in quanto il territorio attraversato presenta continue variazioni geomorfologiche e microclimatiche, anche a breve distanza, le quali non rendono attendibile il confronto con le aree di impatto.

### 3.2.7. Componente Vegetazione

La realizzazione dell'autostrada può provocare modifiche ed alterazioni delle caratteristiche della vegetazione dell'area.

Il monitoraggio della vegetazione, previsto nelle tre fasi ante operam, di corso d'opera e post operam, è mirato ad individuare l'eventuale presenza, e nel caso l'entità, dei seguenti potenziali fattori di impatto sulla vegetazione, individuati nella fase di Studio di Impatto Ambientale:

- sottrazione di vegetazione;
- alterazione della struttura della vegetazione e del patrimonio floristico;
- impatto sulla vegetazione per inquinamento e/o depauperamento dell'ambiente idrico;
- impatto sulla vegetazione per emissioni gassose in atmosfera;
- impatto sulla vegetazione per sollevamento di polveri;

- impatto sulla vegetazione per alterazioni prodotte dai mutamenti morfologici (scavi, riporti, depositi di inerti) e dall'introduzione di infrastrutture (viadotti, rilevati, ecc.);
- impatto sulla vegetazione per modifica della struttura e tessitura del suolo (ad es. fenomeni di costipazione del suolo).

La scelta delle aree di monitoraggio è stata effettuata considerando la tipologia dell'opera (tracciato, viabilità di servizio, cantieri, aree di deposito, aree estrattive), alla luce di quanto è emerso dal SIA, in quanto a caratteristiche vegetazionali e criticità.

### 3.3. Metodiche di rilevamento

#### 3.3.1. Atmosfera

Il Piano di Monitoraggio utilizza una serie di metodiche standardizzate, in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici dell'indagine ed una adeguata ripetibilità; queste metodiche sono:

- Metodica A1: misura della qualità dell'aria per 15 giorni con mezzo mobile strumentato;
- Metodica A2: misura delle polveri sottili (PM10) per 15 giorni in prossimità di aree di cantiere;
- Metodica A3: misura in continuo con centralina fissa per il monitoraggio della qualità dell'aria.

#### **METODICA A1- Rilievo qualità aria con mezzo mobile strumentato**

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dell'inquinamento prodotto da traffico veicolare in prossimità dell'autostrada, dei cantieri e delle viabilità di cantiere. La durata dei rilievi sarà di 28 giorni nel periodo invernale e di 21 giorni nei restanti periodi.

Le campagne di misura della qualità dell'aria con mezzo mobile strumentato (Metodica A1) vengono definite attraverso delle procedure di misura che permettono di valutare il rispetto dei limiti legislativi e eventuali variazioni di concentrazioni conseguenti alla realizzazione del progetto.

Le attività caratterizzanti tale metodica di monitoraggio comprendono:

- Installazione ed allestimento del mezzo mobile
- Posizionamento dei sensori
- Calibrazione e taratura della strumentazione
- Messa in opera e test dei sistemi di acquisizione, memorizzazione, elaborazione, stampa e trasmissione dei dati
- Esecuzione delle campagne di misura dei parametri chimici e meteorologici
- Elaborazione dei dati

Dopo aver effettuato i sopralluoghi sui siti di misura si procederà all'allestimento ed installazione del mezzo mobile che dovrà disporre di un sistema di acquisizione e validazione dei dati e di un sistema di gestione e stampa/trasmissione dei dati raccolti.

I parametri chimici di cui verrà effettuata la misura sono: monossido di Carbonio (CO), ossidi di azoto (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), frazione respirabile delle particelle sospese (PM10, PM2.5), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), BaP (secondo le indicazioni del DMA del 25/11/94, del D. Lgs. 152 del 3.08.07 e del D. Lgs. 155 del 13.08.10).

Il BaP verrà determinato in tutti i periodi di monitoraggio previsti. Tale inquinante andrà analizzato su campioni aggregati che permettano di valutare la variabilità tra i giorni festivi e feriali. Anche i metalli Cd e Ni, As, Pb andranno determinati su campioni aggregati (secondo le indicazioni del D. Lgs. 155 del 13.08.10).

Inoltre nel corso della misura degli inquinanti da traffico saranno rilevati anche i parametri meteorologici (velocità e direzione del vento, temperatura dell'aria, precipitazioni, radiazione solare globale, pressione atmosferica, umidità relativa).

I risultati delle misure saranno riportati nella relazione/bollettino di riferimento.

I parametri monitorati sono riportati nella Tabella 1, nella quale per ogni inquinante viene indicato il tempo di campionamento, l'unità di misura e le eventuali elaborazioni statistiche particolari da effettuare sui dati. Su tutti i parametri dovranno essere comunque svolte le elaborazioni statistiche classiche ossia, massimo, minimo e deviazione standard effettuate sui valori rilevati secondo il tempo di campionamento indicato in tabella.

Parametro	Campionamento	Unità di misura	Elaborazioni statistiche
CO	1h	mg/m <sup>3</sup>	Media su 8 ore / Media oraria/ media giornaliera
NO, NO <sub>2</sub>	1h	µg/m <sup>3</sup>	media su 1 h/media giornaliera
NO <sub>x</sub>	1h	µg/m <sup>3</sup>	media su 1 h/media giornaliera
PM10, PM2.5	24 h	µg/m <sup>3</sup>	media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	1 h	µg/m <sup>3</sup>	media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>
O <sub>3</sub>	1 h	µg/m <sup>3</sup>	media annuale su 1 h/media giornaliera
IPA -BaP	24 h	µg/m <sup>3</sup>	media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Verrà eseguita sulle misure acquisite

Tabella 1 - Inquinanti da monitorare

Nel caso in cui non si riesca ad acquisire la quantità di dati prevista con la campagna di misura (ad esempio in una campagna di 15 giorni per le PM10, dato che il tempo di campionamento è il giorno, dovranno essere acquisiti 15 dati) la stessa verrà prolungata di un periodo che permetta di raggiungere tale quantità. Le elaborazioni statistiche verranno effettuate su tali dati acquisiti anche se non conseguenti temporalmente.

Per quanto concerne i percentili k-esimi si procederà nel seguente modo:

dato un numero N di campionamenti, ordinati i valori della concentrazione in modo crescente, si definisce k-esimo percentile C<sub>k</sub> il valore di concentrazione che occupa il (k\*N/100)esimo posto nella sequenza. C<sub>k</sub> coincide con la concentrazione C<sub>i</sub> che soddisfa le seguenti due condizioni:

- La sommatoria delle frequenze associate ai valori di concentrazione minori o uguali a Ci-1 risulta minore di  $(k \cdot N/100)$
- La sommatoria delle frequenze associate ai valori di concentrazione minori o uguali a Ci risulta maggiore o uguale a  $(k \cdot N/100)$ .

Per quanto riguarda il monitoraggio dei parametri chimici un giorno di rilevamento si intende completo se:

- ogni ora di rilevamento comprende almeno il 75% di dati primari validi
- nella giornata sono presenti almeno 20 ore di rilevamento valide (nel senso del punto precedente )
- le eventuali 4 ore di rilevamento mancanti non sono consecutive
- nella campagna non si verificano più di 2 giorni con 4 ore di rilevamento mancanti.

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici riportati nella Tabella 2, nella quale per ogni parametro viene indicata l'unità di misura.

Parametro	Unità di misura
Direzione del vento	gradi sessagesimali
Velocità del vento	m/s
Temperatura	°C
Pressione atmosferica	mBar
Umidità relativa	%
Radiazione solare globale	W/m <sup>2</sup>
Precipitazioni	mm

Tabella 2 - Parametri meteorologici da monitorare

I parametri dovranno essere rilevati con punto di prelievo a 10 m dal piano campagna per direzione e velocità del vento e a 2 m per gli altri parametri.

Per quanto riguarda il monitoraggio dei parametri meteorologici un giorno di rilevamento si intende completo se:

- ogni ora di rilevamento comprende almeno il 75% di dati primari validi
- nella giornata sono presenti almeno 20 ore di rilevamento valide (nel senso del punto precedente )
- le eventuali 4 ore di rilevamento mancanti non sono consecutive
- nella campagna non si verificano più di 2 giorni con 4 ore di rilevamento mancanti.

Nel caso in cui non si riesca ad acquisire la quantità di dati prevista con la campagna di misura (come nel caso delle misure chimiche) la stessa verrà prolungata di un periodo tale da raggiungerla.

Nel corso della campagna di misura e della elaborazione dei dati, sarà predisposta la seguente documentazione:

- schede di presentazione delle misure effettuate
- un elaborato che riporti le seguenti informazioni:
- le conclusioni delle attività di monitoraggio (interpretazioni e valutazioni)
- risultati sintetici con l'ausilio di tabelle e grafici
- sintesi sulle metodiche adottate
- strumentazione utilizzata
- eventuali modifiche apportate alle attività di misura e motivazione.

Inoltre per ciascun punto di misura dovranno essere forniti:

- tutti i risultati della fase di analisi sia in termini numerici che grafici
- la serie completa dei dati in formato digitale

### **Metodica A2 È Rilievo delle Polveri sottili (PM10) con campionatore sequenziale**

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione delle polveri sottili prodotte in prossimità delle aree di cantiere.

Le campagne di misura delle polveri sottili PM10 per 15 giorni (metodica A2) vengono definite attraverso delle procedure di misura standardizzate che, in prossimità di sorgenti di emissione quali le attività di cantiere e/o viabilità di cantiere, permettono di monitorare il particolato disperso nei bassi strati dell'atmosfera.

L'ambito di riferimento di tali procedure è quello della verifica delle concentrazioni delle polveri sottili nell'aria al fine di valutare il rispetto degli standard di qualità indicati dal DM n. 60 del 2/04/2002, del D. Lgs. 155 del 13.08.10 e dalle altre normative di settore.

La metodica di seguito descritta prevede la sostituzione automatica ogni 24 ore dei supporti di filtrazione per 15 giorni consecutivi. È in genere auspicabile l'impiego di pompe di captazione dotate di sistemi automatici di campionamento e sostituzione sequenziale dei supporti senza l'ausilio dell'operatore. In questo caso, le operazioni di carico e scarico dei supporti, descritte nel seguito per il singolo supporto, saranno applicate ai 15 supporti necessari per l'intera campagna. La pompa dovrà inoltre essere dotata di sistema automatico di controllo della portata di campionamento, in modo da ripristinare automaticamente ogni variazione rispetto al valore impostato all'inizio della misurazione.

La strumentazione per la misura delle polveri aerodisperse è prescritta dalle leggi nazionali precedentemente citate e consiste in:

- Filtri a membrana: sono dei filtri in fibre di vetro o quarzo di diametro 47 mm circa:
- Supporto per filtrazione: il filtro è sostenuto durante tutto il periodo di tempo in cui è attraversato dall'aria aspirata da un apposito supporto costruito in materiale metallico resistente alla corrosione e con pareti interne levigate. Le dimensioni prescritte per il supporto sono indicate nel DM 60/02. Le due parti del supporto una volta montato il filtro, devono combaciare in modo da evitare qualunque trafilamento d'aria: a tal scopo le due parti risultano premute l'una contro l'altra per mezzo di un dispositivo di blocco tale da non deformare e da non danneggiare il filtro. Il filtro è sostenuto da un disco di materiale sinterizzato o altro mezzo idoneo che impedisca ogni possibile deformazione del filtro e che sia perfettamente resistente alla corrosione. Il diametro della superficie di filtrazione non deve essere inferiore a 36 mm.

- Pompa aspirante: l'aspirazione dei campioni d'aria viene svolta per mezzo di pompe meccaniche a funzionamento elettrico dotate di regolatori di portata.
- Misuratore volumetrico: la misurazione del campione d'aria prelevato viene eseguita mediante contatori volumetrici, con possibilità di totalizzazione.
- Bilancia analitica con sensibilità di 0.001 mg.
- Generatore elettrico: nei casi in cui l'energia elettrica necessaria per il funzionamento della pompa aspirante non possa essere prelevata dalla rete elettrica.
- Sistema di sostituzione dei filtri, indispensabile per rendere automatico il campionamento.

I filtri a membrana vengono forniti etichettati, pesati e pronti per l'uso da un laboratorio accreditato SINAL %Sistema Nazionale per l'Accreditamento di Laboratori+

La taratura dei filtri viene svolta con le seguenti modalità:

- Si contrassegna sul margine ogni filtro avendo cura di non oltrepassare di 5 mm il bordo esterno.
- I filtri contrassegnati vengono condizionati prima di effettuare le pesate (precampionamento) a temperatura di 20 °C per un tempo di condizionamento non inferiore alle 48 ore ed umidità relativa pari al  $50 \pm 5\%$ .
- I filtri così condizionati vengono pesati con bilancia analitica di sensibilità 0.001 mg e conservati negli appositi contenitori etichettati.

La portata della pompa aspirante viene regolata per mezzo di flussimetro ai valori pari a 38,3 l/min. Il misuratore volumetrico è tarato dalla casa costruttrice nell'ambito delle portate di prelevamento in modo che l'errore di misura non superi il 2 %.

Le fasi successive al campionamento consistenti nella determinazione gravimetrica del campione con l'impiego di bilancia analitica condizionamento da laboratorio vengono svolte dallo stesso laboratorio certificato che fornisce i filtri a membrana.

Prima dell'uscita in campagna l'operatore deve richiedere al laboratorio certificato la fornitura di un numero di filtri a membrana di circa il 20% eccedente rispetto al numero minimo richiesto di punti di misura (al fine di avere sufficienti margini di sicurezza in caso di danneggiamento accidentale) e controllare la strumentazione.

La sequenza delle operazioni svolte dagli operatori in corrispondenza del punto di misura sono:

- Sopralluogo all'area di monitoraggio, verifica delle sorgenti di emissione presenti all'interno dell'ambito spaziale di dispersione delle polveri, selezione della posizione di installazione più idonea, anche in relazione a possibili interferenze con le attività svolte dai residenti e all'obiettivo del monitoraggio (ante operam o corso d'opera).
- Installazione del cavalletto di supporto in corrispondenza del punto di misura georeferenziato in modo che lo stesso risulti in piano e, quando possibile, sufficientemente protetto in caso di pioggia.
- Installazione della linea di prelievo nel seguente ordine: supporto di filtrazione, tubo di mandata, cella di deumidificazione al gel di silice, tubo di mandata, pompa aspirante con regolatore di portata e regolatore volumetrico. Il supporto di filtrazione deve venire a trovarsi a circa 1.2÷2.0 m di altezza piano campagna.
- Si collocano i filtri tarati sugli appositi supporti di filtrazione utilizzando una pinzetta e si blocca quindi la ghiera di fissaggio.

- Allacciamento della pompa aspirante alla rete elettrica o, in caso di indisponibilità di utenze elettriche, al gruppo elettrogeno. In questo ultimo caso è necessario che il gruppo elettrogeno operi sopravvento ad una distanza di non effetto rispetto alla pompa di prelievo (non inferiore a 25 m) e, quando possibile, deve essere disposto in posizione schermata.
- Accensione della pompa e regolazione della portata fino ad un valore pari a 38,3 l/min.
- Annotazione sulla scheda di campo dei dati di inizio esposizione della membrana (volume iniziale indicato dal contatore volumetrico, giorno, ora, minuti), della temperatura e pressione iniziale.
- Nel caso in cui in sede di verifica di funzionamento della pompa di captazione si verificasse la necessità di rigenerare il gel di silice è necessario procedere nel seguente modo: spegnere la pompa di captazione, staccare i tubi di mandata dell'aria provenienti dalla testa di captazione e dalla pompa, svitare il coperchio della unità di deumidificazione dell'aria, svuotare il gel di silice esausto (colore rosa) in apposito contenitore, riempire l'unità di deumidificazione con gel di silice rigenerato (colore blu), avvitarlo il coperchio, riposizionare i tubi di mandata e avviare la pompa di captazione. Il tempo complessivo di esecuzione di queste operazioni è di pochi minuti e non è pertanto necessario prolungare oltre le 24 ore il tempo di prelievo della pompa.
- Nel caso in cui in sede di verifica di funzionamento della pompa aspirante si verificasse una riduzione dei valori di portata al di sotto di 38,3 l/min, si deve procedere a regolare di nuovo la portata al valore iniziale o, qualora ciò non fosse tecnicamente possibile, a effettuare il prelievo in due o al massimo tre periodi consecutivi.
- Annotazione sulla scheda di campo dei dati di fine esposizione della membrana (volume finale indicato dal contatore volumetrico, giorno, ora, minuti), della temperatura e pressione finale e delle eventuali anomalie riscontrate.
- Correlazione dei dati rilevati e campo anemologico.

Termine delle operazioni di misura e consegna della membrana al laboratorio chimico certificato per le determinazioni analitiche.

### **Metodica A3- Rilievo qualità aria con centralina fissa**

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dell'inquinamento prodotto da traffico veicolare in prossimità dell'autostrada e delle viabilità di cantiere.

Nel presente documento vengono definite le procedure in continuo per il monitoraggio della qualità dell'aria con centralina fissa (Metodica A3), al fine di valutare il rispetto dei limiti legislativi e eventuali variazioni di concentrazioni conseguenti alla realizzazione del progetto.

Le attività caratterizzanti tale metodica di monitoraggio comprendono:

- Calibrazione della strumentazione ogni 96 ore
- Taratura della strumentazione annuale
- Messa in opera e test dei sistemi di acquisizione, memorizzazione, elaborazione, stampa e trasmissione dei dati
- Esecuzione delle campagne di misura dei parametri chimici e meteorologici
- Elaborazione dei dati

I risultati delle misure saranno riportati nella relazione di riferimento.

Dopo aver effettuato i sopralluoghi sui siti di misura si procederà all'allestimento ed installazione della centralina che dovrà disporre di:

- sistema di acquisizione e validazione dei dati
- sistema di gestione e stampa/trasmissione dei dati raccolti.

I parametri chimici di cui verrà effettuata la misura sono: monossido di Carbonio (CO), ozono (O<sub>3</sub>), ossidi di azoto (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), frazione respirabile delle particelle sospese (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), BaP (secondo le indicazioni del DMA del 25/11/94, del D. Lgs. 152 del 3.08.07 e del D. Lgs. 155 del 13.08.10).

Il BaP verrà determinato per 15 gg. a frequenza trimestrale in modo da valutare la media annuale. Tale inquinante andrà analizzato su campioni aggregati che permettano di valutare la variabilità tra i giorni festivi e feriali.

Anche i metalli Cd e Ni, As, Pb andranno determinati su campioni aggregati ed a frequenza trimestrale (secondo le indicazioni del D. Lgs. 155 del 13.08.10).

La strumentazione utilizzata sarà certificata in conformità a quanto previsto dal D.M. 60/2002, dal D. Lgs. 152/2007 e dal D. Lgs. 155 del 13.08.10.

Inoltre saranno rilevati anche i parametri meteorologici (velocità e direzione del vento, temperatura dell'aria, precipitazioni, radiazione solare globale, pressione atmosferica, umidità relativa).

I parametri monitorati sono riportati nella Tabella 3, nella quale per ogni inquinante viene indicato il tempo di campionamento, l'unità di misura e le eventuali elaborazioni statistiche particolari da effettuare sui dati. Su tutti i parametri dovranno essere comunque svolte le elaborazioni statistiche classiche ossia, massimo, minimo e deviazione standard effettuate sui valori rilevati secondo il tempo di campionamento indicato in tabella.

Parametro	Campionamento	Unità di misura	Elaborazioni statistiche
CO	1h	mg/m <sup>3</sup>	Media su 8 ore / Media oraria/ media giornaliera
NO, NO <sub>2</sub>	1h	µg/m <sup>3</sup>	media su 1 h/ media giornaliera
NO <sub>x</sub>	1h	µg/m <sup>3</sup>	media su 1 h media giornaliera
PM <sub>10</sub>	24 h	µg/m <sup>3</sup>	media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>
PM <sub>2.5</sub>	24 h	µg/m <sup>3</sup>	media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	1 h	µg/m <sup>3</sup>	media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>
O <sub>3</sub>	1 h	µg/m <sup>3</sup>	media annuale su 1 h/media giornaliera
IPA . BaP	24 h	µg/m <sup>3</sup>	media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Verrà eseguita sulle misure acquisite

Tabella 3 . Inquinanti da monitorare

Le elaborazioni statistiche verranno effettuate sui dati acquisiti.

