



Regione Calabria
Dipartimento Infrastrutture Lavori Pubblici
Mobilità Settore 13 Infrastrutture di Trasporto

Accordo Quadro quadriennale per servizi di ingegneria ed architettura:
progetto di fattibilità tecnica ed economica e la progettazione definitiva/esecutiva, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e affidamento delle attività dell'Ufficio di Direzione dei Lavori per l'espletamento della Direzione Lavori, delle attività tecnico-amministrative connesse alla Direzione Lavori nonché del Coordinamento della Sicurezza in fase di Esecuzione per la realizzazione di interventi stradali

RUP: Ing. Roberto Luigi Ruffolo

DEC : Ing. Giovanna Petrunaro



Contratto Attuativo: Lotto 6 - San Luca

Collegamento dalla Strada Statale 106 Jonica
al Santuario della Madonna di Polsi
CUP: J52C19000070001

Responsabile del procedimento: Ing. Roberto Luigi Ruffolo

PROGETTO DEFINITIVO

Mandataria



Raggruppamento temporaneo di Progettisti

Mandante



Mandante



cooprogetti



Redazione dell'elaborato

Dott. Arch. Enrico Costa



Responsabile della integrazione fra le diverse prestazioni specialistiche



TECHNITAL S.p.A.
Dott. Ing. Filippo Busola

TITOLO ELABORATO:
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Piano di monitoraggio ambientale: Relazione

Identificazione elaborato

Progetto	Progettista	Fase	Lotto	Disciplina	Ambito	Tipologia Elaborato	Rev.
S I 1 2 4 E	C	D	6	A M B	0 3	R E 0 1	A

Data: Maggio 2022

Scala: -

File: SI124E-C-D-6-AMB-03-RE01-A - DWG

A	Maggio 2022	EMISSIONE	Crimi	Costa	Busola
EM/REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A TERMINE DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO CON DIVIETO DI RIPRODURLO RENDENDOLO NOTO A TERZI ANCHE PARZIALMENTE SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE.					



Sommario

1.	PREMESSA	4
2.	SOGLIE DI ATTENZIONE O ALLARME	5
3.	DURATA DELLE LAVORAZIONI	5
4.	INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO	5
5.	OBIETTIVI GENERALI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	6
6.	STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO	8
6.1.	Responsabile ambientale	8
6.2.	Responsabili di settore	9
6.3.	Operatori di campo	9
7.	FLUSSO DELLE INFORMAZIONI	10
7.1.	Impostazione generale	10
7.2.	Analisi e validazione dei dati	11
7.3.	Gestione delle situazioni di emergenza	12
7.4.	Modalità di restituzione dei dati	13
7.5.	Relazione tra il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) e il Sistema di Gestione Ambientale (SGA)	13
8.	MODALITA' DI GESTIONE E CONTROLLO	15
8.1.	Gestione e controllo del monitoraggio ambientale	15
8.2.	Gli spazi per l'innovazione	16
9.	LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	17
9.1.	Planimetrie con la localizzazione dei punti di monitoraggio	17
10.	ATMOSFERA	18
10.1.	Riferimenti normativi	18
10.2.	Metodologie di rilevamento e campionamento	19
10.3.	Localizzazione delle postazioni e frequenza dei rilievi	22
11.	AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE	23
11.1.	Premessa	23
11.2.	Riferimenti normativi	23
11.3.	Articolazione delle attività di monitoraggio	24
11.4.	Definizione degli indicatori e dei parametri di monitoraggio	27
11.5.	Articolazione ed estensione temporale delle attività di monitoraggio	35
11.6.	Elenco della strumentazione necessaria	37
11.7.	Valutazione di soglie di attenzione e di intervento	38
12.	AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO	39
12.1.	Normativa di riferimento	39
12.2.	Metodologia adottata	40
12.3.	Articolazione temporale dei monitoraggi	40
12.4.	Criteri di scelta dei punti di misura	41
12.5.	Modalità di esecuzione dei piezometri	41





12.6.	Modalità di rilievo del livello piezometrico.....	42
12.7.	Modalità di campionamento per le analisi di laboratorio.....	42
12.8.	Modalità di campionamento per le analisi in situ	43
12.9.	Parametri da monitorare	43
12.10.	Valutazione dei dati di monitoraggio	46
12.11.	Localizzazione dei monitoraggi	46
13.	SUOLO E SOTTOSUOLO	48
13.1.	PREMESSA.....	48
13.2.	Riferimenti normativi.....	48
13.3.	Metodologie di rilevamento e campionamento.....	49
13.4.	Articolazione temporale dei monitoraggi	49
13.5.	Criteri di scelta dei punti di misura.....	50
13.6.	Campionamento.....	51
13.7.	Definizione degli indicatori e dei parametri da monitorare.....	51
13.8.	Localizzazione dei monitoraggi	55
13.9.	Valutazione dei dati di monitoraggio.....	55
14.	VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI	57
14.1.	Vegetazione e flora.....	57
14.2.	Fauna	61
16.	RUMORE	66
16.1.	Premessa.....	66
16.2.	Riferimenti normativi.....	66
16.3.	Metodologie di rilevamento e campionamento.....	68
16.4.	Metodiche di monitoraggio	70
16.5.	Definizione della strumentazione di misura.....	70
16.6.	Localizzazione delle postazioni e frequenza dei rilievi.....	74
16.7.	Soglie di riferimento	74
16.8.	Gestione delle anomalie	75
17.	VIBRAZIONI.....	77
17.1.	Premessa.....	77
17.2.	Riferimenti normativi.....	78
17.3.	Definizione degli indicatori da monitorare	78
17.4.	Definizione della strumentazione di misura.....	79
17.5.	taratura e calibrazione della strumentazione	80
17.6.	Operazioni di misura.....	80
17.7.	Articolazione temporale	81
17.8.	Soglie di riferimento	83
17.9.	Gestione delle anomalie	83



Regione Calabria

Collegamento dalla Strada Statale 106 Jonica al Santuario della Madonna di Polsi (dal km 0+00 al km 13+400) – I lotto

Progetto definitivo

Relazione Generale

Progettazione:



REGENTRA

(capogruppo) - -



cooprogetti





1. PREMESSA

Il presente documento si configura quale relazione del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) relativa al Progetto definitivo del “Collegamento dalla Strada Statale 106 Jonica al Santuario della Madonna di Polsi (dal km 0+00 al km 13+400) – I lotto”.

Nella definizione dei criteri e dei contenuti del PMA, afferente all’intero sistema di opere infrastrutturali previste, sono stati considerati i seguenti documenti e/o linee guida:

- indicazioni delle Linee Guida per la redazione del Piano di Monitoraggio Ambientale della Commissione Speciale VIA (2007);
- specifiche tecniche emanate da ISPRA in materia e la normativa tecnica di riferimento.

La presente relazione, che offre un quadro organico legato alla complessa struttura del Piano di monitoraggio ambientale che dovrà essere messa in campo per l’esecuzione del monitoraggio ambientale (MA), è articolata nelle seguenti sezioni:

- inquadramento generale del progetto;
- obiettivi generali del monitoraggio ambientale;
- requisiti;
- struttura organizzativa;
- flusso delle informazioni (analisi, gestione e modalità di restituzione dei dati);
- modalità di gestione e controllo;
- descrizione delle singole componenti ambientali. Per ciascuna componente ambientale vengono definiti quadri normativi di riferimento, parametri e metodologie di rilevamento, localizzazione dei punti di monitoraggio e articolazione temporale (ante operam, corso e post operam) dei monitoraggi con relative frequenze.

Le componenti ambientali comprese nel presente PMA sono le seguenti:

1. atmosfera;
2. ambiente idrico superficiale;
3. ambiente idrico sotterraneo;
4. suolo e sottosuolo;
5. vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi;
6. rumore;
7. vibrazioni;
8. paesaggio.