Per quanto concerne i percentili k-esimi si procederà nel seguente modo:

dato un numero N di campionamenti, ordinati i valori della concentrazione in modo crescente, si definisce k-esimo percentile  $C_k$  il valore di concentrazione che occupa il  $(k \cdot N / 100)$ esimo posto nella sequenza.  $C_k$  coincide con la concentrazione  $C_i$  che soddisfa le seguenti due condizioni:

- la sommatoria delle frequenze associate ai valori di concentrazione minori o uguali a  $C_{i-1}$  risulta minore di  $(k \cdot N / 100)$ ;
- la sommatoria delle frequenze associate ai valori di concentrazione minori o uguali a  $C_i$  risulta maggiore o uguale a  $(k \cdot N / 100)$ .

Per quanto riguarda il monitoraggio dei parametri chimici un giorno di rilevamento si intende completo se:

- ogni ora di rilevamento comprende almeno il 75% di dati primari validi;
- nella giornata sono presenti almeno 20 ore di rilevamento valide (nel senso del punto precedente );
- le eventuali 4 ore di rilevamento mancanti non sono consecutive.

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici riportati nella Tabella 4, nella quale per ogni parametro viene indicata l'unità di misura.

Parametro	Unità di misura
Direzione del vento	gradi sessagesimali
Velocità del vento	m/s
Temperatura	°C
Pressione atmosferica	mBar
Umidità relativa	%
Radiazione solare globale	W/m <sup>2</sup>
Precipitazioni	mm

Tabella 4 . Parametri meteorologici da monitorare

I parametri dovranno essere rilevati con punto di prelievo a 10 m dal piano campagna per direzione e velocità del vento e a 2 m per gli altri parametri.

Per quanto riguarda il monitoraggio dei parametri meteorologici un giorno di rilevamento si intende completo se:

- ogni ora di rilevamento comprende almeno il 75% di dati primari validi;
- nella giornata sono presenti almeno 20 ore di rilevamento valide (nel senso del punto precedente );
- le eventuali 4 ore di rilevamento mancanti non sono consecutive.

Per ciascuna centralina dovranno essere forniti:

- tutti i risultati della fase di analisi sia in termini numerici che grafici;
- la serie completa dei dati in formato digitale;

- una sintesi dei risultati.

### **Rilievi traffico**

I dati di traffico (numero medio orario di transiti e velocità medie orarie) acquisiti attraverso le banche dati di Autostrade per l'Italia S.p.A. - andranno correlati agli inquinanti atmosferici rilevati dalle centraline e mezzi mobili centraline localizzate lungo il tracciato autostradale.

La disponibilità dei dati di traffico infatti può consentire un'analisi dei fenomeni rilevati finalizzata alla individuazione delle fonti di eventuali alterazioni ambientali; in particolare la correlazione tra gli indicatori di controllo dell'inquinamento dell'aria e la sorgente autostradale consente di discriminare i contributi del traffico autostradale nella formazione dei livelli ambientali.

I dati sui volumi di traffico saranno suddivisi per carreggiata e per classe di veicoli, secondo il seguente criterio:

- veicoli leggeri, cioè di peso inferiore a 3.5 t;
- veicoli pesanti, di peso superiore a 3.5 t.

### **3.3.2. Rumore**

Il progetto di monitoraggio utilizza una serie di metodiche di misura standardizzate in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici di conoscenza dell'ambiente sonoro ed una elevata ripetibilità delle misure.

Le metodiche di monitoraggio utilizzate sono le seguenti:

Metodica R2 Misure di 24 ore, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi attività di cantiere.

Metodica R3 Misure di 7 giorni, postazioni fisse non assistite da operatore, per rilievi di traffico veicolare.

Metodica R4 Misure di breve periodo in ambiente abitativo per la verifica del limite differenziale

Metodica R4bis Misure di breve periodo in ambiente abitativo per la verifica degli interventi di mitigazione diretti sui ricettori.

In linea di massima per la scelta delle tecniche di monitoraggio sono stati utilizzati i criteri illustrati nel seguito.

Per le postazioni ante operam, riferite alla caratterizzazione delle aree interessate dal futuro esercizio, sono state ipotizzate misure con metodica tipo R3

Per le postazioni ante operam, riferite alla caratterizzazione delle aree dei cantieri principali e secondari, dei fronti di avanzamento cantierizzati per la realizzazione dei nuovi tracciati o per l'ampliamento di quelli attuali, degli imbocchi di gallerie, delle cave e depositi, sono state ipotizzate misure con metodiche tipo R1, R2, R4 presso i ricettori più significativi, per consentire la verifica del livello assoluto e differenziale.

Per le postazioni corso d'opera è stata ipotizzata la ripetizione delle misure negli stessi punti e con le stesse metodiche previste per le postazioni ante operam delle aree dei cantieri principali e secondari, degli imbocchi di gallerie, delle cave e depositi. Inoltre sono previsti rilievi finalizzati al collaudo dei cantieri e dei fronti di avanzamento con metodica R5. In tale fase si provvederà ad eseguire un collaudo dei mezzi presenti nei cantieri e nei fronti di avanzamento con metodica R6, finalizzata a verificare che le potenze sonore

massime attribuite ai mezzi di cantiere nelle simulazioni di impatto approvate siano garantite in corso d'opera.

Per le postazioni post operam è stata ipotizzata l'esecuzione di misure settimanali (metodica R3) per le postazioni interessate dal futuro esercizio. Inoltre in tale fase sono previste delle misure con metodica R4bis per la verifica degli interventi di mitigazione diretti sui ricettori (finestre silenti, etc.) come prescritto dall'art. 6 del DPR n. 142 del 2004.

Per la scelta del periodo di monitoraggio valgono le prescrizioni della buona pratica ingegneristica, unitamente alle raccomandazioni contenute nelle norme UNI ed ISO di settore e nel Decreto sulle modalità di misura del rumore.

La caratterizzazione acustica di un ambiente o di una sorgente richiede la definizione di una serie di indicatori fisici ( $L_{eq}$ , SEL,  $L_{max}$ ,  $L_n$ , composizione spettrale) per mezzo dei quali ~~è~~ ~~etichettare~~ il fenomeno osservato.

Tale caratterizzazione, ottenuta con strumentazione conforme alle prescrizioni contenute nelle direttive comunitarie/leggi nazionali o fornite in sede di regolamentazione tecnica delle misure del rumore, deve riguardare le condizioni di esercizio o di funzionamento in cui può normalmente operare la sorgente o il mix di sorgenti di emissione presenti nell'opera.

Considerando la necessità di confrontarsi con il DPCM 14.11.1997 deve essere assunto come indicatore primario il livello equivalente continuo diurno e notturno e, come indicatori secondari, una serie di descrittori del clima acustico in grado di permettere una migliore interpretazione dei fenomeni osservati.

Le stazioni di monitoraggio devono permettere l'acquisizione del decorso storico dei parametri generali di interesse acustico necessari per l'interpretazione e la validazione dei dati: livello massimo, livello equivalente, distribuzione dei livelli statistici, livello minimo. Inoltre, se esistono elementi indiziali sulla presenza di componenti tonali o impulsive, come nel caso di rumori emessi da macchine o attività di cantiere, è necessario acquisire in tempo reale il decorso storico degli indicatori e la distribuzione spettrale in terzi di ottava.

### **R2 È misure di 24 ore con postazione semi-fissa**

La metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità prodotti dalle attività di cantiere.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 24 ore consecutive. Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni minuto. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{Aeq,1min}$
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow ( $L_{AImax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{ASmax}$ )
- i livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L99.

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) è ricavato in laboratorio per mascheramento del dominio temporale esterno al periodo considerato.

Si provvederà inoltre ad ogni rilievo al riconoscimento della presenza delle seguenti componenti:

#### **Riconoscimento di componenti impulsive**

Il rumore presenta Componenti Impulsive (CI) quando sono verificate le condizioni seguenti:

- ripetitività di n eventi impulsivi ( $n \geq 10$ /ora di giorno e  $n \geq 2$ /ora di notte);

- differenza tra LA<sub>Imax</sub> e LA<sub>Smax</sub> superiore a 6 dB;
- durata dell'evento a -10 dB dal valore LA<sub>Fmax</sub> inferiore a 1 s.

La ripetitività deve essere dimostrata mediante registrazione grafica del livello di pressione sonora ponderato A fast effettuata durante il tempo di misura TM.

#### Riconoscimento di componenti tonali

Al fine di individuare la presenza di Componenti Tonalì (CT) nel rumore, si effettua un'analisi spettrale per bande normalizzate di 1/3 di ottava. Si considerano esclusivamente le CT aventi carattere stazionario nel tempo ed in frequenza. Utilizzando filtri paralleli, il livello dello spettro stazionario è evidenziato dal livello minimo in ciascuna banda. Per individuare componenti tonali alla frequenza di incrocio di due filtri di 1/3 di ottava devono essere utilizzati filtri a maggior potere selettivo, quali quelli FFT o di 1/n di ottava ( $n \geq 6$ ).

L'analisi deve essere svolta nell'intervallo di frequenza compreso tra 20 Hz e 20 KHz. Si è in presenza di una CT se il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti per almeno 5 dB.

Qualora le componenti tonali si manifestino alle basse frequenze (CB), ovvero nel dominio di frequenza 20÷200 Hz, se ne deve dare indicazione nel rapporto di misura.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da rilevarsi i parametri meteorologici.

Ciascuna scheda deve riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure.

#### Operazioni di analisi

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Il segnale, filtrato ed integrato, è registrato all'interno del fonometro come record di un file di misura. Attraverso l'utilizzazione di apposito software, installato su computer, tramite cavo seriale RS-232, il record di misura è trasferito da fonometro a computer per essere ulteriormente analizzato (eventuali mascheramenti, documentazione di componenti tonali e/o impulsive) ed essere rappresentato in forma grafica.

Vengono redatte apposite schede di sintesi. Queste, similmente alle schede compilate in campo, oltre a riportare la descrizione del ricettore e delle operazioni di misura, contengono anche i risultati delle analisi dei rilievi. Esse sono corredate dagli output grafici di documentazione delle misure.

Qualora si registri la presenza di componenti tonali è necessario integrare le schede con la documentazione dello spettro minimo del livello di pressione sonora in bande di 1/3 di ottava o in bande a maggior potere selettivo nel dominio di frequenza 20Hz ÷ 20KHz (in forma grafica e/o tabellare).

In presenza di componenti impulsive è necessario integrare le schede con la documentazione del livello di pressione sonora ponderato A fast effettuata durante il tempo di misura TM.

#### **R3 È misure di 7 giorni con postazione fissa**

Questa metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità prodotti dal traffico veicolare.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 7 giorni consecutivi. Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni minuto. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{Aeq,1min}$
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow ( $L_{AImax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{ASmax}$ )
- i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99.
- I livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) relativamente a ciascun giorno della settimana ed alla settimana stessa è calcolato in fase di analisi.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da rilevarsi i parametri meteorologici.

Ciascuna scheda deve riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure.

Si precisa che le misure saranno eseguite in conformità a quanto previsto dal DM 16-3-98, e che pertanto, qualora nell'intervallo settimanale alcune misurazioni non risultassero utilizzabili (causa fattori meteo-climatici ecc.), le stesse saranno prolungate fino all'acquisizione di dati relativi a 7 giornate valide;

#### Operazioni di analisi

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Attraverso l'utilizzazione di apposito software, installato su computer, tramite cavo seriale RS-232, il record di misura è trasferito da fonometro a computer per essere ulteriormente analizzato (eventuali mascheramenti) ed essere rappresentato in forma grafica.

#### **R4 È verifica del limite differenziale in ambiente abitativo**

La metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione del livello differenziale di rumore (LD), ottenuto come differenza aritmetica tra il livello di rumore ambientale LA (livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A prodotto da tutte le sorgenti di rumore) ed il livello di rumore residuo LR (livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A rilevato escludendo la sorgente sonora disturbante). La verifica è da compiersi in ambiente abitativo all'interno nel periodo di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h). I rilievi in periodo notturno verranno eseguiti solo in presenza di lavorazioni presso le aree di cantiere. I rilevamenti devono essere compiuti sia a finestre aperte che chiuse. La verifica deve essere eseguita in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s. Le misure svolte con metodica di breve durata R4 verranno sempre estese alla durata di 24 ore mediante confronto con i dati rilevati dalla corrispondente misura R2 eseguita in ambiente esterno. L'estensione viene eseguita sincronizzando i due fonometri e calcolando la differenza di livello interno / esterno a finestre aperte e chiuse in occasione del rilievo interno presenziato dal T.C.. Tali differenze vengono poi applicate al livello rilevato in ambiente esterno, ricampionato a passi di 30q il risultato confrontato con le soglie di applicabilità e i limiti di legge.

#### Misurazione del rumore ambientale a finestre aperte

La misura deve essere effettuata a finestre completamente aperte. Il parametro acustico da determinarsi è livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LA,FA in presenza della sorgente sonora disturbante. Il tempo di misura TM deve essere non inferiore a 5 minuti. Il rilievo deve essere effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A. La verifica deve essere compiuta all'interno del periodo di riferimento diurno e notturno. Se il livello misurato è inferiore a 50 dB(A) il disturbo è da ritenersi accettabile.

#### Misurazione del rumore ambientale a finestre chiuse

La misura deve essere effettuata a finestre completamente chiuse. Il parametro acustico da determinarsi è livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LA,FC in presenza della sorgente sonora disturbante. Il tempo di misura TM deve essere non inferiore a 5 minuti. Il rilievo deve essere effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A. La verifica deve essere compiuta all'interno del periodo di riferimento diurno e notturno. Se il livello misurato è inferiore a 35 dB(A) il disturbo è da ritenersi accettabile.

#### Misurazione del rumore residuo a finestre aperte

La misura deve essere effettuata a finestre completamente aperte. Il parametro acustico da determinarsi è livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LR,FA in assenza della sorgente sonora disturbante. Il tempo di misura TM deve essere non inferiore a 5 minuti. Il rilievo deve essere effettuato con costante di tempo fast e ponderazione A.

#### Misurazione del rumore residuo a finestre chiuse

La misura deve essere effettuata a finestre completamente chiuse. Il parametro acustico da determinarsi è livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LR,FC in assenza della sorgente sonora disturbante. Il tempo di misura TM deve essere non inferiore a 5 minuti. Il rilievo deve essere effettuato con costante di tempo fast e ponderazione A.

Si provvederà inoltre ad ogni rilievo al riconoscimento della presenza delle seguenti componenti:

#### Riconoscimento di componenti impulsive

Il rumore presenta Componenti Impulsive (CI) quando sono verificate le condizioni seguenti:

- ripetitività di n eventi impulsivi ( $n \geq 10$ /ora di giorno e  $n \geq 2$ /ora di notte);
- differenza tra LA<sub>Imax</sub> e LAS<sub>max</sub> superiore a 6 dB;
- durata dell'evento a -10 dB dal valore LAF<sub>max</sub> inferiore a 1 s.

La ripetitività deve essere dimostrata mediante registrazione grafica del livello di pressione sonora ponderato A fast effettuata durante il tempo di misura TM.

#### Riconoscimento di componenti tonali

Al fine di individuare la presenza di Componenti Tonalì (CT) nel rumore, si effettua un'analisi spettrale per bande normalizzate di 1/3 di ottava. Si considerano esclusivamente le CT aventi carattere stazionario nel tempo ed in frequenza. Utilizzando filtri paralleli, il livello dello spettro stazionario è evidenziato dal livello minimo in ciascuna banda. Per individuare componenti tonali alla frequenza di incrocio di due filtri di 1/3 di ottava devono essere utilizzati filtri a maggior potere selettivo, quali quelli FFT o di 1/n di ottava ( $n \geq 6$ ).

L'analisi deve essere svolta nell'intervallo di frequenza compreso tra 20 Hz e 20 KHz. Si è in presenza di una CT se il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti per almeno 5 dB.

Qualora le componenti tonali si manifestino alle basse frequenze (CB), ovvero nel dominio di frequenza 20÷200 Hz, se ne deve dare indicazione nel rapporto di misura.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da rilevarsi i parametri meteorologici.

Ciascuna scheda deve riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure.

#### Operazioni di analisi

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Il segnale, filtrato ed integrato, è registrato all'interno del fonometro come record di un file di misura. Attraverso l'utilizzazione di apposito software, installato su computer, tramite cavo seriale RS-232, il record di misura è trasferito da fonometro a computer per essere ulteriormente analizzato (eventuali mascheramenti, documentazione di componenti tonali e/o impulsive) ed essere rappresentato in forma grafica.

Vengono redatte apposite schede di sintesi. Queste, similmente alle schede compilate in campo, oltre a riportare la descrizione del ricettore e delle operazioni di misura, contengono anche i risultati delle analisi dei rilievi. Esse sono corredate dagli output grafici di documentazione delle misure.

Qualora si registri la presenza di componenti tonali è necessario integrare le schede con la documentazione dello spettro minimo del livello di pressione sonora in bande di 1/3 di ottava o in bande a maggior potere selettivo nel dominio di frequenza 20Hz ÷ 20KHz (in forma grafica e/o tabellare).

In presenza di componenti impulsive è necessario integrare le schede con la documentazione del livello di pressione sonora ponderato A fast effettuata durante il tempo di misura TM.

#### **R4 bis È verifica degli interventi diretti sul ricettore in ambiente abitativo**

La metodica di monitoraggio ha come finalità la verifica degli interventi di mitigazione diretti sui ricettori. La misura è da compiersi in ambiente abitativo all'interno del periodo di riferimento diurno (6÷22h) e/o notturno (22÷6h). I rilevamenti devono essere compiuti solo a finestre a chiuse. La verifica deve essere eseguita in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s.

#### Misurazione del rumore ambientale a finestre chiuse

La misura deve essere effettuata a finestre completamente chiuse. Il parametro acustico da determinarsi è livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LA,FC in presenza della sorgente sonora disturbante. Il tempo di misura TM deve essere non inferiore a 20 minuti. Il rilievo deve essere effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A.

I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq,1s
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAI<sub>max</sub>, LAF<sub>max</sub>, LAS<sub>max</sub>)
- i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da

i parametri meteorologici.

Ciascuna scheda deve riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure.

#### Operazioni di analisi

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Attraverso l'utilizzazione di apposito software, installato su computer, tramite cavo seriale RS-232, il record di misura è trasferito da fonometro a computer per essere ulteriormente analizzato (eventuali mascheramenti) ed essere rappresentato in forma grafica.

### **3.3.3. Vibrazioni**

Il progetto di monitoraggio utilizza una serie di metodiche di misura standardizzate in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici dell'indagine ed una elevata ripetibilità.

Le metodiche di monitoraggio utilizzate sono le seguenti.

Metodica V1 Misure di breve periodo finalizzate al disturbo;

Metodica V2 Misure di breve periodo finalizzate al danno.

In linea di massima per la scelta delle tecniche di monitoraggio sono stati utilizzati i criteri illustrati nel seguito.

- Per le postazioni ante operam, riferite alla caratterizzazione delle aree interessate dalle attività di corso d'opera, sono state ipotizzate misure con metodica tipo V1.
- Per le postazioni di corso d'opera sono state ipotizzate misure sugli stessi punti dell'ante operam, con metodiche tipo V1,V2.
- Per le postazioni post operam relative ai ricettori più significativi sono state ipotizzate misure sugli stessi punti ante operam riferiti all'esercizio con metodica tipo V1.

#### **V1 È valutazione del disturbo negli edifici**

La metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dell'accelerazione efficace complessiva ponderata secondo la norma UNI 9614 nel dominio di frequenza 1÷80 Hz.

La tecnica di monitoraggio consente di misurare le vibrazioni (continue od intermittenti) immesse negli edifici ad opera di sorgenti di eccitazione, al fine di valutare il disturbo per le persone residenti. La valutazione, ai sensi delle norme UNI 9614 ed ISO 2631-2, si effettua nel luogo, nel momento e nelle condizioni in cui solitamente si manifesta il disturbo. Le suddette procedure non si applicano per la valutazione delle vibrazioni considerate come possibile causa di danni strutturali o architettonici agli edifici.

Le operazioni di monitoraggio avvengono esclusivamente in edifici sedi di attività umana. I rilievi vibrometrici sono da effettuarsi nei locali abitati in corrispondenza dei quali il fenomeno vibratorio è presumibilmente maggiore. È prevista almeno una verifica in un

locale del primo e dell'ultimo solaio abitati dell'edificio prescelto. Essa deve essere effettuata sul pavimento in corrispondenza della posizione prevalente del soggetto esposto. Qualora questa non sia individuabile, i rilievi sono effettuati a centro ambiente. Gli assi di monitoraggio sono la classe verticale Z, perpendicolare al pavimento, e la classe orizzontale X-Y, perpendicolare alla parete del locale più vicina alla sorgente eccitante.

#### Misurazione delle vibrazioni residue

Prima della misurazione del fenomeno vibratorio oggetto dell'indagine è da eseguirsi la misura delle vibrazioni residue. Esse sono costituite dalla somma di tutti i segnali di qualunque origine con l'eccezione del segnale dovuto alla sorgente esaminata. I parametri di misura sono conformi a quelli riportati al punto successivo.

#### Misurazione delle vibrazioni oggetto dell'indagine

I rilievi sono effettuati nei locali in assenza degli occupanti al fine di minimizzare il disturbo dovuto alle vibrazioni non afferenti all'indagine in corso. L'operatore deve distare dal trasduttore ad una distanza tale da minimizzare il disturbo e dovrà essere in grado di seguire costantemente l'andamento del segnale sull'analizzatore.

Le operazioni di misura sono precedute da una verifica dell'intensità del segnale in corrispondenza del fenomeno vibratorio in esame ed una regolazione della dinamica dell'analizzatore o del preamplificatore in modo tale da evitare fenomeni di saturazione. Tale fase consente di individuare la tipologia di vibrazione (stazionarie, transitorie, impulsive) e di selezionare la metodologia di misura più idonea (diretta o indiretta).

Qualora si verifichi la presenza di fenomeni di tipo impulsivo è da adottarsi esclusivamente la metodologia di misura di tipo indiretto con registrazione del segnale con DAT e successiva analisi in laboratorio. Nei restanti casi sono ammesse sia la metodologia diretta sia quella indiretta. In tutti i casi le misure sono da eseguirsi in concomitanza con il fenomeno vibratorio e devono avere una durata tale da caratterizzarlo, comunque non inferiore a 60 secondi. Adottando la metodologia diretta i rilievi dovranno essere effettuati in LINEARE, filtri di 1/3 di ottava, costante di integrazione SLOW e scansione temporale di 1 secondo.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classificazione UNI 9614), la descrizione delle due postazioni individuate al primo e all'ultimo solaio, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, della classe di misura e di eventuali note. Tale scheda deve essere possibilmente simile a quella utilizzata per la presentazione finale delle analisi dei dati.

I riferimenti temporali annotati sulla scheda devono coincidere con quelli visualizzati sull'analizzatore o sul DAT. A tal fine si raccomanda sempre di controllare all'inizio di ogni ciclo di misure i parametri data e ora memorizzati sulla strumentazione ed eventualmente sincronizzarli con l'orologio dell'operatore.

#### Operazioni di analisi (vibrazioni stazionarie o transitorie)

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Qualora la misura sia stata effettuata in modo diretto, il segnale è presente all'interno dell'analizzatore come record di un file di misura. Nel caso in cui la misura sia stata effettuata in modo indiretto, il segnale, registrato in campo analogicamente su cassetta DAT, deve essere trasferito all'analizzatore per essere filtrato. L'operazione avviene in laboratorio tramite l'ausilio di due appositi cavi mini-jack/BNC collegati ai due canali di uscita del registratore DAT ai due canali di ingresso dell'analizzatore.

Al termine dell'acquisizione il segnale è registrato all'interno dell'analizzatore come record di un file di misura.

Nel caso di monitoraggio indiretto, le operazioni di analisi sono precedute dalla verifica della calibrazione della strumentazione.

Attraverso l'utilizzazione del software NOISEWORK, installato su computer, tramite cavo seriale RS-232, il record di misura è trasferito da analizzatore a computer e salvato come file NOISEWORK, con estensione \*.NW, per essere analizzato in un secondo tempo.

L'analisi consiste nelle seguenti fasi :

#### Mascheramento

Visualizzazione del parametro %accelerazione vs time+, identificazione dell'evento (solo nel caso di vibrazioni transitorie) e mascheramento degli istanti esterni al dominio temporale in cui si verifica la vibrazione.

#### Ponderazione in frequenza e calcolo dell'accelerazione complessiva

Filtraggio del segnale mediante filtri di ponderazione conformi alla norma UNI 9614, tali da circoscrivere l'analisi all'interno del dominio di frequenza 1÷80 Hz. A riguardo, a titolo cautelativo, è preferibile optare per i filtri di ponderazione previsti per la postura non nota o variabile (assi combinati). Determinazione del livello di accelerazione complessiva ponderata in frequenza (livello equivalente per le vibrazioni transitorie).

#### Verifica delle vibrazioni residue

Confronto tra il livello di accelerazione complessiva ponderata in frequenza ed il livello di accelerazione residua. Eventuale calcolo del livello di accelerazione complessiva corretta ai sensi della norma UNI 9614 e verifica della significatività della misura. La misura non è da ritenersi significativa se la differenza tra il livello complessivo ponderato delle vibrazioni misurate e quelle residue è inferiore a 6 dB.

#### Valutazione del disturbo

Confronto tra il livello di accelerazione complessiva ponderata in frequenza (eventualmente corretta) ed i livelli di accelerazione limite riportati nei Prospetti II e III in Appendice alla norma UNI 9614. Formulazione di un giudizio sulla tollerabilità del disturbo sulla base della differenza tra tali livelli nonché sulla durata e la frequenza del fenomeno.

#### Operazioni di analisi (vibrazioni impulsive)

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Il segnale, registrato in campo analogicamente su cassetta DAT, è trasferito all'analizzatore per essere filtrato. Questo avviene in laboratorio tramite l'ausilio di due appositi cavi mini-jack/BNC collegati ai due canali di uscita del registratore DAT ai due canali di ingresso dell'analizzatore. Le operazioni di analisi sono precedute dalla verifica della calibrazione della strumentazione.

La sequenza delle operazioni di analisi da seguire è la seguente:

#### Filtraggio FFT

Il segnale viene analizzato in lineare con filtri FFT (Fast Fourier Transform) nel dominio delle frequenze 1÷10.000 Hz. La risoluzione in frequenza  $RF$  è funzione della frequenza massima di analisi ( $B = 2.5 \div 10$  KHz), del numero di righe selezionato ( $N = 100 \div 800$ ) e del fattore di zoom ( $ZF = 1 \div 512$ ). Essa è ricavabile dalla seguente espressione:

$$RF = B / (ZF \cdot N) \quad [Hz]$$

La scelta del tempo di integrazione (averaging time) è condizionata dalla variabilità temporale del fenomeno osservato e dal dominio di frequenza esaminato. Tale parametro deve comunque essere inferiore all'intervallo temporale che rappresenta un significativo cambiamento delle caratteristiche spettrali.

Al fine di restringere l'analisi in un dominio di frequenza e di tempo congruo ai sensi della norma UNI 9614, è consigliabile adottare i seguenti parametri di analisi:

- Frequenza massima (Base-band) :  $B = 2.5 \text{ KHz}$
- Numero di righe :  $N = 400$
- Fattori di ingrandimento (Zoom Factor) :  $ZF = 2 \div 16$
- Finestra temporale : Hanning

L'analizzatore deve consentire di visualizzare e registrare lo spettro massimo di accelerazione occorso durante la misura (modalità MX SPEC) come record di un file di misura. Attraverso l'utilizzazione del software NOISEWORK, installato su computer, tramite cavo seriale RS-232, il record di misura è quindi trasferito da analizzatore a PC e salvato come file NOISEWORK, con estensione \*.NW, per essere analizzato in un secondo tempo.

#### Ponderazione in frequenza e calcolo dell'accelerazione complessiva

Filtraggio del segnale mediante i filtri di ponderazione indicati dalla norma UNI 9614 tali da circoscrivere l'analisi all'interno del dominio di frequenza 1÷80 Hz. A riguardo, a titolo cautelativo, è preferibile optare per i filtri di ponderazione previsti per la postura non nota o variabile (assi combinati). Determinazione del livello di accelerazione di picco ponderata in frequenza.

#### Valutazione del disturbo

Determinazione del valore efficace di accelerazione (corrispondente al valore di accelerazione di picco FFT, essendo l'analizzatore calibrato in r.m.s.). Quantificazione del numero N di impulsi giornalieri e determinazione del valore limite ai sensi della norma UNI 9614 (Punto A.3 e Prospetto V dell'appendice della norma). Confronto tra il valore di accelerazione efficace complessiva ponderata in frequenza ed il valore di accelerazione limite. Formulazione di un giudizio sulla tollerabilità del disturbo sulla base della differenza tra tali livelli nonché sulla durata e la frequenza del fenomeno.

#### V2 È valutazione del danno agli edifici

La metodica di monitoraggio ha come finalità dell'indagine la determinazione della velocità di picco secondo la norma UNI 9916 nel dominio di frequenza 1÷100 Hz; tale parametro è ricavato per integrazione semplice dell'accelerazione di picco lineare nel dominio suddetto. Solo per sorgenti vibrazionali come le esplosioni il dominio di frequenze viene esteso fino a 300 Hz

La tecnica di monitoraggio consente di misurare le vibrazioni indotte negli edifici da sorgenti di eccitazione allo scopo di permetterne la valutazione degli effetti con riferimento alla risposta strutturale ed integrità architettonica degli edifici stessi. La valutazione, effettuata ai sensi della norma UNI 9916, è necessaria ogniqualvolta si è in presenza di livelli di vibrazione superiori alla soglia di disturbo umano (vedere procedure V1). Le suddette procedure non si applicano per la valutazione degli effetti di disturbo sull'uomo.

Le operazioni di monitoraggio avvengono in corrispondenza di edifici. I rilievi vibrometrici sono da effettuarsi presso le zone degli edifici nelle quali il fenomeno vibratorio è presumibilmente maggiore. È prevista almeno una verifica alla base ed all'ultimo solaio delle costruzioni. Nel caso di assenza di fondazioni la verifica deve essere effettuata alla

base del muro di sostegno esterno. Gli assi di monitoraggio sono l'asse verticale Z, perpendicolare al terreno, e l'asse orizzontale X-Y, perpendicolare alla parete dell'edificio prossima alla sorgente di vibrazione.

#### Misurazione delle vibrazioni residue

Prima della misurazione del fenomeno vibratorio oggetto dell'indagine è da eseguirsi la misura delle vibrazioni residue. Esse sono costituite dalla somma di tutti i segnali di qualunque origine con l'eccezione del segnale dovuto alla sorgente esaminata. I parametri di misura sono conformi a quelli riportati al punto successivo.

#### Misurazione delle vibrazioni oggetto dell'indagine

I rilievi sono effettuati in modo tale da minimizzare il disturbo dovuto alle vibrazioni non afferenti all'indagine in corso. L'operatore deve distare dal trasduttore ad una distanza tale da minimizzare il disturbo e dovrà essere in grado di seguire costantemente l'andamento del segnale sull'analizzatore o sul DAT.

Le operazioni di misura sono precedute da una verifica dell'intensità del segnale in corrispondenza del fenomeno vibratorio in esame ed una regolazione della dinamica dell'analizzatore o del preamplificatore in modo tale da evitare fenomeni di saturazione. Tale fase consente di individuare la tipologia di vibrazione, la variazione temporale del fenomeno e di selezionare la metodologia di misura più idonea.

Qualora si verifichi la presenza di fenomeni di tipo impulsivo è da adottarsi esclusivamente la metodologia di misura di tipo indiretto con registrazione del segnale con DAT e successiva analisi in laboratorio. Nei restanti casi sono ammesse sia la metodologia diretta sia quella indiretta. In tutti i casi le misure sono da eseguirsi in concomitanza con il fenomeno vibratorio e devono avere una durata tale da caratterizzarlo. Adottando la metodologia diretta il segnale viene filtrato linearmente con filtri FFT (Fast Fourier Transform) nel dominio delle frequenze 1÷10.000 Hz. La risoluzione in frequenza RF è funzione della frequenza massima di analisi (B = 2.5÷10 KHz), del numero di righe selezionato (N = 100÷800) e del fattore di zoom (ZF = 1÷512). Essa è ricavabile dalla seguente espressione:

$$RF = B / (ZF \cdot N) \quad [Hz]$$

La scelta del tempo di integrazione (averaging time) è condizionata dalla variabilità temporale del fenomeno osservato nonché del dominio di frequenza considerato. Tale parametro deve comunque essere inferiore all'intervallo temporale che rappresenta un significativo cambiamento delle caratteristiche spettrali.

Al fine di restringere l'analisi in un dominio di frequenza e di tempo congruo ai sensi della norma UNI 9916, è consigliabile adottare i seguenti parametri di analisi:

- Frequenza massima (Base-band) : B = 2.5 KHz
- Numero di righe : N = 400
- Fattori di ingrandimento (Zoom Factor) : ZF = 2÷16
- Finestra temporale : Hanning

L'analizzatore deve consentire di visualizzare e registrare lo spettro massimo di accelerazione occorso durante la misura (modalità MX SPEC) come record di un file di misura. Attraverso l'utilizzazione del software NOISEWORK, installato su computer.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classificazione UNI 9916), la descrizione delle due postazioni individuate al primo e all'ultimo solaio, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, dell'asse di misura e di

eventuali note. Tale scheda deve essere possibilmente simile a quella utilizzata per la presentazione finale delle analisi dei dati.

I riferimenti temporali annotati sulla scheda devono coincidere con quelli visualizzati sull'analizzatore. A tal fine si raccomanda sempre di controllare all'inizio di ogni ciclo di misure i parametri data e ora memorizzati sulla strumentazione ed eventualmente sincronizzarli con l'orologio dell'operatore.

#### Operazioni di analisi

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Qualora la misura sia stata effettuata in modo diretto, il segnale è presente all'interno dell'analizzatore come record di un file di misura. Nel caso in cui la misura sia stata effettuata in modo indiretto, il segnale, registrato in campo analogicamente su cassetta DAT, deve essere trasferito all'analizzatore per essere filtrato. L'operazione avviene in laboratorio tramite l'ausilio di due appositi cavi mini-jack/BNC collegati ai due canali di uscita del registratore DAT ai due canali di ingresso dell'analizzatore.

Al termine dell'acquisizione il segnale è registrato all'interno dell'analizzatore come record di un file di misura.

Nel caso di monitoraggio indiretto, le operazioni di analisi sono precedute dalla verifica della calibrazione della strumentazione. La calibrazione è da ritenersi accettabile se il livello di accelerazione misurato è pari a  $143 \pm 0,3$  dB (errore di  $\pm 3\%$ ). In caso contrario, agendo sull'analizzatore, si procede ad una taratura reiterata sino al raggiungimento della condizione suddetta.

Attraverso l'utilizzazione del software NOISEWORK, installato su computer, tramite cavo seriale RS-232, il record di misura è trasferito da analizzatore a computer e salvato come file NOISEWORK, con estensione \*.NW, per essere analizzato in un secondo tempo.

L'analisi consiste nelle seguenti fasi:

#### Filtraggio

Filtraggio del segnale mediante filtri passa alto e passa basso conformi alla norma UNI 9916 tali da circoscrivere l'analisi all'interno del dominio di frequenza  $1 \div 100$  Hz. Integrazione semplice del valore di accelerazione di picco al fine di ricavarne la relativa velocità.

#### Verifica delle vibrazioni residue

Confronto tra il valore di velocità dovuto alla sorgente in esame ed il valore di velocità residua. Eventuale correzione del valore di velocità e verifica della significatività della misura. La misura non è da ritenersi significativa se la differenza tra il valore delle vibrazioni misurate è inferiore al doppio del valore delle vibrazioni residue.

#### Valutazione del rischio

In base alla categoria del ricettore (Norma DIN 4150/3, categorie 1,2,3) ed alla postazione di misura (fondazioni, pavimento), confronto tra il valore della velocità di picco ed i limiti riportati nel Prospetto IV dell'Appendice B della norma UNI 9916. Formulazione di un giudizio sull'entità di rischio in base alla differenza tra tali livelli e sulla frequenza del fenomeno.

### 3.3.4. Componente acque superficiali

La valutazione dei potenziali effetti indotti sul comparto idrico superficiale dalla costruzione dell'ampliamento autostradale, avverrà attraverso l'analisi e il confronto dei dati di monitoraggio raccolti prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera, con riferimento al quadro evolutivo dei fenomeni naturali aggiornato nel corso delle indagini. Verrà fatto riferimento agli indicatori specifici descritti nel seguito, la cui interpretazione sarà comunque sempre riferita al quadro di qualità ambientale complessivo.

Nella fase di monitoraggio ante operam verrà effettuato un numero di campagne di misura tali da fornire una caratterizzazione significativa dello stato quali-quantitativo dei corsi d'acqua potenzialmente interessati dalle lavorazioni, con le relative fluttuazioni stagionali. Nella fase di corso d'opera le campagne di misura verranno eseguite con una frequenza maggiore a quella prevista per la fase precedente, in modo da poter evidenziare eventuali modifiche ed alterazioni. Le specifiche relative all'esecuzione delle indagini, con il dettaglio delle frequenze e della distribuzione di metodiche e analisi, verranno descritte in modo dettagliato ed esaustivo nei paragrafi seguenti.

Le attività di monitoraggio prevedono controlli mirati all'accertamento dello stato quali-quantitativo delle risorse idriche superficiali. Tali controlli consistono in indagini del seguente tipo:

- Indagini quantitative: misure di portata e livelli idrometrici;
- Indagini qualitative: specifici parametri chimico-fisici, chimici, batteriologici e biologiche;

Le indagini non saranno eseguite possibilmente quando i corpi idrici si troveranno in regime di magra o piena, in quanto ciò potrebbe influire sull'attendibilità degli esiti analitici.

#### Indagini quantitative

Il monitoraggio quantitativo è mirato alla contestualizzazione dei valori provenienti dalle analisi qualitative chimiche, fisiche e batteriologiche; verranno rilevati i seguenti parametri:

- Portata

È un parametro che quantifica l'entità dei deflussi, fornendo un dato che può essere messo in relazione sia al quadro di riferimento del regime idrologico del corso d'acqua, sia ai parametri chimico-fisici di qualità dell'acqua per valutare l'entità dei carichi di inquinanti che defluiscono nella sezione di controllo (dato essenziale per la stima di bilanci di inquinanti nella rete idrografica).

Nelle campagne di misura la rilevazione della portata verrà eseguita effettuando misure correntometriche. Tali misure potranno essere eseguite sia utilizzando mulinelli, provvisti di un set di eliche, idonee per misure in qualsiasi condizione di velocità, sia con strumentazione doppler (correntometro doppler). Secondo il principio di Doppler quando una sorgente sonora si muove rispetto ad un ricevente fermo, avviene uno spostamento della frequenza sonora fra trasmettente e ricevente. Il correntometro usa il principio Doppler, misurando lo spostamento di frequenza del suono riflesso dalle particelle della sostanza in sospensione. Quando necessario le sezioni di misura verranno predisposte al rilievo eseguendo la pulizia del fondo e delle sponde, regolarizzando il più possibile le condizioni di flusso, attrezzando le sponde o i manufatti esistenti per applicare i dispositivi di supporto e di calata. Sulla stessa sezione fluviale, nel caso di misure ripetute in periodi diversi, verranno per quanto possibile mantenute metodiche e condizioni di misura analoghe, per favorire la confrontabilità dei dati.

Il calcolo della portata e dell'errore relativo viene eseguito applicando il principio "velocità x area" con il metodo della doppia integrazione conforme alle indicazioni della Norma ISO sotto riportata.

\* ISO 748-1997 Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts - Méthodes d'exploration du champ des vitesses.

Si elencano di seguito i passi seguiti per la elaborazione.

- Calcolo dei valori puntuali di velocità a partire dai dati di misura, in base alle curve di taratura dei mulinelli.
- Calcolo delle coordinate batimetriche della sezione e della posizione dei punti di misura delle velocità.
- Integrazione dei profili di velocità e calcolo delle velocità medie sulle verticali di misura.
- Definizione della curva delle portate specifiche (velocità medie x altezze).
- Integrazione della curva precedente e calcolo delle portate parziali relative alle singole verticali e della portata complessiva.
- Calcolo dei parametri caratteristici della misura (dati geometrici, velocità media e max., ecc.).
- Confronto dei dati della misura con i valori di riferimento indicati dalla Normativa ISO ed esecuzione di test di controllo della qualità della misura.