Il presente PMA è infine corredato da un elaborato cartografico redatto in scala 1:2.000 (elaborato SI124E-C-D-6-AMB-03-PL01-A – Piano di Monitoraggio Ambientale – Planimetria con localizzazione dei punti di misura), in cui è riportata l’ubicazione e la frequenza di tutti i punti di monitoraggio relativi ad ogni singola componente ambientale.





2. SOGLIE DI ATTENZIONE O ALLARME

Per la determinazione delle situazioni di attenzione o allarme, relative alle diverse componenti ambientali, si farà riferimento a:

- Ove disponibili, ai limiti dettati dalla normativa di settore;
- In assenza di definizioni normative verrà considerato lo scostamento tra i dati di monitoraggio ante operam e quelli delle fasi successive.

3. DURATA DELLE LAVORAZIONI

La durata delle attività di realizzazione dell'opera è di 24 mesi (utilizzata per calcolare, nel seguito della relazione, il numero delle campagne di monitoraggio in Corso d'Opera).

4. INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO

Il presente progetto rientra nell'ambito dell'Accordo Quadro attinente servizi di ingegneria e architettura, ai sensi dell'Art. 54, comma 4, lett.c) del d.lgs. 18 aprile 2016, n. 50 e s.m.i., per l'esecuzione di prestazioni relative al livello di approfondimento di progettazione definitiva, per conto della Regione Calabria ed avente per oggetto ed avente per oggetto il "Collegamento dalla Strada Statale 106 Jonica al Santuario della Madonna di Polsi (dal km 0+00 al km 13+400) – I lotto".

La nuova viabilità si sviluppa in un territorio orograficamente complesso ed articolato, andandosi a configurare come un sistema stradale di strategico avente l'obiettivo di collegamento tra la S.P. 72, San Luca (RC) e il Santuario della Madonna di Polsi, per evitare l'isolamento di questi luoghi e favorire gli spostamenti anche nell'ottica del turismo religioso quale risorsa non solo per il comune di San Luca ma per tutto il territorio della Città metropolitana garantendo, in questo modo, l'accessibilità al comprensorio. Nel periodo che va da primavera ad ottobre, la zona intorno all'area sacra si anima, infatti, di una consistente presenza di pellegrini, provenienti da tutta la città metropolitana di Reggio Calabria, dalla città metropolitana di Messina e da altre zone della Calabria.

L'intervento si origina lungo la S.P. 72 a Est dell'abitato di San Luca dove è previsto l'adeguamento con piattaforma tipo F1, per un tratto di 257,387 m, si contraddistingue soprattutto per la presenza del ponte denominato "Santa Venere" che sarà oggetto di demolizione e ricostruzione in affiancamento a quello esistente il quale risulta carente dal punto di vista idraulico, in quanto attualmente la quota è di circa 1,5 m dal fondo alveo e pertanto sulla base delle verifiche idrauliche condotte relativamente a tempi di ritorno di 200 anni si è rivelato necessario alzare la quota del finito dell'opera di circa 3m, inoltre verranno ripristinati i muri d'argine esistenti. Durante le fasi di cantierizzazione è previsto il mantenimento in esercizio dell'opera di attraversamento esistente.

La realizzazione del nuovo Ponte Santa Venere comporta la necessità di ricucire la viabilità locale con la S.P. 72 mediante un'intersezione a raso situata prima della spalla del nuovo ponte, il tratto di viabilità esistente che viene ricucito sarà oggetto di adeguamento con piattaforma tipo F, ha lunghezza pari a 72,059 m, non si segnalano particolari peculiarità ad eccezione della realizzazione di opere di contenimento del pendio, ambo i lati della strada, dalla PK 0+15,00 alla PK 0+38,00, per uno sviluppo complessivo di circa 40 m.