#### Indagini qualitative

Le procedure di campionamento ed analisi da applicare per il monitoraggio dei parametri chimico-fisici e batteriologici faranno integralmente riferimento alla normativa tecnica sotto indicata.

Norme IRSA-CNR

Norme UNICHIM-UNI

Norme ISO

ISO 5667-1/1980 (Guidance on the design of sampling programmes);

ISO 5667-2/1991 (Guidance on sampling techniques);

ISO 5667-3/1985 (Guidance on the preservation and handling of samples);

ISO 5667-10/1992 (Guidance on sampling of waste waters);

ISO/TC 147 (Water quality);

ISO STANDARDS COMPENDIUM-ENVIRONMENT/WATER QUALITY.

#### Parametri chimico-fisici

I parametri chimico-fisici potranno fornire un'indicazione generale sullo stato di qualità delle acque dei corsi d'acqua preesistente l'inizio dei lavori ed in relazione alle problematiche di interferenza con le opere autostradali in costruzione. Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Temperatura
- pH
- Conducibilità elettrica
- Ossigeno disciolto
- Solidi Sospesi Totali
- Torbidità

Nelle acque superficiali il pH è caratterizzato da variazioni giornaliere e stagionali, ma anche dal rilascio di scarichi di sostanze acide e/o basiche; la conducibilità elettrica specifica esprime il contenuto di sali disciolti ed è strettamente correlata al grado di mineralizzazione e quindi della solubilità delle rocce a contatto con le acque; brusche variazioni di conducibilità possono evidenziare la presenza di inquinamenti. La concentrazione dell'ossigeno disciolto dipende da diversi fattori naturali, tra i quali la pressione parziale in atmosfera, la temperatura, la salinità, l'azione fotosintetica, le condizioni cinetiche di deflusso. Brusche variazioni di ossigeno disciolto possono essere correlate a scarichi civili, industriali e agricoli. Una carenza di ossigeno indica la presenza di quantità di sostanza organica o di sostanze inorganiche riducenti. La solubilità dell'ossigeno è in funzione della temperatura e della pressione barometrica; pertanto, i risultati analitici devono essere riferiti al valore di saturazione caratteristico delle condizioni effettive registrate al momento del prelievo. La presenza di organismi fotosintetici: (alghe, periphyton e macrofite acquatiche) influenza il valore di saturazione di ossigeno, comportando potenziali condizioni di ipersaturazione nelle ore diurne e di debito di ossigeno in quelle notturne. I solidi in sospensione totali sono indicativi, in associazione con la torbidità rilevata strumentalmente, di potenziali alterazioni riconducibili ad attività dirette di cantiere o a interventi in grado di alterare il regime delle velocità di flusso in alveo o l'erosività del suolo (sistemazioni idrauliche, aree di cantiere, di cava o discarica; sistemazioni idrogeologiche, dissesti ecc.). L'entità e la durata di concentrazioni acute di solidi in sospensione ha ripercussioni sulla qualità degli habitat per macroinvertebrati e fauna ittica.

#### Parametri chimici e microbiologici acque

Le analisi chimiche e microbiologiche daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di  $\%_{bianco+}$  dei corsi d'acqua. Scopo del Piano di monitoraggio della componente idrica superficiale è l'analisi di parametri che usualmente risentono in maniera maggiore delle opere di cantierizzazione. I parametri previsti sono infatti tipicamente legati ai fenomeni di inquinamento da traffico veicolare, fra cui i metalli pesanti e legati ad eventuali impatti con le lavorazioni, come attività di macchine operatrici di cantiere, sversamenti e scarichi accidentali, lavaggio di cisterne e automezzi, getti e opere in calcestruzzo, dilavamento di piazzali, presenza di campi e cantieri. Verranno rilevati i seguenti parametri:

- C.O.D.
- Idrocarburi totali
- Alluminio
- Cadmio
- Cromo totale
- Cromo VI
- Ferro
- Manganese
- Mercurio
- Nichel
- Piombo
- Zinco
- Cloruri
- Solfati
- Calcio
- BOD5
- Escherichia coli
- Nitrati
- Nitriti

- Ammoniaca
- Tensioattivi totali
- Fosforo totale

Il C.O.D. esprime la quantità di ossigeno consumata per l'ossidazione chimica delle sostanze organiche e inorganiche presenti nell'acqua; elevati valori di COD possono essere indice della presenza di scarichi domestici, zootecnici e industriali. I cloruri sono sempre presenti nelle acque in quanto possono avere origine minerale. Valori elevati possono essere collegati a scarichi civili, industriali e allo spandimento di fertilizzanti clorurati e all'impiego di sali antigelo sulle piattaforme stradali. Possono inoltre derivare da processi di depurazione anche nei cantieri, dove viene utilizzato l'acido cloridrico (HCl) come correttore di pH, oppure derivano dal processo di potabilizzazione per aggiunta di ipoclorito di sodio NaClO, utilizzato per ossidare le sostanze presenti nell'acqua, liberando ossigeno; Cromo, Nichel, Zinco, sono metalli potenzialmente riferibili al traffico veicolare; cadmio e mercurio sono indicativi della classe di qualità dei corsi d'acqua correlabile alle possibilità di vita dei pesci. La presenza di alcuni metalli può essere inoltre correlata alle lavorazioni, in quanto presenti nel calcestruzzo (cromo) o tramite vernici, zincature e cromature. La presenza di oli e idrocarburi è riconducibile all'attività di macchine operatrici di cantiere, a sversamenti accidentali, al lavaggio di cisterne e automezzi e al traffico veicolare. La presenza di nitrati, nitriti, ammoniaca, tensioattivi e BOD5 è direttamente riferibile ad inquinamento di tipo antropico e domestico (scarichi civili, presenza di campi cantiere).

Le unità di misura dei vari parametri rilevati verranno fornite conformemente alla metodica utilizzata e secondo quanto riportato sul relativo rapporto di prova.

#### Parametri biologici e fisiografici . ambientali

Per quanto riguarda i parametri biologici, le popolazioni ittiche e di macroinvertebrati bentonici sono condizionate dagli ambienti fisici che le ospitano, le cui variazioni in termini morfologico-idraulici e fisico-chimici producono alterazioni nelle caratteristiche della distribuzione tipologica e quantitativa delle specie e, conseguentemente, modificazioni degli indicatori biologici. Le lavorazioni autostradali possono inoltre provocare modifiche ed alterazioni alla vegetazione perfluviale e alle caratteristiche morfologiche e conseguente perdita o diminuzione della salute ecologica dei corsi d'acqua. Tramite la determinazione di questi parametri si avrà quindi la possibilità di valutare lo stato ecologico dei corsi d'acqua e l'effetto di alterazioni ed inquinamenti delle acque sulle popolazioni di microrganismi. Vengono determinati i seguenti indici:

- Multi-habitat proporzionale (M.H.P.)
- Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)

Il Metodo MHP (Multi-habitat proporzionale), o MacrOper, si basa su un approccio multihabitat, che prevede una raccolta dei macroinvertebrati in corsi d'acqua in linea con le richieste della legge europea 2000/60/EC. Tale raccolta, che deve essere effettuata con un retino Surber (un particolare tipo di retino che consente che permette di raccogliere gli organismi presenti in un'area delimitata da una cornice metallica rettangolare e quindi di dimensioni note) per habitat con profondità inferiori a 0.5m oppure con un retino immanicato nel caso di habitat caratterizzati da profondità maggiori di 0,5m, deve essere proporzionale all'estensione relativa dei diversi habitat osservati in un sito fluviale. La presenza degli habitat nel sito di campionamento oggetto d'indagine deve essere stimata prima di procedere al campionamento stesso. I macroinvertebrati bentonici sono caratterizzati da una limitata mobilità, da un lungo ciclo vitale, dalla presenza di gruppi con differente sensibilità alle cause di alterazione e da molteplici ruoli nella catena trofica. Inoltre la relativa facilità di campionamento e di identificazione di questi organismi, e la loro

ampia diffusione nei corsi d'acqua, rendono i macroinvertebrati bentonici particolarmente adatti all'impiego nel biomonitoraggio e nella valutazione della qualità dei fiumi. La maggior parte delle popolazioni di invertebrati bentonici è soggetta a cicli vitali stagionali; pertanto, per poter correttamente definire la composizione tassonomica di un sito, le abbondanze degli individui e la diversità, le stagioni di campionamento devono essere chiaramente stabilite (si ricorda tuttavia che la stagione di campionamento più adatta è soprattutto legata al tipo fluviale in esame). Va evitato il campionamento in una o più delle seguenti situazioni: durante o subito dopo eventi di piena; - durante o subito dopo periodi di secca estrema; per impedimenti a causa di fattori ambientali nella stima dell'estensione relativa degli habitat (ad esempio in caso di elevata torbidità). In quest'ultimo caso, se il campionamento viene effettuato egualmente, è possibile segnalare sulla Scheda che il campionamento è avvenuto in condizioni non ottimali per la corretta quantificazione della presenza dei diversi microhabitat. Il sito campionato deve essere rappresentativo di un tratto più ampio del fiume in esame cioè, se possibile, dell'intero corpo idrico come previsto dalla Direttiva 2000/60. La procedura di campionamento richiede un'analisi della struttura in habitat del sito e pertanto, dopo aver selezionato la sezione migliore procedendo con il riconoscimento e la descrizione dei microhabitat, si procede al campionamento. Questo deve essere iniziato dal punto più a valle dell'area oggetto d'indagine proseguendo verso monte, in modo da non disturbare gli habitat prima del campionamento. Il protocollo di campionamento dei macroinvertebrati bentonici dei corsi d'acqua guadabili (predisposto dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici in stretta collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) definisce le tecniche di campionamento da adottare anche in base al tipo di habitat e di substrato. Una volta raccolto il campione si procede in campo all'identificazione dei taxa. In genere il campione può essere smistato in toto sul campo. Gli individui raccolti tramite rete vengono trasferiti in vaschette e quindi si procede allo smistamento e alla stima delle abbondanze dei diversi taxa. In generale si richiede il conteggio preciso degli organismi fino alla soglia dei dieci individui. Per i taxa il cui numero di individui superi tale soglia si ritiene praticabile fornire direttamente un'indicazione della stima mediante conteggio approssimativo, anziché limitarsi a valutare solo la classe di abbondanza. Per gli organismi che richiedono controlli o approfondimenti tassonomici, sarà necessaria una verifica in laboratorio. In generale il metodo MHP garantisce un'efficienza di cattura superiore al metodo IBE (Indice Biotico Estes), permettendo così il riconoscimento di un maggior numero di taxa e una miglior definizione della struttura della comunità degli invertebrati bentonici. Si prevede pertanto, l'utilizzo del metodo MHP e non del metodo IBE in quanto quest'ultimo non è più contemplato dalla normativa tra i criteri tecnici per la classificazione, venendo sostituito dal sistema MacrOper o MHP. In particolare il metodo MHP è stato approvato tramite il Decreto Ministeriale 8/11/2010 n° 260.

L'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F. . APAT 2007) è un metodo di valutazione dello stato di salute ecologica degli ambienti fluviali, basato sull'analisi speditiva dei parametri morfologici, strutturali e biotici dell'ecosistema preso in considerazione. È un metodo di indagine ambientale per il controllo e il monitoraggio ecologico degli ambienti fluviali a scopo di tutela degli stessi. Il periodo di rilevamento più idoneo per un'applicazione corretta è quello compreso tra il regime idraulico di morbida e quello di magra, e comunque in un periodo di attività vegetativa. L'Indice consiste in una scheda di 14 domande suddivise nei seguenti gruppi funzionali: condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante, ampiezza relativa dell'alveo bagnato e struttura fisica e morfologica delle rive, individuazione delle tipologie che favoriscono la diversità ambientale e la capacità di autodepurazione di un corso d'acqua, caratteristiche biologiche attraverso analisi della comunità macrobentica e macrofita e della conformazione del detrito). Il valore di IFF finale permette di valutare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e la funzionalità del corso d'acqua (9 classi da ottimo a pessimo). Il tratto fluviale analizzato sarà sufficientemente esteso per individuare eventuali alterazioni e modifiche indotte dalle lavorazioni autostradali

ed interesserà, per ogni corso d'acqua, sia il tratto a monte che a valle dell'interferenza autostradale.

Entrambi i parametri (M.H.P. e I.F.F.) forniscono risposte sugli effetti di condizionamento ambientale a medio-lungo termine e consentono di eseguire estrapolazioni per ricercare le caratteristiche ottimali di riferimento per l'ambiente fluviale nel suo complesso.

### 3.3.5. Componente acque sotterranee

La valutazione dei potenziali effetti indotti sul comparto idrico sotterraneo dalla costruzione e dall'esercizio dell'autostrada avverrà attraverso l'analisi e il confronto dei dati di monitoraggio raccolti prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera, con riferimento al quadro evolutivo dei fenomeni naturali aggiornato nel corso delle indagini. Nella fase di monitoraggio in ante operam verrà effettuato un numero di campagne di misura tali da fornire una caratterizzazione significativa dello stato quali-quantitativo degli acquiferi potenzialmente interessati dalle lavorazioni, con le relative fluttuazioni stagionali. Nella fase di corso d'opera le campagne di misura verranno eseguite con la stessa frequenza prevista per la fase precedente, in modo da poter evidenziare eventuali modifiche ed alterazioni. Le specifiche relative all'esecuzione delle indagini, con il dettaglio delle frequenze e della distribuzione di metodiche e analisi, verranno descritte in modo dettagliato ed esaustivo nei paragrafi seguenti.

Le attività di monitoraggio prevedranno controlli mirati all'accertamento dello stato quali-quantitativo delle risorse idriche sotterranee. I parametri che verranno monitorati saranno indicativi di quelle che, potenzialmente, potrebbero essere le tipologie più probabili di alterazione e di inquinamento derivanti dalla realizzazione delle opere autostradali.

Tali controlli consisteranno in indagini del seguente tipo:

- Indagini quantitative;
- Indagini qualitative: specifici parametri fisici e chimico-batteriologici.

#### Indagini quantitative

Verrà rilevato il seguente parametro:

- Livello piezometrico su pozzi;

Il monitoraggio quantitativo è mirato alla valutazione di massima degli andamenti stagionali della falda e delle modalità di deflusso delle acque sotterranee, al fine di individuare eventuali interferenze che le opere in sottterraneo possono operare sul deflusso di falda. Il conseguimento di tali finalità richiede la disponibilità di dati sufficienti a definire le curve di ricarica e di esaurimento della falda.

Al momento dell'avvio del monitoraggio ante operam verranno aggiornati i dati relativi alle sorgenti e ai pozzi esistenti e/o ai nuovi piezometri realizzati ad hoc mediante nuovi sopralluoghi e la redazione di schede sintetiche descrittive dei dati caratteristici di tutti i punti monitorati.

#### Indagini qualitative

Le procedure di campionamento ed analisi da applicare per il monitoraggio dei parametri chimico-fisici e batteriologici faranno integralmente riferimento alla normativa tecnica sotto indicata.

Norme IRSA-CNR

Norme UNICHIM-UNI

## Norme ISO

- ISO 5667-1/1980 (Guidance on the design of sampling programmes);
- ISO 5667-2/1991 (Guidance on sampling techniques);
- ISO 5667-3/1985 (Guidance on the preservation and handling of samples);
- ISO 5667-10/1992 (Guidance on sampling of waste waters);
- ISO/TC 147 (Water quality);
- ISO STANDARDS COMPENDIUM-ENVIRONMENT/WATER QUALITY.

### Indagini qualitative . parametri chimico-fisici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Temperatura
- pH
- Conducibilità

La determinazione dei parametri chimico . fisici fornirà una indicazione generale sullo stato di qualità delle acque di falda in relazione alle problematiche di interferenza con le opere autostradali in costruzione. Significative variazioni di pH possono essere collegate a fenomeni di dilavamento di conglomerati cementizi e contatto con materiale di rivestimento di opere in sotterraneo. Variazioni della conducibilità elettrica possono essere ricondotti a fenomeni di dilavamento di pasta di cemento con conseguente aumento del contenuto di ioni o sversamenti accidentali. Infine variazioni significative di temperatura possono indicare modifiche o alterazioni nei meccanismi di alimentazione della falda (sversamenti, apporti di acque superficiali).

### Indagini qualitative . parametri chimici e microbiologici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Bicarbonato
- Calcio
- Sodio
- Cloruri
- Solfati
- Magnesio
- Potassio
- Nitrati
- Escherichia Coli
- C.O.D.
- Idrocarburi totali
- Alluminio
- Cromo totale
- Cromo VI
- Ferro
- Manganese
- Nichel
- Piombo

La determinazione di specifici parametri chimici, oltre a fornire una caratterizzazione di massima della circolazione idrica sotterranea, è finalizzata alla valutazione delle eventuali problematiche di interferenza qualitativa tra acquifero ed opere in sotterraneo (dilavamento di acque di cantiere, contatto con i materiali di rivestimento, scavi approfonditi fino a livello

della falda ) o eventuali sversamenti accidentali collegati alle attività dei cantieri e dei campi cantiere (idrocarburi totali, escherichia coliö ). Le opere in sotterraneo sono potenzialmente in grado di determinare il drenaggio delle falde oppure l'alterazione dal punto di vista qualitativo per contatto tra acque sotterranee e materiali di rivestimento. Le alterazioni qualitative che possono determinarsi dal contatto tra acque sotterranee e materiali di rivestimento sono numerose e possono verificarsi in caso di interferenza diretta tra corpi idrici, e nel caso di circuiti idrogeologici brevi e superficiali; effetti di questo tipo sono quindi prospettabili per le captazioni poste a valle delle opere.

Le unità di misura dei vari parametri rilevati verranno fornite conformemente alla metodica utilizzata e secondo quanto riportato sul relativo rapporto di prova.

### 3.3.6. Componente Fauna

Il piano di monitoraggio si pone come obiettivo la verifica degli impatti attesi in seguito alle opere di progetto (nuovo tratto autostradale, cantieri e viabilità di servizio connesse).

Si ritiene che tale verifica possa essere condotta in modo esauriente prendendo in considerazione sottoaree di dimensioni tali da poter essere monitorate per più indicatori faunistici nel corso della stagione fenologica delle diverse specie.

I criteri generali cui si è fatto riferimento per la scelta degli indicatori sono :

- rappresentatività: l'indicatore deve essere correlabile con i fenomeni che si vogliono controllare (per quanto possibile con componenti biotiche soggette all'influenza di numerose variabili di tipo antropico ed ecologico);
- accessibilità: deve essere facilmente misurabile, campionabile ed avere una soglia di rilevanza analitica accessibile con tecniche standard;
- sensibilità: l'indicatore deve riprodurre fedelmente i mutamenti in atto.
- affidabilità: deve avere valori minimi di errori sistematici;
- operatività: deve essere direttamente e facilmente utilizzabile per quantificare azioni di intervento.

Come principio generale, per tutti gli indicatori faunistici, i rilievi verranno condotti adottando uno schema spaziale lungo transetti a distanza crescente dalle opere (strade e/o cantieri).

#### INDICATORI FAUNISTICI

Il monitoraggio si basa sull'analisi dei gruppi zoologici che nello Studio di Impatto Ambientale sono indicati come maggiormente esposti al disturbo causato dalle lavorazioni.

Di seguito si elencano i gruppi proposti per il monitoraggio:

Uccelli: i rilievi saranno finalizzati alla definizione qualitativa della comunità presente e all'osservazione dei cambiamenti del popolamento ornitico nel tempo. I metodi di raccolta dati prevedono l'osservazione diretta o indiretta (canti, richiami) senza uso di trappole lesive.

In particolare per rilevare eventuali variazioni nella struttura e densità delle popolazioni ornitiche, in relazione alle fasi di costruzione ed esercizio dell'infrastruttura, è stato scelto un metodo di censimento relativo e precisamente il metodo delle stazioni di ascolto (Blondel et al., 1970).

Tale metodo si basa sul rilevamento speditivo degli uccelli da un prefissato numero di punti di osservazione e di ascolto adeguatamente distribuiti all'interno dell'area di studio.

In ogni punto, per una durata di ascolto standardizzata definita in 10 minuti, dovrà essere effettuata la registrazione su una apposita scheda di ciascuna specie ornitica vista o sentita cantare, prendendo nota quando possibile del sesso, dell'età (giovani o adulti) e delle principali attività in corso. Segnali di nidificazione come nidi, canti di allarme, individui in lotta o che portano cibo o materiale per il nido sono particolarmente utili.