L'intervento riprende dall'abitato di San Luca con la rettifica della viabilità locale esistente partendo da via Martorano, fino all'attraversamento a valle della Fiumara Bonamico, il tratto in oggetto viene inquadrato come "strada a destinazione particolare" ai sensi del D.M. 5/11/2001. Il tracciato ha uno sviluppo complessivo di 2.075,042 m con piattaforma di larghezza di 6,5 m, ed è caratterizzato dalla presenza di n. 4 attraversamenti idraulici di cui n.1 tombino esistente alla PK. 0+817,40 e n. 3 nuovi tombini idraulici rispettivamente alla PK. 1+719,872, PK. 1+751,011 e PK. 1+782,312, inoltre lungo il tracciato sono presenti diverse opere di contenimento del pendio, per uno sviluppo complessivo di 1.544 m. A livello altimetrico il tracciato presenta un tratto iniziale a forte pendenza, per un massimo di -16,75 %. Il tratto finale del tracciato





è caratterizzato dalla presenza di un nuovo ponte (denominato Bonamico) di lunghezza pari a 465 m, che attraversa la Fiumara Bonamico, e raggiunge la sponda opposta ricollegandosi alla viabilità locale, il ponte è caratterizzato da una livelletta di pendenza pari al 3,86%.

L. TOT ASSE PRINCIPALE		3 409,227	m
L. TOT VIAB. SECONDARIE		72,059	m
N. PONTI		2,00	
L. TOT PONTI		500,00	m
N. TOMBINI		3,00	
L. TOT MURI DI SOSTEGNO		2 213,229	m

Tabella 4.1 Quadro riepilogativo itinerario Lotto 6

5. OBIETTIVI GENERALI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il monitoraggio ambientale di un'area territoriale sottoposta ad alterazione si prefigge, come scopo principale, l'individuazione delle metodologie più adatte alla rilevazione dei parametri indicatori della situazione ambientale e della sua evoluzione nel tempo, rispetto alle azioni di progetto (fase di cantiere ed esercizio). Il monitoraggio ambientale persegue i seguenti obiettivi:

- verificare gli impatti del progetto emersi all'interno delle valutazioni sviluppate per la fase di costruzione (rif. documento SI124DMD4CAN01RE01A "Cantierizzazione - Relazione") e per la fase di esercizio (rif. SI124E-C-D-6-AMB-03-RE01-A "Studio acustico – Relazione" e SI124E-C-D-6-CAN-03-RE 01-A "Interventi di inserimento paesaggistico ambientale - Relazione");
- correlare gli stati Ante Operam, Corso d'Opera e Post Operam;
- sorvegliare la situazione ambientale durante la fase di costruzione, al fine di rilevare prontamente situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione.;
- effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale;
- consentire agli organi preposti alla verifica della situazione ambientale un accesso organico e diretto alle informazioni desunte dal monitoraggio effettuato.

Al fine di poter stabilire i cambiamenti arrecati dall'opera ai vari fattori ambientali, occorre rilevare e rappresentare lo stato dei fattori ambientali attuali, già prima dell'inizio dei lavori.

Pertanto lo scopo del monitoraggio ambientale **Ante Operam** è quello di:

- fornire una descrizione dello stato dell'ambiente (naturale ed antropico) prima dell'intervento ("situazione zero");
- identificare gli eventuali processi evolutivi in atto, i relativi fattori forzanti ed i parametri descrittivi più significativi per seguirne l'evoluzione;
- rilevare un adeguato scenario di indicatori ambientali a cui riferire l'esito dei rilevamenti in Corso d'Opera e ad opera finita;
- fungere da base per la previsione delle variazioni che potranno intervenire durante la costruzione e l'esercizio, proponendo le eventuali contromisure.
- Le indagini antecedenti l'inizio dei lavori rappresentano la condizione di riferimento. Il paragone con detta condizione di riferimento permette di accertare i cambiamenti dei fattori ambientali in seguito all'opera.