Prima di iniziare il conteggio sarà necessario aspettare qualche minuto per minimizzare il disturbo arrecato agli uccelli dall'arrivo dell'osservatore.

La metodologia prevede l'annotazione della posizione approssimativa degli uccelli, registrando gli individui in differenti bande di distanza (ad es. prima banda fino a 50 m e seconda banda oltre i 50 m).

Ogni rilevamento andrà associato ad una descrizione delle caratteristiche dell'ambiente circostante il punto di ascolto quali la presenza di alberi, arbusti, costruzioni, siepi ecc.

I rilevamenti vanno iniziati poco dopo l'alba, momento in cui si ha la più intensa attività canora del maggior numero di specie e devono terminare per mezzogiorno, quando si inizia ad osservare un decremento nei canti. È consigliato effettuare alcuni rilevamenti serali o notturni (per i rapaci notturni).

I conteggi non devono essere effettuati in condizioni meteorologiche sfavorevoli: vento forte, pioggia, freddo intenso.

La distribuzione dei punti di ascolto deve essere effettuata in maniera sistematica all'interno delle aree omogenee, in modo da coprire con una griglia tutta l'area della stazione di monitoraggio, suddivisa in unità ambientali omogenee definite in base a rilievi sul campo.

Per evitare di conteggiare gli individui più di una volta, i punti di ascolto saranno posti ad una distanza minima tra loro di 200 m. Saranno necessari circa 20 punti per ciascuna stazione di studio, che potranno essere marcati con paletti o strisce per consentirne il ritrovamento alle visite successive.

Le indagini verranno condotte come indicato di seguito:

- durante la stagione riproduttiva dovranno essere effettuate alcune visite in modo da assicurare il rilievo sia delle specie che nidificano all'inizio della stagione riproduttiva sia di quelle che nidificano a stagione già inoltrata e in modo da tenere conto delle variazioni stagionali nella rilevabilità delle singole specie;
- durante l'inverno dovranno essere effettuate circa due uscite in modo da rilevare le specie svernanti.

Particolare attenzione dovrà essere prestata al censimento di eventuali rapaci segnalando per ciascuna specie il numero di individui, di coppie, di nidi e il successo riproduttivo.

In seguito ai rilievi saranno calcolati i seguenti indici:

- Ricchezza specifica;
- Valore di frequenza percentuale;
- Indice di somiglianza (Soerensen);
- Rapporto tra Non Passeriformi e Passeriformi;
- Valore ornitico;

Anfibi: i rilievi saranno finalizzati alla definizione qualitativa della comunità presente, con raccolta dati quantitativi su alcune specie di interesse a livello e all'evoluzione dei popolamenti durante le interferenze dovute alle lavorazioni.

Il censimento avverrà attraverso ricerca nei siti riproduttivi in modo da rilevare le specie di Anfibi Anuri (rospi, rane) e Urodeli (salamandre, tritoni) presenti nel territorio senza ricorrere a metodi che possono risultare cruenti per gli animali (cattura con trappole ecc.).

La metodologia prevede la ricerca sistematica degli animali nei siti riproduttivi (stagni, corsi d'acqua, pozze temporanee, fossi ecc.). Le specie vengono rilevate tramite osservazioni e conteggi diretti degli individui adulti, delle larve e delle ovature.

L'indagine deve essere compiuta nel periodo riproduttivo, che si estende a seconda della specie nei mesi che vanno da febbraio a giugno, sia durante il giorno sia durante la notte. Poiché l'attività riproduttiva viene interrotta se le condizioni meteorologiche sono sfavorevoli, è consigliabile quando possibile svolgere i rilievi conseguentemente a un evento di precipitazioni o durante periodi ad elevata umidità.

Il numero di animali fornisce una stima dell'abbondanza relativa, utile nel comparare nel tempo i cambiamenti che possono avvenire nelle popolazioni in conseguenza a fattori di impatto.

In seguito ai rilievi saranno calcolati i seguenti indici:

- Ricchezza specifica;
- Valore di frequenza percentuale;
- Indice di somiglianza (Soerensen);
- Sex ratio;
- N° ovature;

### 3.3.7. Componente Vegetazione

La scelta degli indicatori atti a monitorare le variazioni dello stato ambientale sulla componente vegetazione ha preso in considerazione i seguenti parametri:

- rappresentatività: l'indicatore deve essere correlabile con i fenomeni che si vogliono controllare (per quanto possibile con componenti biotiche soggette all'influenza di numerose variabili di tipo antropico ed ecologico);
- accessibilità: deve essere facilmente misurabile, campionabile facilmente ed avere una soglia di rilevabilità analitica accessibile con tecniche standard;
- affidabilità: deve avere valori minimi di errori sistematici;
- operatività: deve essere direttamente e facilmente utilizzabile per quantificare azioni di intervento;
- economicità: i costi di rilevamento e di elaborazione devono risultare il più possibile contenuti.

Il potenziale impatto determinato sulla vegetazione dalle fasi di costruzione ed esercizio dell'adeguamento autostradale verranno determinati tramite le seguenti metodologie di monitoraggio:

#### Rilevamento del Valore Vegetazionale d'Alveo (VVA)

Lo studio viene condotto individuando le tipologie vegetazionali costituite dalla vegetazione igrofila che si sviluppa lungo la fascia perifluviale e conduce al calcolo del Valore Vegetazionale d'Alveo.

Il rilevamento ha luogo sia mediante l'utilizzo di carte della vegetazione, sia tramite uscite sul campo, e porta alla suddivisione del corso d'acqua in tratti omogenei dal punto di vista vegetazionale. La composizione specifica non viene analizzata in dettaglio, ma il campo di indagine è circoscritto alle specie dominanti e più frequenti, in modo particolare ai taxa antropocori, che costituiscono dei buoni indicatori del grado di disturbo della vegetazione.

Ogni tipologia vegetazionale, come si può vedere nella tabella alla pagina seguente, è caratterizzata da un punteggio, detto *valore vegetazionale* che le viene attribuito sulla base della sua *distanza* da una situazione ottimale, che è quella che potrebbe esistere in condizioni non disturbate

1) <u>AREE NUDE COPERTE DA VEGETAZIONE MOLTO DISPERSA</u>	v.v.a. <sub>j</sub> = 1
1.1. Aree di alveo prive di acqua nei periodi di magra (greti)	
1.2. Roccia nuda ed erosioni a calanco	
2) <u>AMBIENTI ACQUATICI CON VEGETAZIONE SCARSA O NULLA</u>	v.v.a. <sub>j</sub> = 3
2.1. Alveo fluviale con acque correnti (alveo di magra)	
2.2. Ambienti con notevole sviluppo di vegetazione palustre	
3) <u>VEGETAZIONE DISTURBATA DI POSTCOLTURA</u>	v.v.a. <sub>j</sub> = 4
3.1. Vegetazione erbacea	
3.2. Praterie cespugliate	
3.3. Praterie alberate	
4) <u>VEGETAZIONE RIPARIALE A BASSI ALBERI</u>	v.v.a. <sub>j</sub> = 9-15
4.1. Alneti      v.v.a. <sub>j</sub> = 15	
4.2. Saliceti    v.v.a. <sub>j</sub> = 10	
4.3. Arbusteti misti    v.v.a. <sub>j</sub> = 9	
5) <u>VEGETAZIONE RIPARIALE CON ALBERI ALTI PIÙ DI 5 M</u>	v.v.a. <sub>j</sub> = 6-12
5.1. Pioppeti    v.v.a. <sub>j</sub> = 12	
5.2. Salicopioppeti    v.v.a. <sub>j</sub> = 12	
5.3. Boschi delle pendici circostanti l'alveo    v.v.a. <sub>j</sub> = 6	
6) <u>VEGETAZIONE DI ORIGINE ANTROPICA</u>	v.v.a. <sub>j</sub> = 1
6.1. Pioppeti colturali	
6.2. Rimboschimenti latifoglie	
6.3. Seminativi, pascoli e praterie da sfalcio	
6.4. Frutteti e orti	
6.5. Parchi pubblici, zone sportive, parchi e giardini ville	
6.6. Vegetazione ruderale	
7) <u>AREE ANTROPIZZATE CON VEGETAZIONE SCARSA O NULLA</u>	v.v.a. <sub>j</sub> = 0

- 7.1. Aree urbane
- 7.2. Zone soggette ad estrazione
- 7.3. Terreni rimaneggiati
- 7.4. Laghi e laghetti artificiali

*Tipi vegetazionali e valori vegetazionali di alveo (da FERRARI e DELLAQUILA, 1995)*

La vegetazione di riferimento attesa od ottimale, cioè a maggior valore di naturalità, è quella degli alneti, in quanto in condizioni di naturalità la vegetazione ripariale tenderebbe naturalmente ad evolvere raggiungendo via via stadi più avanzati della serie dinamica della vegetazione, fino ad uno stadio di climax, rappresentato dagli alneti. I punteggi più bassi vengono conferiti alle situazioni di minore stabilità o minore naturalità.

In seguito al rilievo di campo viene calcolato il VVA (Valore Vegetazionale di Alveo)

Indice di naturalità e stabilità della vegetazione riparia.

$$V.V.A. = \frac{v.v.a.t.}{v.v.a.t.max}$$

dove:

v.v.a.t.max = il massimo valore vegetazionale di alveo territoriale attribuibile al corso d'acqua in oggetto se questo fosse caratterizzato per l'intero sviluppo lineare dalla vegetazione a maggior valore;

v.v.a.t. = valore vegetazionale di alveo totale, ottenuto sommando i valori vegetazionali di alveo territoriali v.v.a.t.j dell'intero corso d'acqua. I v.v.a.t.j. si ottengono moltiplicando il valore vegetazionale di alveo v.v.a.j (attribuito ad ogni tipo vegetazionale rilevato sulla base delle sue caratteristiche di stratificazione e composizione specifica) per lo sviluppo lineare in Km lungo il corso d'acqua del tipo di vegetazione.

Si prevede una campagna all'anno nelle fasi di ante, corso e post operam.

## 4. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

Per quanto riguarda la durata delle fasi operative si è fatto riferimento a quanto riportato nella tabella seguente.

Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam
12 mesi	36 mesi	12 mesi

Tabella 5 . Durata delle varie fasi di monitoraggio

La durata dell'intera attività di **monitoraggio**, comprensiva anche delle fasi ante e post operam, risulta quindi pari a **60 mesi**.

Nei paragrafi seguenti vengono riportati il dettaglio delle attività di monitoraggio previste, delle misure e le relative frequenze riferite alle diverse metodiche di rilievo selezionate per ciascuna componente ambientale individuata sulla base delle analisi e delle valutazioni riportate nel Capitolo 3.

### 4.1. Componente Antropica

Dato il non elevato grado di urbanizzazione della zona interessata dall'intervento, le componenti più strettamente legate alla sfera antropica, in particolare la qualità dell'aria e il clima acustico e vibrazionale, non risultano particolarmente vulnerabili e sensibili.

È stata quindi definita e strutturata una rete di monitoraggio ambientale dedicata ai suddetti aspetti e suddivisa nelle seguenti componenti ambientali: Atmosfera, Rumore e Vibrazioni.

#### 4.1.1. Atmosfera

Le misure di ante, corso e post operam verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nella tavola allegata ed elencati nella tabella n. 6, con le metodiche di riferimento e con frequenza trimestrale per le metodiche A1, A2 ed in continuo con la metodica A3 (da definire in accordo con ARPA la ubicazione definitiva della centralina fissa).

La centralina andrà ubicata in prossimità dei ricettori sensibili e l'impatto determinato dall'ampliamento dell'infrastruttura, come evidenziato nel SIA, è trascurabile. Il monitoraggio con centralina fissa consentirà di valutare anche l'impatto delle lavorazioni in fase di corso d'opera.

In particolare i valori rilevati dalle centraline verranno elaborati da un file excel che, dopo avere epurato la base dati da quelli riconosciuti non validi, eseguirà una verifica della performance del sistema di monitoraggio calcolando il rapporto tra dati validi e i dati attesi e tra i dati validi e i dati rilevati. Questa analisi verrà svolta sia sui dati totali sia sui dati con centralina sottovento, sopravvento o in condizioni di calma di vento. A tal scopo verrà determinato un settore angolare che discrimina le direzioni sottovento da quelle sopravvento rispetto all'asse autostradale. Con calma di vento sarà considerata la condizione anemologica che, nella serie storica dei dati validati, è contraddistinta dalla assenza di velocità di vento (per convenzione si considerano gli eventi con velocità del vento minore o uguale a 0,3 m/s).

Alla compilazione delle prime tabelle di riepilogo seguiranno le operazioni mirate a visualizzare il decorso temporale degli inquinanti e dei dati meteorologici.

La rappresentazione grafica dei valori orari rilevati sarà organizzata sia su base settimanale che su tutto il periodo di riferimento (4 o 5 settimane a seconda dei casi); per la direzione

prevalente del vento verrà inoltre visualizzata una rosa dei venti centrata sulla stazione di monitoraggio che aiuta la comprensione dell'andamento di questo parametro.

Successivamente, per ogni inquinante, verranno calcolati sia i parametri statistici richiesti dalla vigente normativa, sia alcuni ulteriori parametri complementari utili a descriverne il comportamento.

I parametri statistici elaborati sono:

- per CO, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>:
  1. il valore medio e il valore massimo orario rilevato;
  2. il minimo ed il massimo dei valori massimi giornalieri;
  3. il minimo ed il massimo dei valori medi giornalieri;
  4. il minimo ed il massimo dei valori minimi giornalieri;
- per il monossido di carbonio CO:
  - la media massima su 8h consecutive (come indicata dal D.M.A. n. 60/2002);
- per il monossido di carbonio O<sub>3</sub>:
  - la media massima su 8h consecutive;
  - il numero di superamenti della soglia di informazione ed allarme (DL 183/2004);
- per il biossido di Azoto NO<sub>2</sub>:
  - il numero di superamenti del limite normativo orario +tolleranza;
- per la frazione inalabile delle polveri PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>:
  - il valore medio rilevato nel periodo;
  - il valore massimo della media giornaliera 24 ore;
  - il numero di superamenti del limite normativo giornaliero;
- per il benzene C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>:
  - il valore medio rilevato nel periodo;
  - il valore massimo della media giornaliera 24 ore;

per la temperatura:

- il valore medio e il valore massimo orario;
- il minimo ed il massimo dei valori massimi giornalieri;
- il minimo ed il massimo dei valori medi giornalieri;
- il minimo ed il massimo dei valori minimi giornalieri;

La base dati di ogni singolo periodo di riferimento è stata quindi scomposta in tre parti:

1. dati rilevati in condizioni di sottovento;
2. dati rilevati in condizioni sopravvento;
3. dati rilevati in condizioni di calma di vento.

Le campagne di monitoraggio ante operam in prossimità delle aree di cantiere devono essere svolte preventivamente alla installazione dei cantieri e allo svolgimento di attività dalle quali possano derivare emissioni significative di polveri, al fine di rilevare le condizioni indisturbate.

Anche per quanto riguarda le misure ante operam finalizzate alla definizione degli impatti prodotti dall'infrastruttura autostradale il monitoraggio dovrà essere svolto prima dell'inizio dei lavori. La centralina fissa (metodica A3) verrà installata durante la fase Ante Operam garantendo comunque rilievi per 12 mesi di monitoraggio.

Il monitoraggio di corso d'opera in corrispondenza dei ricettori interferiti dalle attività dei cantieri sarà avviato a seguito dell'inizio dei lavori ed in presenza di condizioni di normale attività, cioè fintanto che la postazione sarà soggetta ad impatto determinato dalle attività di cantiere.

Nel presente Piano si è optato per la scelta della metodica A2 per valutare l'impatto determinato dai cantieri dove le polveri sottili (PM10) possono essere ritenute il principale ed unico inquinante derivante dalle normali attività di cantiere. In corrispondenza del cantiere CB01 vista la presenza di un impianto di betonaggio e di un impianto di conglomerati bituminosi il monitoraggio verrà esteso oltre che alle polveri sottili anche agli altri inquinanti gassosi con metodica A1. La durata dei rilievi sarà di 28 giorni nel periodo invernale e di 21 giorni negli altri periodi

Il monitoraggio ante operam, in corso d'opera e post operam, finalizzato sia alla valutazione dell'impatto da traffico autostradale che quello determinato dai transiti dei mezzi lungo le piste di cantiere, avverrà con metodica A3 (centralina fissa) con rilevamento in continuo dei dati e secondo le modalità da concordare con ARPA.

La campagna di monitoraggio post operam deve essere programmata all'interno del primo anno di esercizio dell'opera in progetto.

#### Ubicazione delle stazioni di misura

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie in scala 1:5000 allegate e nella Tabella 6.

L'ubicazione delle sezioni di monitoraggio è individuata da un codice assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue. L'ubicazione della centralina fissa (metodica A3) verrà concordata con i gestori della rete di monitoraggio della qualità dell'aria, in maniera tale da assicurare l'integrazione della centralina all'interno della suddetta rete.

Esempio di codice completo:       **A13-BF-BO-A1-01**

**A13** = A13 . Autostrada interessata dall'intervento

**BF** = Tratta Bologna - Ferrara

**BO** = codice del comune di appartenenza;

BO = Bologna;

CM = Castel Maggiore;

BO = Bologna;

BE = Bentivoglio;

MA = Malabergo;

GA = Galliera;

PR = Poggio Renatico;

FE = Ferrara;

**A1** = Metodica di Monitoraggio

A1 = Misura della qualità dell'aria per 21/28 giorni con mezzo mobile strumentato (ante operam, corso d'opera, post operam);

A2 = Misura delle polveri sottili (PM10) per 15 giorni con campionatore sequenziale (ante operam, corso d'opera);

A3 = Misura in continuo della qualità dell'aria con centralina fissa (ante operam, corso d'opera, post operam).

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio.

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO							NOTE	
Codice	Descrizione	Ante Operam			Corso d'Opera			Post Operam		
		A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A3	
A13-BF-BE-A2-01	Cantiere CO01		4		-	12				Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
A13-BF-MA-A1-02	Cantiere CB01	4			12					Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
A13-BF-PR-A2-03	Cantiere CO02		4		-	12				Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
A14-BF-CM-A3-04	Esercizio/ viabilità		-	4		-	12	-	4	Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
<b>TOTALE</b>		<b>4</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	

Tabella 6 - Piano delle misure da effettuare. ATMOSFERA

#### 4.1.2. Rumore

##### Fasi del monitoraggio

Le campagne di monitoraggio ante operam in prossimità delle aree interessate dal futuro esercizio, dai cantieri principali e secondari, dai fronti di avanzamento cantierizzati, dagli imbocchi di gallerie, verranno svolte preventivamente alla installazione dei cantieri stessi e allo svolgimento di attività rumorose quali bonifica bellica, decespugliamenti, sbancamenti, al fine di acquisire lo stato ambientale in condizioni indisturbate.

In particolare, i rilievi fonometrici di corso d'opera sono finalizzati ad individuare l'impatto dei cantieri, dei fronti di avanzamento lavori e delle viabilità di servizio individuando i ricettori più vicini alla sorgente di rumore ed esposti a livelli rilevanti come indicato nello Studio di Impatto Ambientale. Per la fase post operam sono stati individuati diverse tipologie di ricettori su cui eseguire i rilievi fonometrici:

- recettori con rispetto dei limiti senza interventi di mitigazione (metodica R3);
- recettori con rispetto dei limiti mediante interventi di mitigazione (metodica R3);
- recettori con limiti non rispettati anche in presenza di mitigazioni, gli infissi presenti consentono il rispetto dei limiti interni (metodiche R3 e R4bis);

A partire da questi dati sperimentali verranno eseguite nuove stime previsionali mediante adeguato modello di simulazione acustica su tutti i ricettori individuati, al fine di verificare la correttezza di quanto previsto ed in particolare l'efficacia delle opere di mitigazione e degli interventi di insonorizzazione degli edifici preventivati nello studio acustico preliminare. Verranno inoltre individuati nella fase post operam alcuni punti di misura adatti a verificare l'emissività della sorgente (siti indisturbati e prospicienti l'autostrada).

Per l'aggiornamento degli studi acustici, in primo luogo si procederà a una verifica del sistema dei ricettori presenti lungo le tratte in ampliamento, allo scopo di individuare eventuali variazioni significative (nuove edificazioni, demolizioni, cambi di destinazione d'uso).

Contemporaneamente saranno acquisite e inserite nei modelli digitali del terreno dei modelli acustici eventuali variazioni significative apportate ai progetti stradali in sede di esecuzione dei lavori (modifiche rilevanti di muri, trincee, ecc.). Saranno quindi svolte le simulazioni acustiche per tutti i ricettori presenti nell'area di studio.

Le misure verranno eseguite nella fase di ante operam in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e indicate nella tabella 7 con le modalità indicate nelle metodiche di riferimento. L'esatta ubicazione dei punti di misura, nella fase di corso d'opera, verrà verificata al momento delle redazioni delle valutazioni di impatto acustico in modo da valutare se il ricettore individuato sia effettivamente quello soggetto agli impatti maggiori.

Le attività di monitoraggio in corrispondenza dei ricettori interferiti dalla viabilità a servizio dei cantieri, saranno avviate quando i cantieri sono in esercizio e in condizioni di normale attività; è quindi importante una stretta collaborazione con i responsabili di cantiere al fine di definire la programmazione esecutiva delle misure.

Le misure sono previste in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e indicati in tabella 7.

Per ciò che riguarda le postazioni (cantieri principali e secondari, imbocchi di gallerie) le misure verranno ripetute, in condizioni standard, ogni 3 mesi.

La campagna di monitoraggio post operam è stata programmata nel primo anno di esercizio dell'opera in progetto.

Le misure verranno eseguite una volta e in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e indicati nella tabella 7.

#### Ubicazione delle stazioni di misura

La planimetria in scala 1:5000 allegata, riporta l'ubicazione delle sezioni di monitoraggio, ciascuna individuata da un codice assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Esempio di codice completo: **A14-BF-BO-R2-01**

**A13** = A13 . Autostrada interessata dall'intervento

**BF** = Tratta Bologna - Ferrara

**BO** = codice del comune di appartenenza;

BO = Bologna;

CM = Castel Maggiore;

BO = Bologna;

BE = Bentivoglio;

MA = Malabergo;

GA = Galliera;

PR = Poggio Renatico;

FE = Ferrara;

**R2** = Metodica di Monitoraggio

Metodica R2 Misure di 24 ore, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi attività di cantiere (ante operam, corso d'opera);

Metodica R3 Misure di 7 giorni, postazioni fisse non assistite da operatore, per rilievi di traffico veicolare (ante operam, post operam);

Metodica R4 Misure di breve periodo in ambiente abitativo per la verifica del limite differenziale (ante operam, corso d'opera);

Metodica R4bis Misure di breve periodo in ambiente abitativo per la verifica degli interventi di mitigazione diretti sui ricettori (post operam).

**01** = numero progressivo del punto di monitoraggio.

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO							Note
		Ante Operam			Corso d'Opera		Post Operam		
Codice	Descrizione	R2	R3	R4	R2	R4	R3	R4bis	
A13-BF-BO-R3-01	Esercizio		1				1		
A13-BF-BO-R3-02	Esercizio		1				1		
A13-BF-BO-R3-03	Esercizio		1				1		Ricettore sensibile
A13-BF-BO-R3-04	Esercizio		1				1		Ricettore sensibile
A13-BF-CM-R3-05	Esercizio		1				1		Ricettore sensibile
A13-BF-CM-R3-06	Esercizio		1				1		Ricettore sensibile
A13-BF-CM-R3-07	Esercizio		1				1		
A13-BF-CM-R4b-07	Esercizio							1	
A13-BF-BE-R2-08	Fronte avanzamento	1			12				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 36 mesi
A13-BF-BE-R4-08	Fronte avanzamento			1		12			Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 36 mesi
A13-BF-BE-R2-09	Cantiere	1			12				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 36 mesi
A13-BF-BE-R4-09	Cantiere			1		12			Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 36 mesi
A13-BF-BE-R3-10	Esercizio		1				1		
A13-BF-BE-R2-11	Fronte avanzamento	1			12				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 36 mesi
A13-BF-BE-R4-11	Fronte avanzamento			1		12			Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 36 mesi
A13-BF-MA-R3-12	Esercizio		1				1		
A13-BF-MA-R2-13	Cantiere	1			12				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 36 mesi
A13-BF-MA-R4-13	Cantiere			1		12			Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 36 mesi
A13-BF-GA-R3-14	Esercizio		1				1		
A13-BF-PR-R2-15	Cantiere	1			12				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 36 mesi
A13-BF-PR-R4-15	Cantiere			1		12			Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 36 mesi

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO							Note
		Ante Operam			Corso d'Opera		Post Operam		
Codice	Descrizione	R2	R3	R4	R2	R4	R3	R4bis	
A13-BF-PR-R3-16	Esercizio		1				1		
A13-BF-PR-R4b-16	Esercizio							1	
A13-BF-FE-R3-17	Esercizio		1				1		
<b>TOTALE</b>		<b>5</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	

Tabella 7 - Piano delle misure da effettuare . RUMORE

I ricettori nelle fasce di pertinenza sono così suddivisi:

- rispetto limiti senza mitigazioni: A13-BF-BO-R3-01 e A13-BF-MA-R3-12 ;
- rispetto limiti con mitigazioni: A13-BF-BO-R3-02, A13-BF-BE-R3-10, A13-BF-GA-R3-14 e A13-BF-FE-R3-17
- interventi diretti sui ricettori: A13-BF-CM-R3-07 e A13-BF-PR-R3-16

Inoltre vengono monitorati n. 3 ricettori sensibili di cui n. 2 scuole e n. 1 ospedale

#### 4.1.3. Vibrazioni

##### Fasi del monitoraggio

Le campagne di monitoraggio ante operam in prossimità delle aree di cantiere, della viabilità di servizio di futura realizzazione o esistente, devono essere svolte preventivamente alla installazione dei cantieri e allo svolgimento di attività dalle quali possono derivare emissioni significative di vibrazione, al fine di acquisire lo stato ambientale in condizioni indisturbate.

Le misure verranno eseguite in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e indicati in tabella 8, una sola volta prima dell'inizio dei lavori, con le modalità indicate per le metodiche di riferimento V1.

Le attività di monitoraggio di corso d'opera che riguardano la caratterizzazione delle sorgenti di vibrazione presenti nei cantieri fissi e sui fronti di avanzamento saranno verificate con i responsabili degli stessi cantieri.

Le attività di monitoraggio in corrispondenza dei ricettori impattati dal traffico di servizio saranno avviate quando i cantieri sono in esercizio e in condizioni di normale attività; è quindi importante che vi sia una stretta collaborazione con i responsabili di cantiere al fine di definire la programmazione esecutiva delle misure. In particolare, i rilievi vibrometrici di corso d'opera sono finalizzati ad individuare l'impatto dei cantieri, dei fronti di avanzamento lavori e delle viabilità di servizio individuando i ricettori più vicini alla sorgente di vibrazione ed esposti a livelli rilevanti come indicato nello Studio di Impatto Ambientale. In tale studio si evidenzia che i cantieri fissi non determinano impatti mentre vengono individuati una serie di abitazioni dove i fronti di avanzamento possono determinare livelli tali da arrecare disturbo ai residenti. Tra i punti di misura viene considerato anche un edificio scolastico ed una scuola.

Le misure verranno eseguite in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e riportati in tabella 8.

Le misure verranno ripetute indicativamente ogni 3 mesi e comunque sempre nei periodi in cui è previsto l'utilizzo delle seguenti attrezzature:

- rullo vibrante per compattazione di sottofondi e la realizzazione di rilevati;
- attrezzature a percussione per la realizzazione di pali, micropali, ecc.;
- martelli pneumatici per il disaggio di massi o la demolizione di strutture.

### Monitoraggio post operam

Le vibrazioni dovute al traffico autoveicolare non determinano, se lo strato di misura della pavimentazione stradale è priva di discontinuità, problemi di disturbo sugli edifici prossimi alla sede stradale. Nonostante ciò sono stati individuati n. 2 ricettori su cui fare un monitoraggio post operam

La campagna di monitoraggio post operam deve essere programmata all'interno del primo anno di esercizio dell'opera in progetto.

Le tavole in scala 1:5000 allegate alla presente Relazione riportano la ubicazione delle sezioni di monitoraggio, ciascuna individuata da un codice assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Esempio di codice completo: **A13ÈBF-BO-V1-01**

**A13** = A13 . Autostrada interessata dall'intervento

**BF** = Tratta Bologna - Ferrara

**BO** = codice del comune di appartenenza;

BO = Bologna;

CM = Castel Maggiore;

BO = Bologna;

BE = Bentivoglio;

MA = Malabergo;

GA = Galliera;

PR = Poggio Renatico;

FE = Ferrara;

**V1** = Metodica di Monitoraggio

V1 = Misura di breve periodo finalizzate al disturbo (ante operam, corso d'operam, post operam);

V2 = Misura di breve periodo finalizzate al danno (corso d'opera);

**01** = numero progressivo del punto di monitoraggio.

IDENTIFICAZIONE RICETTORE		IDENTIFICAZIONE RICETTORE						NOTE
Codice	Codice	Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
		V1	V2	V1	V2	V1	V2	
A13-BF-BO-V1-01	Fronte Avanzamento	1	-	12	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera. Ricettore sensibile

A13-BF-BO-V2-01	Fronte Avanzamento	-	-	-	12	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera. Ricettore sensibile
A13-BF-CM-V1-02	Fronte Avanzamento	1	-	12	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A13-BF-CM-V2-02	Fronte Avanzamento	-	-	-	12	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A13-BF-CM-V1-03	Fronte Avanzamento	1	-	12	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera. Ricettore sensibile
A13-BF-CM-V2-03	Fronte Avanzamento	-	-	-	12	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera. Ricettore sensibile
A13-BF-BE-V1-04	Fronte Avanzamento	1	-	12	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A13-BF-BE-V2-04	Fronte Avanzamento	-	-	-	12	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A13-BF-BE-V1-05	Fronte Avanzamento	1	-	12	-	1	-	Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A13-BF-BE-V2-05	Fronte Avanzamento	-	-	-	12	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A13-BF-BE-V1-06	Fronte Avanzamento	1	-	12	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A13-BF-BE-V2-06	Fronte Avanzamento	-	-	-	12	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A13-BF-PR-V1-07	Fronte Avanzamento	1	-	12	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A13-BF-PR-V2-07	Fronte Avanzamento	-	-	-	12	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A13-BF-PR-V1-08	Fronte Avanzamento	1	-	12	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A13-BF-PR-V2-08	Fronte Avanzamento	-	-	-	12	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A13-BF-FE-V1-09	Fronte Avanzamento	1	-	12	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.

A13-BF-FE-V2-09	Fronte Avanzamento	-	-	-	12	1	-	Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
<b>TOTALE</b>	<b>TOTALE</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	

Tabella 8 . Piano delle misure da effettuare. VIBRAZIONI

## 4.2. Componente Idrica

Gli interventi previsti in corrispondenza di ponti, viadotti e attraversamenti fluviali, con la realizzazione di opere in alveo, quali sistemazioni spondali, guadi provvisori, richiedono una particolare attenzione al controllo e al monitoraggio dei corsi d'acqua, con particolare attenzione agli aspetti di qualità delle acque e degli ecosistemi fluviali. All'interno del Piano di Monitoraggio Ambientale è stata quindi prevista la componente ambientale legata a tali aspetti, denominata nel seguito Acque Superficiali ed Ecosistemi Fluviali.

La presenza nel progetto di opere in sotterraneo, unitamente al rischio di alterazione qualitativa delle acque sotterranee, ha reso necessario l'inserimento della componente Acque Sotterranee all'interno del PMA.

### 4.2.1. Acque Superficiali ed Ecosistemi Fluviali

Le sezioni di controllo relative alla componente Acque Superficiali sono state posizionate sui corsi d'acqua significativi in prossimità delle aree di cantiere ed in prossimità delle lavorazioni principali che potrebbero alterare le caratteristiche qualitative degli stessi corsi d'acqua.

L'infrastruttura stradale interessa, procedendo da sud verso nord, il Canale Emiliano Romagnolo, il Canale diversivo Navile, il Canale Navile, lo Scolo Riolo ed il Fiume Reno.

L'ambito territoriale interessato dal presente progetto ricade per la maggior parte nel bacino del Fiume Reno, unico corso d'acqua principale e, in minima parte, nel bacino dei torrenti Navile-Savena Abbandonato. Di seguito una sintetica descrizione dei bacini idrografici presenti nell'ambito di studio.

#### Bacino del fiume Reno

Il bacino idrografico del Reno si estende per un'area totale di circa 5.040 km<sup>2</sup>, dall'Appennino emiliano-romagnolo, alla pianura fino alla costa adriatica; di questi, circa 2.540 km<sup>2</sup> formano il bacino montano, ossia il territorio in cui le acque di pioggia scorrono sui versanti e si raccolgono in rii e fossi, lungo tutta la rete di drenaggio fino a formare i deflussi dei corsi d'acqua più importanti.

La maggior parte del bacino interessa la regione Emilia-Romagna (4.467 km<sup>2</sup> corrispondente all'88,4% dell'intero bacino del Reno). In Emilia-Romagna sono interessate le province di Bologna (68,5%), di Ravenna (17,7%), di Modena (1,3%) e di Ferrara (0,9%).

Il bacino confina ad ovest e a nord con il bacino del Po, il cui limite coincide convenzionalmente con il piede esterno dell'argine sinistro del fiume Reno, ad est con i bacini regionali romagnoli, il cui confine si attesta, per lo stesso principio, sul piede esterno dell'argine sinistro del fiume Lamone.

Il fiume Reno nasce in Toscana alla confluenza di due rami (Reno di Prunetta e Reno di Campolungo) a 745 m di quota. Il bacino montano del Fiume Reno, chiuso all'opera della Chiusa di Casalecchio; si estende per 1.061 km<sup>2</sup> con una quota massima di 1.945 m. s.l.m. e minima di 60.35 m s.l.m. alla soglia della chiusa di Casalecchio. Il Fiume Reno sfocia nel mare Adriatico dopo un percorso di circa 212 km di cui 124 arginati.

I principali affluenti di pianura del Fiume Reno sono:

“ il torrente Samoggia con un bacino, chiuso alla confluenza in Reno, di 369 km<sup>2</sup> e con una lunghezza di circa 62 km di cui 32 arginati;

“ il sistema idrografico Navile - Savena Abbandonato con un bacino di circa 111 km<sup>2</sup> (58 il Navile e 53 il Savena Abbandonato), con una lunghezza del Navile di circa 36 km di cui 22 arginati e una lunghezza del Savena Abbandonato di circa 32 km di cui 22 arginati;

“ il torrente Idice (che raccoglie anche il torrente Savena) con un bacino, chiuso alla confluenza in Reno, di circa 397 km<sup>2</sup> e con una lunghezza di circa 84 km di cui 32 arginati;

“ il torrente Sillaro con un bacino, chiuso alla confluenza in Reno, di circa 212 km<sup>2</sup> e con una lunghezza di circa 75 km di cui 21 arginati;

“ il fiume Santerno con un bacino, chiuso alla confluenza in Reno, di 466 km<sup>2</sup> e con una lunghezza di circa 103 km di cui 30 arginati;

“ il torrente Senio con un bacino, chiuso alla confluenza in Reno, di circa 270 km<sup>2</sup> e con una lunghezza di circa 92 km di cui 27 arginati.

Nella pianura l'attuale rete idrografica del fiume Reno e dei suoi affluenti è il risultato di una serie di trasformazioni attuate con grandi interventi di bonifica e di difesa idraulica realizzati per lo sviluppo nella relativa parte di pianura Emiliano-Romagnola. Tale evoluzione storica ha determinato nel corso dei secoli un radicale cambiamento del territorio compreso fra le provincie di Bologna, Ferrara e Ravenna, e i corsi d'acqua, superata la Via Emilia, scorrono all'interno di arginature artificiali, che si ergono dalla campagna, portando le acque verso il mare.

#### Bacino Navile - Savena abbandonato

Il reticolo idrografico principale che definisce il sistema "Navile-Savena Abbandonato" è costituito dai seguenti corsi d'acqua:

“ il Navile, con una lunghezza complessiva di circa 36 km di cui 22 arginati;

“ il Battiferro, con una lunghezza di circa 2,3 km non arginato;

“ il Savena Abbandonato, con una lunghezza complessiva di circa 32 km di cui 22 arginati;

“ il Diversivo, con una lunghezza di circa 4 km, completamente arginato.

Il bacino imbrifero del sistema Navile-Savena abbandonato ha una superficie complessiva di circa 111 km<sup>2</sup> di cui approssimativamente 78 nel Comune di Bologna.

Il bacino imbrifero del Navile prima del Diversivo ha una superficie complessiva di circa 58 km<sup>2</sup>, mentre il bacino imbrifero del Savena abbandonato prima del Diversivo ha una superficie complessiva di circa 53 km<sup>2</sup>.

Secondo i risultati di studio sul funzionamento idraulico riportati nella Relazione del PAI per il sistema idraulico Navile-Savena abbandonato, risulta che:

- nel Navile gli apporti dovuti alla pioggia caduta su Bologna e quelli relativi ai bacini a valle si propagano in modo abbastanza distinto sovrapponendosi solo parzialmente, ad eccezione ovviamente della portata iniziale;

- nel Savena i due apporti si sovrappongono quasi totalmente e si propagano quindi in modo unitario;

- la riduzione dello sfasamento dei picchi di piena del Navile-Diversivo, e/o tra il primo di questi e quello della piena relativo all'ultimo tronco del Savena prima del Diversivo, potrebbe indurre un non trascurabile incremento delle portate in gioco (e quindi anche dei livelli) anche in presenza di pari valori di pioggia caduta.

Le tavole in scala 1:5000 allegate riportano la ubicazione delle sezioni di monitoraggio, ciascuna individuata da un codice assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Codice completo: **A13-BF-PR-SU-RE-01**

**A13** = A13 . Autostrada Bologna Padova

**BF** = tratto Bologna Arcoveggio-Ferrara Sud

**PR** = codice del comune di appartenenza;

PR = Poggio Renatico;

BE = Bentivoglio;

MA = Malalbergo;

GA = Galliera;

**SU** = componente ambientale (SU: Acque superficiali);

**RE** = individuazione punto di misura: Fiume Reno+

RE = Fiume Reno;

NA = Canale Navile;

CE = Canale Emiliano Romagnolo;

DN = Canale Diversivo Navile;

SR = Scolo Riolo

**01** = numero progressivo del punto di monitoraggio all'interno del tratto.

La tabella 9 riporta l'elenco delle stazioni di misura, con relativa codifica e comune.

Stazione	Denominazione	Comune
A13-BF-BE-SU-CE-01	Canale Emiliano Romagnolo monte	Bentivoglio
A13-BF-BE-SU-CE-02	Canale Emiliano Romagnolo valle	Bentivoglio
A13-BF-BE-SU-DN-03	Canale Diversivo Navile monte	Bentivoglio
A13-BF-BE-SU-DN-04	Canale Diversivo Navile valle	Bentivoglio
A13-BF-MA-SU-NA-05	Canale Navile monte	Malalbergo
A13-BF-MA-SU-NA-06	Canale Navile valle	Malalbergo
A13-BF-GA-SU-SR-07	Scolo Riolo	Galliera
A13-BF-GA-SU-SR-08	Scolo Riolo	Galliera
A13-BF-PR-SU-RE-09	Fiume Reno monte	Poggio Renatico
A13-BF-PR-SU-RE-10	Fiume Reno valle	Poggio Renatico

Tabella 9 . Elenco stazioni di monitoraggio

I parametri di misura comprendono un set standard (A1+A2) contenente le indagini quantitative e i parametri chimico fisici, un set contenente parametri chimici specialistici (A3), un set riguardante i parametri microbiologici (A4), un set relativo all'M.H.P.(A6) e un

set relativo all'Indice Funzionalità Fluviale (A7). In tabella 10 si riporta il dettaglio dei parametri contenuti nei vari set:

CODICE SET FUNZIONALE	CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO
A1	Q . Misura correntometrica della portata Parametri Idrologico . Idraulici
A2	T . Temperatura acqua PH . Concentrazione ioni idrogeno COND . Conducibilità elettrica specifica O.D. . Ossigeno Disciolto SST . Solidi Sospesi Totali TORB - Torbidità
A3	C.O.D. Idrocarburi totali Alluminio Cadmio Cromo totale Cromo VI Ferro Manganese Mercurio Nichel Piombo Zinco Cloruri Solfati Calcio
A4	BOD5 Escherichia coli Nitrati Nitriti Ammoniaca Tensioattivi totali Fosforo totale
A6	M.H.P.- Multi-habitat Proporzionale
A7	I.F.F. . Indice di Funzionalità Fluviale

Tabella 10 - Parametri di monitoraggio

#### SET A1 . A2

Tali parametri, la cui misura verrà rilevata su tutte le sezioni in occasione di ogni campagna, potranno fornire una caratterizzazione quantitativa e una indicazione generale sullo stato di qualità delle acque dei corsi d'acqua in relazione alle problematiche di interferenza con le opere autostradali in costruzione. In concomitanza di tali parametri verrà rilevata la temperatura dell'aria e verrà presa nota delle condizioni meteorologiche.

#### SET A3 . A4

I parametri dei set A3 e A4 daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di %bianco+dei corsi d'acqua.

#### SET A6

In questo set di parametri rientra la determinazione del Multi-habitat proporzionale (M.H.P), basato su un approccio multihabitat, che prevede una raccolta dei macroinvertebrati in corsi d'acqua in linea con le richieste della legge europea 2000/60/EC. Tale rilievo, oltre a permettere una valutazione delle caratteristiche complessive dei bacini idrografici e

dell'impatto dell'attività antropica, fornisce un giudizio sintetico sulla qualità, e relative evoluzioni, dell'ambiente fluviale interessato dalle lavorazioni autostradali.

### SET A7

Il set A7 prevede la determinazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F. . APAT 2007); si tratta di una metodologia di rilevamento che permette di valutare la funzionalità ecologica degli ecosistemi fluviali; oltre all'ambiente acquatico l'indice prende in considerazione l'ambiente terrestre che insiste sul corso d'acqua e che ne condiziona la stabilità e la funzionalità trofica, rivalutando in particolare la funzione della zona riparia come ecotono di separazione tra l'ecosistema propriamente acquatico e l'ecosistema terrestre. La determinazione dell'indice consiste in una scheda di 14 domande suddivise nei seguenti gruppi funzionali: condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante, ampiezza relativa dell'alveo bagnato e struttura fisica e morfologica delle rive, individuazione delle tipologie che favoriscono la diversità ambientale e la capacità di autodepurazione di un corso d'acqua, caratteristiche biologiche attraverso analisi della comunità macrobentica e macrofita e della conformazione del detrito. Il valore di IFF finale permette di valutare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e la funzionalità del corso d'acqua (9 classi da ottimo a pessimo). Il periodo di rilevamento più idoneo per un'applicazione corretta è quello compreso tra il regime idrologico di morbida e quello di magra, e comunque in un periodo di attività vegetativa. Il tratto fluviale analizzato sarà sufficientemente esteso per individuare eventuali alterazioni e modifiche indotte dalle lavorazioni autostradali ed interesserà, per ogni corso d'acqua, sia il tratto a monte che a valle dell'interferenza autostradale.

Si riporta di seguito una tabella contenente il dettaglio dei set funzionali previsti per ogni corso d'acqua.

Stazione	Denominazione	Set di Misure
A13-BF-BE-SU-CE-01	Canale Emiliano Romagnolo monte	A1+A2+A3+A4
A13-BF-BE-SU-CE-02	Canale Emiliano Romagnolo valle	A1+A2+A3+A4
A13-BF-BE-SU-DN-03	Canale Diversivo Navile monte	A1+A2+A3+A4
A13-BF-BE-SU-DN-04	Canale Diversivo Navile valle	A1+A2+A3+A4*
A13-BF-MA-SU-NA-05	Canale Navile monte	A1+A2+A3+A4+A6+A7*
A13-BF-MA-SU-NA-06	Canale Navile valle	A1+A2+A3+A4+A6+A7*
A13-BF-GA-SU-SR-07	Scolo Riolo	A1+A2+A3+A4+A6
A13-BF-GA-SU-SR-08	Scolo Riolo	A1+A2+A3+A4+A6
A13-BF-PR-SU-RE-09	Fiume Reno monte	A1+A2+A3+A4+A6+A7*
A13-BF-PR-SU-RE-10	Fiume Reno valle	A1+A2+A3+A4+A6+A7*

Tabella 11 . Indagini suddivise per set di parametri funzionali

\*il set A7 è riferito al corso d'acqua nel tratto interferito e non alla singola sezione

Nella fase di monitoraggio ante operam e post operam verrà effettuato un numero di campagne di misura tali da fornire una caratterizzazione significativa dello stato qualitativo dei corsi d'acqua potenzialmente interessati dalle lavorazioni, con le relative fluttuazioni stagionali. Nella fase di corso d'opera, le campagne di misura verranno eseguite, con la frequenza maggiore rispetto alla fase precedente, in modo da poter evidenziare eventuali modifiche ed alterazioni, con particolare riferimento alle sezioni ove non è presente il monitoraggio in continuo.

Set di misura	Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam
A1, A2, A3, A4	Trimestrale	Mensile	Trimestrale
A6	Semestrale	Semestrale	Semestrale
A7	Annuale	Annuale	Annuale

Tabella 12 . Frequenza di misura per i vari set di parametri funzionali -

#### 4.2.2. Acque Sotterranee

L'area interessata dal progetto di ampliamento alla terza corsia del tratto di A13 Bologna Arcoveggio . Ferrara Sud è caratterizzata dalla presenza di un acquifero multifalda che consta di tre unità (A, B e C) separate da discontinuità stratigrafiche principali. L'approvvigionamento idrico nella pianura emiliano-romagnola sfrutta le falde contenute nei depositi continentali di pianura e conoide alluvionale appenninici e di pianura alluvionale padana. Tali depositi sono parte del Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) e costituiscono il gruppo acquifero A più superficiale. Il gruppo acquifero A è il più superficiale ed è anche quello più esteso (sia in affioramento che nel sottosuolo) e più sfruttato, nonché quello interessato dalle opere di ampliamento dell'autostrada A13. Il Subsintema di Ravenna (AES8) è l'elemento sommitale di AES e corrisponde al complesso acquifero A0 caratterizzato da un sistema acquifero freatico. L'acquifero A0 è costituito, escluso il settore costiero, prevalentemente da corpi sabbiosi nastriformi, sia di origine padana che appenninica. In particolare, si nota come i corpi sabbiosi appenninici occupino gran parte del territorio amalgamandosi con i depositi padani solo nell'estremo settore nord. Spesso questi depositi sabbiosi si incassano all'interno di argille e limi di piana deltizia o di palude/laguna che formano l'acquitarzo del sistema acquifero A0.

Il livello qualitativo delle acque sotterranee si attesta su un livello scadente a ridosso dell'area metropolitana di Bologna, tuttavia da San Marino di Bentivoglio in poi la classe qualitativa passa alla 2 che indica in sintesi un impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche.

Per quanto concerne la vulnerabilità della falda presente nell'ambito dell'opera in progetto, ovvero la propensione degli acquiferi ad essere raggiunti da un inquinante introdotto sulla superficie del suolo, nell'area in esame si esclude la presenza di porzioni di territorio che rivestano funzioni di particolare importanza nella ricarica della falda, e di conseguenza maggiormente vulnerabili. Ad ogni modo in corrispondenza dei maggiori corsi d'acqua o in aree di passaggio di paleovalvei e rotte fluviali, è possibile ritrovare condizioni di maggior fragilità, a causa della presenza di depositi poroso-permeabili.

Per quanto concerne la vulnerabilità della falda presente nell'ambito dell'opera in progetto, ovvero la propensione degli acquiferi ad essere raggiunti da un inquinante introdotto sulla superficie del suolo, l'area in esame risulta caratterizzata, in modo quasi simmetrico, da tre livelli di vulnerabilità, medio, alto ed elevato.

Gli interventi in progetto comporteranno la presenza di acque di dilavamento nelle aree adibite a cantiere e una produzione di acque reflue generate dalle lavorazioni proprie del cantiere, come l'attività di betonaggio e il lavaggio dei mezzi. Saranno inoltre prodotte acque reflue dagli scarichi civili in funzione durante la cantierizzazione. Le acque reflue potrebbero infiltrarsi nel terreno e modificare lo stato qualitativo delle acque sotterranee in prossimità dell'intervento.

I criteri per la definizione degli elementi della rete di monitoraggio sono basati sulla considerazione del rischio di interferenza tra opere in progetto e corpi idrici sotterranei in relazione a quanto emerso dagli studi idrogeologici, dalla vulnerabilità della falda e in base alla rilevanza socio-economica di ogni captazione. È stato infine considerato, ove possibile

di monitorare captazioni che, secondo la piezometria e il gradiente piezometrico, sono ubicate a monte e a valle dell'intervento.

Nell'ambito degli approfondimenti per la redazione degli studi idrogeologici, è stato effettuato un attento censimento delle captazioni presenti nell'area, estendendo le indagini anche alle captazioni in zone identificate come a bassa vulnerabilità. Durante i lavori, nel caso in cui il monitoraggio evidenziasse un'evoluzione anomala della falda, rispetto alle previsioni di impatto, sarà quindi possibile estendere la rete dei punti di misura sulla base del censimento effettuato in fase di progettazione. Per maggior leggibilità degli elaborati del monitoraggio, per l'individuazione dei punti censiti, ma non appartenenti alla rete del PMA, si rimanda agli specifici elaborati di progetto (relazione idrogeologica).

La planimetria in scala 1:5000 allegata riporta la ubicazione dei punti di monitoraggio, ciascuno individuato da un codice, assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Codice completo: **A13-BF-PR-SO-PP-01**

**A13** = A13 . Autostrada Bologna Padova

**BF** = tratto Bologna Arcoveggio-Ferrara Sud

**PR** = codice del comune di appartenenza;

PR = Poggio Renatico;

BE = Bentivoglio;

MA = Malalbergo;

GA = Galliera;

CM = Castel Maggiore;

BO = Bologna

**SO** = componente ambientale (SO: Acque sotterranee)

**PP** = Tipologia punto di misura (PP pozzo privato)

PP = Pozzo privato;

PC = Pozzo comunale;

PZ = Piezometro di progettazione

**01** = numero progressivo del punto di monitoraggio

La tabella 13 riportano l'elenco delle stazioni di misura, con relativa codifica e comune.

Stazione	Denominazione	Comune
A13-BF-BO-SO-PP-01	Pozzo domestico cod. 221010P638	Castel Maggiore
A13-BF-CM-SO-PP-02	Pozzo domestico cod G0501	Castel Maggiore
A13-BF-CM-SO-PP-03	Pozzo domestico cod. G0506	Castel Maggiore
A13-BF-BE-SO-PP-04	Pozzo domestico cod. G0110	Bentivoglio
A13-BF-BE-SO-PP-05	Pozzo domestico cod G0405	Bentivoglio
A13-BF-MA-SO-PP-06	Pozzo domestico cod. G0320	Malalbergo
A13-BF-MA-SO-PZ-07	Piezometro cod S-BF20-A	Malalbergo

Stazione	Denominazione	Comune
A13-BF-PR-SO-PP-08	Pozzo domestico cod G0305	Poggio Renatico
A13-BF-PR-SO-PP-09	Pozzo domestico cod G0303	Poggio Renatico

Tabella 13 . Elenco stazioni di monitoraggio

I parametri di misura comprendono un set standard (B1 e B2) da rilevare in occasione di ogni campagna e due set di parametri specifici aggiuntivi (B3 e B4) finalizzato alla valutazione delle eventuali problematiche di interferenza qualitativa tra acquifero ed opere in sottoterraneo.

CODICE SET FUNZIONALE	CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO
B1	LP . livello piezometrico
B2	T . Temperatura acqua PH . Concentrazione ioni idrogeno COND . Conducibilità elettrica specifica
B3	Bicarbonato Calcio Sodio Magnesio Potassio Solfati Cloruri Alluminio Cromo totale Cromo VI Ferro Manganese Nichel Piombo Idrocarburi Totali
B4	Nitrati Escherichia coli

Tabella 14 - Parametri di monitoraggio

### SET B1 . B2

I parametri chimico fisici (set B2) potranno fornire una caratterizzazione generale sullo stato di qualità delle acque di falda in relazione alle problematiche di interferenza con le opere autostradali in costruzione. Ove possibile (pozzi privati a sfruttamento irriguo o domestico verrà misurato il livello piezometrico statico (set B1)

### SET B3

Il set B3 è finalizzato ad una caratterizzazione geochimica delle acque di falda ed alla valutazione delle eventuali problematiche di interferenza qualitativa tra acquifero ed opere in sottoterraneo sia in fase di cantierizzazione (scavi, sversamenti accidentali, esecuzione di fondazioni, ò ) sia in fase di esercizio (contatto con i materiali di rivestimento, dilavamento

conglomerato cementizio); fornirà inoltre una caratterizzazione di massima della circolazione idrica sotterranea.

#### SET B4

Il set B4 prevede la determinazione di parametri collegati ad inquinamenti di origine antropica ed è finalizzato ad individuare eventuali variazioni qualitative delle acque di falda anche in funzione della rilevanza delle captazioni stesse.

Stazione	Denominazione	Set di misure
A13-BF-BO-SO-PP-01	Pozzo domestico cod. 221010P638	B1(LP)+B2+B3
A13-BF-CM-SO-PP-02	Pozzo domestico cod G0501	B1(LP)+B2+B3
A13-BF-CM-SO-PP-03	Pozzo domestico cod. G0506	B1(LP)+B2+B3
A13-BF-BE-SO-PP-04	Pozzo domestico cod. G0110	B1(LP)+B2+B3
A13-BF-BE-SO-PP-05	Pozzo domestico cod G0405	B1(LP)+B2+B3+B4
A13-BF-MA-SO-PP-06	Pozzo domestico cod. G0320	B1(LP)+B2+B3+B4
A13-BF-MA-SO-PZ-07	Piezometro cod S-BF20-A	B1(LP)+B2+B3
A13-BF-PR-SO-PP-08	Pozzo domestico cod G0305	B1(LP)+B2+B3
A13-BF-PR-SO-PP-09	Pozzo domestico cod G0303	B1(LP)+B2+B3

Tabella 15 . Indagini suddivise per set di parametri funzionali

Si riportano di seguito le frequenze delle indagini suddivise per set e per fase di monitoraggio; le cadenze di monitoraggio sono state individuate sulla base di valutazioni di carattere generale sulla tipologia delle indagini pianificate e sulla variabilità media dei parametri oggetto di indagine osservata nell'ambito di analoghe esperienze di monitoraggio. Tali frequenze sono sufficienti ad una caratterizzazione di massima degli andamenti stagionali sia in fase Ante Operam che in fase di Corso d'Opera; resta inteso che in funzione degli avanzamenti delle lavorazioni le cadenze di indagine potranno essere variate per adattarsi alle particolari condizioni locali.

Set di misura	Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam
B1, B2	trimestrale	mensile	trimestrale
B3, B4	trimestrale	trimestrale	trimestrale

Tabella 16 . Frequenza di misura per i vari set di parametri funzionali

### 4.3. Settore naturale

#### 4.3.1. Fauna

Le misure di ante, corso e post operam verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nella Tavola allegata ed elencati nella tabella sotto riportata.

Il numero dei rilievi previsto per ogni anno di monitoraggio dovrà essere svolto nel corso dell'anno solare; ogni anno di monitoraggio ha inizio con il mese di gennaio e termina con il mese di dicembre. All'interno dell'anno i rilievi dovranno essere eseguiti nei periodi più idonei in relazione alla metodica di monitoraggio.

Per ottenere una serie completa di dati significativi e confrontabili, il monitoraggio della fase di corso d'opera deve avere inizio non appena cominciano quelle lavorazioni che possono influenzare anche indirettamente con i popolamenti animali.

Ubicazione delle stazioni di misura

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie allegata e nella Tabella 17.

L'ubicazione dei siti di monitoraggio è individuata da un codice assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Esempio di codice completo: **A13-BF-BE-FA-01**

**A13** = A13 . Autostrada interessata dall'intervento

**BF** = tratto Bologna Arcoveggio-Ferrara Sud

**BE** = codice del comune di appartenenza;

BO = Bologna;

CM = Castel Maggiore;

BO = Bologna;

BE = Bentivoglio;

MA = Malabergo;

GA = Galliera;

PR = Poggio Renatico;

FE = Ferrara;

**FA** = Metodica di Monitoraggio

FA = Monitoraggio avifauna;

FN = Monitoraggio anfibi;

**01** = numero progressivo del punto di monitoraggio.

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO/ANNO						Note
		Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
Codice	Denominazione	FA	FN	FA	FN	FA	FN	
A13-BF-BE-FA-01	Ex Risaia di Bentivoglio	5		5		5		si prevede un corso d'opera di 36 mesi
A13-BF-BE-FN-01	Ex Risaia di Bentivoglio		4		4		4	si prevede un corso d'opera di 36 mesi
A13-BF-MA-FA-02	Canale Navile	5		5		5		si prevede un corso d'opera di 36 mesi
A13-BF-MA-FN-02	Canale Navile		4		4		4	si prevede un corso d'opera di 36 mesi
A13-BF-MA-FA-03	Canale Calcatara	5		5		5		si prevede un corso d'opera di 36 mesi
A13-BF-MA-FN-03	Canale Calcatara		4		4		4	si prevede un corso d'opera di 36 mesi
A13-BF-GA-FA-04	Canale della Botte	5		5		5		si prevede un corso d'opera di 36 mesi
A13-BF-GA-FN-04	Canale della Botte		4		4		4	si prevede un corso d'opera di 36 mesi
<b>TOTALE/ANNO</b>		<b>20</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	

Tabella 1 . - Piano delle misure da effettuare . Fauna

#### 4.3.1. Vegetazione

Le misure di ante, corso e post operam verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nella Tavola allegata ed elencati nella tabella sotto riportata.

Il numero dei rilievi previsto per ogni anno di monitoraggio dovrà essere svolto nel corso dell'anno solare; ogni anno di monitoraggio ha inizio con il mese di gennaio e termina con il mese di dicembre. All'interno dell'anno i rilievi dovranno essere eseguiti nei periodi più idonei in relazione alla metodica di monitoraggio.

Per ottenere una serie completa di dati significativi e confrontabili, il monitoraggio della fase di corso d'opera deve avere inizio non appena cominciano quelle lavorazioni che possono influenzare anche indirettamente con i popolamenti vegetali.

##### Ubicazione delle stazioni di misura

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie in scala 1:5000 allegata e nella Tabella 18.

L'ubicazione dei siti di monitoraggio è individuata da un codice assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Esempio di codice completo: **A13-BF-BE-E9-01**

**A13** = A13 . Autostrada interessata dall'intervento

**BF** = tratto Bologna Arcoveggio-Ferrara Sud

**BE** = codice del comune di appartenenza;

BO = Bologna;

CM = Castel Maggiore;

BO = Bologna;

BE = Bentivoglio;

MA = Malabergo;

GA = Galliera;

PR = Poggio Renatico;

FE = Ferrara;

**E9** = Metodica di Monitoraggio

E9 = Rilievo del Valore Vegetazionale del alveo;

**01** = numero progressivo del punto di monitoraggio.

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO/ANNO			Note
		Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam	
Codice	Denominazione	E9	E9	E9	
A13-BF-BE-E9-01	Ex Risaia di Bentivoglio	1	1	1	si prevede un corso d'opera di 36 mesi
A13-BF-MA-E9-02	Canale Navile	1	1	1	si prevede un corso d'opera di 36 mesi
A13-BF-MA-E9-03	Canale Calcatara	1	1	1	si prevede un corso d'opera di 36 mesi
A13-BF-GA-E9-04	Canale della Botte	1	1	1	si prevede un corso d'opera di 36 mesi
<b>TOTALE/ANNO</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	

Tabella 2 . Piano delle misure da effettuare . Vegetazione

## 5. ASPETTI ORGANIZZATIVI

Per il coordinamento e l'esecuzione delle attività di monitoraggio risulta necessario un tipo di organizzazione ben strutturata e impostata secondo i seguenti criteri:

- organicità delle risorse e uniformità delle procedure operative tra i vari settori di indagine;
- efficienza tecnica conseguente all'impiego di risorse di livello adeguato per tutte le componenti del sistema operativo (personale qualificato, strumentazione, supporti informatici) e alla stretta integrazione tra attività di campo e gestione dei dati nei diversi ambiti tematici del monitoraggio;
- oggettivazione di tutte le fasi di attività, attraverso l'esplicitazione e la visibilità esterna delle risorse professionali e strumentali impiegate, delle procedure di validazione e di trattamento informatico dei dati, delle modalità di diffusione delle informazioni;
- gestione unitaria di tutte le funzioni connesse con le attività di monitoraggio: dalle operazioni di misura e trattamento dati, ai rapporti con enti esterni di controllo e di interscambio di informazioni, alla consulenza specialistica relativa ad interventi ed azioni preventive o mitigative degli impatti sull'ecosistema, alla gestione di situazioni di emergenza.

Il raggiungimento di tali obiettivi è possibile attraverso una organizzazione in grado di coprire tutte le competenze necessarie alle diverse fasi dell'attività e alle diverse componenti ambientali considerate.

Di seguito si riportano sinteticamente alcune indicazioni relative alla struttura funzionale del sistema.

### 5.1. Struttura operativa

La struttura operativa dedicata all'esecuzione del monitoraggio si baserà su una organizzazione finalizzata alla garanzia dei risultati nell'esecuzione delle misure ed alla possibilità di gestire, analizzare ed accorpare i singoli rilievi in modo da monitorare la qualità dell'ambiente nelle tre fasi ante, corso e post operam; l'intero sistema dovrà pertanto essere strutturato in modo da risultare operativo durante tutte le fasi di realizzazione dell'opera fino ai primi 12 mesi dalla sua entrata in esercizio.

L'attiva collaborazione con la Direzione Lavori ed in particolare con i tecnici dedicati alle problematiche ambientali presso la D.LL. stessa, consentirà di gestire le eventuali situazioni di emergenza che si dovessero presentare nel corso delle lavorazioni, minimizzando gli impatti e mitigando quelli residui.

Per quanto riguarda le attività operative, queste possono essere sintetizzate in tre momenti salienti:

- Esecuzione di misure . affidata alle squadre di campo e, in parte, a laboratori di analisi chimiche, in grado di garantire la qualità e l'attendibilità delle singole misurazioni;
- Organizzazione dei dati . affidata ad un gruppo di lavoro interdisciplinare, formato da tecnici specializzati nelle diverse componenti ambientali e territoriali, in grado di gestire la mole dei dati provenienti dalle campagne di misura e gestire la complessa banca dati risultante;

- Analisi e commento dei risultati . sviluppato dallo stesso gruppo di lavoro interdisciplinare, ma verificato da esperti nelle singole componenti ambientali e territoriali in grado di garantire l'esperienza e la conoscenza scientifica necessaria alla comprensione dei fenomeni in atto e di rappresentare un valido supporto specialistico nei rapporti con gli Enti di Controllo.

Uno strumento operativo essenziale di tale organizzazione è costituito dal Sistema Informativo del Monitoraggio (SIM), attraverso il quale vengono unificati gli standard di input e output delle informazioni e vengono messi in relazione i dati acquisiti nei diversi settori di monitoraggio. L'adozione di un sistema GIS ad esso collegato consente, inoltre, di rappresentare geograficamente i punti di misura sperimentali e le successive elaborazioni.

Lo sviluppo del monitoraggio prevede infatti un controllo dei singoli dati strumentali e sperimentali attraverso procedure interne alle singole componenti in modo che, al momento dell'inserimento nel SIM, essi possano rappresentare e descrivere l'effettivo livello dell'indicatore misurato e fornire una base attendibile per le successive elaborazioni.

Nel corso dell'esecuzione del monitoraggio ambientale è prevista la redazione di Rapporti Periodici contenenti i seguenti argomenti:

- descrizione delle attività svolte;
- descrizione dei risultati del monitoraggio per ogni componente;
- descrizione e commento dei risultati del monitoraggio e dei fenomeni correlati alle attività di costruzione dell'infrastruttura
- indicazioni di eventuali modifiche per alcune attività previste nel Piano in funzione delle mutate condizioni costruttive o ambientali
- descrizione dei fenomeni e degli eventi anomali ed indicazioni su interventi di minimizzazione o mitigazione.

Periodicamente, con frequenza da definire, saranno forniti i dati grezzi rilevati e relazioni tecniche riepilogative delle attività di monitoraggio, contenenti anche le elaborazioni e l'analisi dei dati, con le valutazioni circa le tendenze evolutive dei diversi parametri ambientali.

## 5.2. Definizioni soglie monitoraggio ambientale

Al fine di tutelare l'ambiente eventualmente impattato dalle lavorazioni dei cantieri autostradali, oltre ai controlli ordinari, l'attività di monitoraggio ambientale comprende anche la gestione delle criticità ambientali; nell'ambito delle procedure per la gestione di tali criticità svolge quindi un ruolo di primaria importanza la definizione di soglie di attenzione ed attivazione che consentano l'attivazione di procedure di emergenza prima del superamento dei limiti di legge.

Alla luce dell'esperienza maturata per i lavori della Variante di Valico e della terza corsia Barberino di Mugello - Firenze Sud e al contributo fornito su questo tema dall'Osservatorio Ambientale, dai Supporti Tecnici (ARPAT e ARPA) e dal prof. S. Malcevski (Università di Pavia), viene illustrata nel presente documento una proposta per la definizione di soglie di intervento in caso di eventi anomali+causati dalle attività di cantiere.

In generale nella gestione delle anomalie e delle criticità è necessaria un'accurata valutazione dei dati acquisiti nella fase ante operam e delle eventuali cause esterne alle lavorazioni autostradali. Specifiche valutazioni devono essere effettuate nelle situazioni in cui si registrano valori di ante operam già prossimi ai valori di soglia o addirittura superiori, al fine di individuare le giuste procedure ed i criteri che consentano di coniugare gli obiettivi di tutela ambientale con la realizzazione delle opere secondo i tempi e le modalità previste.

Si riportano sinteticamente i criteri proposti sulle soglie di azione per il monitoraggio ambientale, nel quale sono individuati tre approcci metodologici per la definizione dei valori di soglia.

#### Definizione delle soglie tramite il criterio C1

Le soglie vengono definite partendo dai riferimenti normativi presenti anche se non strettamente cogenti, si veda ad esempio il settore idrico, dove partendo dalla classificazione delle acque a specifica destinazione d'uso (acque destinate alla vita dei pesci, produzione di acqua potabile, ex 152/99 . sostituita dal 152/06) o in base agli obiettivi di qualità ambientale (ex 152/99, 2000/60/CE e nuovo 152/06) si perveniva alla definizione dei valori di soglia per numerosi parametri.

#### Definizione delle soglie tramite criteri C2 e C3

Nella proposta di soglie vengono individuati alcuni criteri statistici per definire le soglie di azione; il primo criterio (C2) individua una soglia di azione in funzione dei dati di ante operam ( soglia di attenzione = media dell'ante operam più 2 volte la deviazione standard, soglia di attenzione così calcolata è pari al 75% del valore di attivazione); il secondo (C3) si basa sul concetto di peggioramento progressivo utilizzando cioè i dati delle ultime cinque campagne di misure (soglia di attenzione = media degli ultimi 5 valori più due volte il valore della deviazione standard; la soglia di attenzione risulta pari al 75% del valore di attivazione).

Pertanto al termine della fase ante operam, al fine di definire i valori di tutela ambientale che esprimano effettivamente la compatibilità con le attività previste per la realizzazione del progetto autostradale, saranno stabilite le **soglie di azione** da attribuire ai principali indicatori ambientali individuati per le diverse componenti monitorate.

### **5.3. Procedure di prevenzione delle criticità**

Un elemento essenziale dell'attività di monitoraggio è costituito dalla gestione delle eventuali emergenze ambientali che si dovessero verificare nell'ambito dei lavori autostradali; le procedure qui proposte dovranno naturalmente essere oggetto di confronto e di definizione di maggior dettaglio con gli Enti di controllo interessati.

In linea generale la gestione delle emergenze ambientali è basata sul confronto tra i dati rilevati dal monitoraggio, gli eventuali limiti normativi esistenti o i livelli di soglia stabiliti e concordati con l'Ente di Controllo dopo il periodo ante operam, e sulla successiva definizione degli interventi necessari in caso di superamento dei limiti stessi.

Il confronto dei parametri con i limiti normativi non si applica in ogni caso a tutti i parametri ambientali monitorati, ma soltanto ad un numero ridotto di questi, costituito da quei parametri che presentano un preciso significato come indicatori di qualità/criticità.

Nell'ottica del controllo dei limiti imposti dalla normativa non sono invece considerati i parametri facenti parte delle due seguenti categorie:

- descrittori delle condizioni al contorno, su cui non ci possono essere interventi da parte dei soggetti gestori (in pratica i parametri meteo-climatici);
- descrittori di caratteristiche delle variabili ambientali effettivamente utilizzate come indicatori di qualità/criticità, che aiutano ad interpretare i risultati ma non offrono di per sé specifici orientamenti valutativi.

Al verificarsi del superamento del valore preso a riferimento per la variabile ambientale considerata, il Gestore del monitoraggio provvederà ad informare gli Enti di controllo - individuati come referenti del monitoraggio ambientale - della anomalia riscontrata.

Successivamente lo staff tecnico del monitoraggio, con il supporto degli esperti nei settori interessati, effettuerà i necessari sopralluoghi ed una prima analisi, in base alla quale si potranno riscontrare le seguenti condizioni:

- assenza di anomalia (per esempio nel caso in cui si riscontri una variazione strumentale o si verifichi il carattere naturale dei fenomeni in corso);
- presenza di uno stato di criticità ambientale di origine antropica la cui causa sia inequivocabilmente esterna all'ambito dei lavori (per esempio un fenomeno di inquinamento di corsi d'acqua dovuto a scarichi prodotti da altre attività);
- presenza di uno stato di criticità ambientale di origine antropica la cui causa non sia immediatamente identificabile o sia attribuibile all'ambito dei lavori.

Nei primi due casi non si darà luogo ad azioni particolari, ma si darà ugualmente evidenza del fenomeno producendo la necessaria documentazione interpretativa che verrà trasmessa agli Enti di controllo.

Nel terzo caso il Gestore del monitoraggio, con il supporto di tutto lo staff tecnico e attraverso il confronto con la Direzione lavori, procede all'analisi del fenomeno registrato e successivamente alla trasmissione di una nota informativa tecnica, avendo cura di evidenziare quali provvedimenti immediati siano stati intrapresi e/o che si prevede di attuare, ivi compresa l'eventuale sospensione dell'attività causa dell'anomalia, per evitare il raggiungimento dei valori limite o il perdurare di una situazione critica.

## 6. SISTEMA INFORMATIVO

Come sopra specificato, per rispondere alle esigenze legate alla gestione delle misure eseguite nell'ambito del Monitoraggio Ambientale si prevede la realizzazione di un Sistema Informativo di Gestione del Monitoraggio Ambientale (SIGMA), che costituisce uno degli elementi fondanti l'intero sistema predisposto per l'esecuzione del monitoraggio.

Il monitoraggio ambientale comporta lo svolgimento di attività sul campo in un dato intervallo di tempo, e quindi una conseguente attività di registrazione, elaborazione e diffusione dei dati rilevati. Tutti i dati provenienti dalle attività di monitoraggio confluiranno in questo sistema di gestione informatizzato.

Per poter gestire dati rilevanti sia da un punto di vista quantitativo che qualitativo, è di fondamentale importanza l'architettura del sistema informativo che prende in carico le informazioni; infatti il SIGMA deve tener conto della diversità di dati che sono raccolti a seconda degli indicatori, raggruppati nelle varie componenti ambientali e territoriali:

- **ATMOSFERA**
  - Sensori remoti con acquisizione in automatico e trasmissione in continuo attraverso la rete
  - Misure strumentali con operatore
- **RUMORE**
  - Misure strumentali con operatore
- **VIBRAZIONI**
  - Misure strumentali con operatore
- **ACQUE SUPERFICIALI**
  - Campagne di misura e rilievo in situ
- **ACQUE SOTTERRANEE**
  - Campagne di misura e rilievo in situ
- **FAUNA**
  - Campagne di misura e rilievo in situ
- **VEGETAZIONE**
  - Campagne di misura e rilievo in situ

L'esecuzione dei rilievi, quale attività di routine, può avvenire per mezzo di campagne periodiche di misura o stazioni fisse strumentali con registrazione in continuo; a ciò si aggiungono le attività di acquisizione dati con accertamenti mirati per la gestione delle criticità e con sopralluoghi in sito per seguire da vicino l'andamento dei lavori o specifiche problematiche.

In particolare il Sistema Informativo di Gestione del Monitoraggio Ambientale servirà ad automatizzare i processi di caricamento e validazione dei dati, a preservare in forma strutturata i dati rilevati, ad estrarre i dati per analisi specialistiche e a supportare la produzione di elaborati che rispettino gli standard Spea e quelli richiesti dalla Committenza e dagli Enti di Controllo.

Il sistema sarà integralmente on-line e basato su tecnologie web; i principali vantaggi di tale scelta sono: informazioni e funzionalità disponibili sempre ed ovunque (basta avere una connessione internet); accessibili da qualsiasi dispositivo (pc, mac, tablet, smartphone, ecc.); nessun software da installare in locale per la consultazione dei dati (è sufficiente disporre di un comune browser, ormai disponibile gratuitamente su tutti i sistemi operativi).

Il SIGMA consentirà quindi la gestione dei dati attraverso una stretta integrazione fra elementi cartografici, dati alfanumerici descrittivi delle aree di monitoraggio e dati quali - quantitativi provenienti dalle misurazioni periodiche, nonché il confronto di tutti i parametri appartenenti ad un determinato ambito di monitoraggio nel corso del tempo; la peculiarità del sistema sarà quella di essere in grado di ospitare in forma organizzata, senza limitazione alcuna, qualsiasi tipologia di informazione numerica, alfanumerica, grafica o documentale proveniente da attività di monitoraggio del territorio.

Il sistema sarà composto da %motori+ di gestione indipendenti, controllati da un modulo principale; queste componenti, denominate %motori+, saranno configurabili dagli utenti (amministratori di sistema) e garantiranno una capacità di adattamento a potenziali nuove esigenze.

I motori saranno dedicati a:

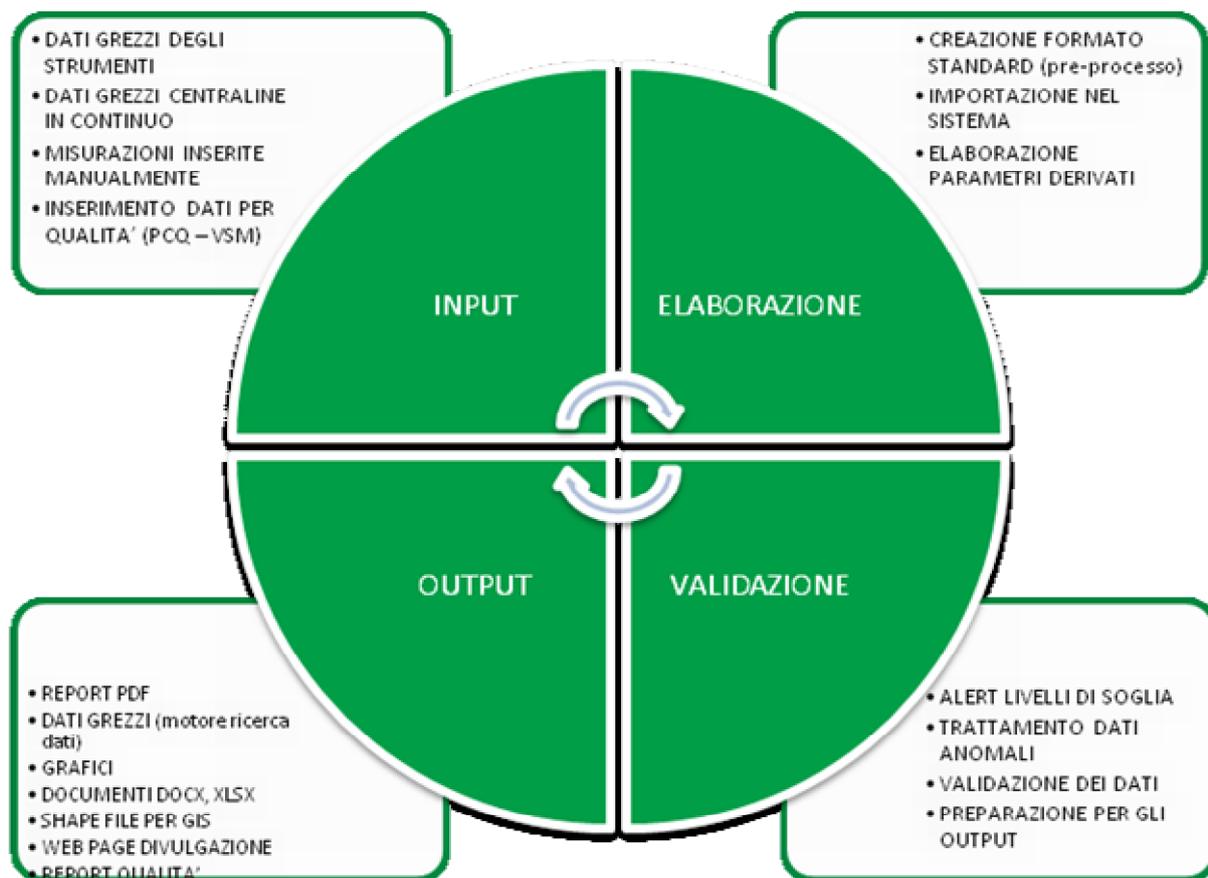
- interfacciamento con l'utente
- importazione dati e pre-elaborazione
- elaborazione/validazione dati
- ricerca e visualizzazione dati
- esportazione dei dati

Diversi livelli di accesso al sistema permetteranno all'utente connesso di accedere alle sole parti di competenza e alle sole funzioni ad esso assegnate (inserimento, validazione, estrazione, ecc.).

Gli utenti amministratori saranno invece in grado di configurare e gestire tutte le componenti del sistema, dalla gestione dei siti di misura alla configurazione dei parametri misurati, dalla grafica degli output alla adozione di una nuova strumentazione, ecc.

Il SIGMA si baserà su quattro componenti funzionali:

1. **INPUT:** funzionalità di importazione automatizzata o semi-automatizzata dei dati provenienti dagli strumenti e inserimento manuale dei dati (reperti di laboratorio, censimenti, ecc).
2. **ELABORAZIONE:** funzionalità (automatizzate e/o manuali) che operano sui dati importati/inseriti consentendo di ricavare dati derivati o aggregati.
3. **VALIDAZIONE:** funzionalità di validazione (automatica e/o manuale) dei dati rispetto a soglie/limiti predefiniti.
4. **OUTPUT:** funzionalità (automatizzate e/o manuali) per ricercare ed estrarre i dati in funzione delle specifiche esigenze e per esportare gli stessi in diversi formati, anche tramite report



I dati potranno essere inseriti nel sistema manualmente dagli utenti abilitati oppure automaticamente. Tramite il sistema sarà possibile associare ogni singolo strumento ad uno degli algoritmi di decodifica predefiniti per la sua successiva importazione automatica.

Una volta importati i dati, SIGMA è in grado di riconoscere automaticamente (grazie ad opportune configurazioni) se l'inserimento effettuato richiede il calcolo di parametri derivati o aggregati (es. indici) che devono diventare essi stessi nuovi parametri da immagazzinare nella base dati.

Il processo di validazione dei dati è basato su due diversi criteri: i valori soglia e la % approvazione del dato.

I valori soglia sono dei limiti numerici predefiniti a livello di parametro oltrepassati i quali i dati inseriti saranno segnalati agli operatori tramite un sistema di allarme (invio immediato di e-mail/ SMS). I dati che superano i livelli di soglia sono isolati in attesa di un controllo manuale.

I valori soglia di ogni singolo parametro possono essere anche collegati allo spazio (es. sito di misura) e/o al tempo (periodo).

La % approvazione del dato è un processo manuale tramite il quale viene confermata la congruità del dato. I dati importati nel sistema non sono disponibili per i successivi trattamenti fino a quando non vengono certificati dagli operatori incaricati.

SIGMA consente la libera interrogazione della base dati attraverso un motore di interrogazione. I dati estratti tramite le query vengono visualizzati a video e possono essere esportati in formati standard per successivi trattamenti o elaborazioni.