Lo scopo del monitoraggio ambientale in **Corso d'Opera** è quello di:





- documentare l'evolversi della situazione ambientale rispetto allo stato antecedente all'opera con lo scopo di verificare che la dinamica dei fenomeni ambientali sia coerente rispetto alle previsioni dello studio preliminare ambientale;
- segnalare il manifestarsi di eventuali emergenze ambientali affinché sia possibile intervenire nei modi e nelle forme più opportune per evitare che si producano effetti irreversibili e gravemente compromissivi della qualità dell'ambiente;
- garantire il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione posti in essere per ridurre gli impatti ambientali connessi alla realizzazione dell'opera.

Le finalità del monitoraggio ambientale **Post Operam** sono invece quelle di:

- verificare gli impatti ambientali intervenuti per effetto della realizzazione dell'opera;
- accertare la reale efficacia dei provvedimenti posti in essere per garantire la mitigazione degli impatti sull'ambiente naturale ed antropico;
- indicare eventuali necessità di ulteriori misure per il contenimento degli effetti non previsti.

Verificare l'efficacia degli interventi di compensazione posti in essere per compensare gli effetti connessi alla realizzazione dell'opera. Conseguentemente agli obiettivi da perseguire con il Monitoraggio Ambientale (MA), il PMA deve soddisfare i seguenti requisiti:

- prevedere il coordinamento delle attività di monitoraggio previste "ad hoc" con quelle degli Enti territoriali ed ambientali che operano nell'ambito della tutela e dell'uso delle risorse ambientali;
- contenere la programmazione dettagliata spazio-temporale delle attività di monitoraggio e definizione degli strumenti.
- indicare le modalità di rilevamento e uso della strumentazione coerenti con la normativa vigente.
- prevedere meccanismi di segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze e anomalie.
- prevedere l'utilizzo di metodologie validate e di comprovato rigore tecnico-scientifico.
- individuare parametri ed indicatori facilmente misurabili ed affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali.
- definire la scelta del numero, delle tipologie e della distribuzione territoriale delle stazioni di misura in modo rappresentativo delle possibili entità delle interferenze e della sensibilità/criticità dell'ambiente interessato.
- prevedere la frequenza delle misure adeguata alle componenti che si intendono monitorare.
- prevedere l'integrazione della rete di monitoraggio progettata dal PMA con le reti di monitoraggio esistenti.
- prevedere la restituzione periodica programmata e su richiesta delle informazioni e dei dati in maniera strutturata e georeferenziata, di facile utilizzo ed aggiornamento, e con possibilità di correlazione con eventuali elaborazioni modellistiche;
- pervenire ad un dimensionamento del monitoraggio proporzionato all'importanza e all'impatto dell'Opera. Il PMA focalizzerà modalità di controllo indirizzate su parametri e fattori maggiormente significativi, la cui misura consenta di valutare il reale impatto della sola Opera specifica sull'ambiente. Priorità sarà attribuita all'integrazione quali/quantitativa di reti di monitoraggio esistenti che consentano un'azione di controllo duratura nel tempo.
- definire la struttura organizzativa preposta all'effettuazione del MA.





6. STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

Il numero e la complessa articolazione delle attività di monitoraggio ambientale richiede la definizione di una struttura organizzativa in grado di rispondere alle esigenze del piano stesso. L'articolazione "standard" di tale struttura è schematizzata nella Figura 6.1 Struttura organizzativa del piano di monitoraggio ambientale. La struttura prevede la definizione di una figura, Responsabile Ambientale (Ra), a cui spetterà il compito di coordinare i diversi settori e il relativo sistema informativo dedicato alla gestione dei dati. Inoltre esso costituirà l'unica interfaccia con Enti e Commissioni di controllo.

Al Responsabile Ambientale (Ra) risponderanno i Responsabili di Settore (Rs), figure con competenza specifiche per ogni componente del Piano, a cui spetterà il compito di pianificare e sovrintendere alle operazioni di monitoraggio che, operativamente, verranno svolte dagli operatori di campo.

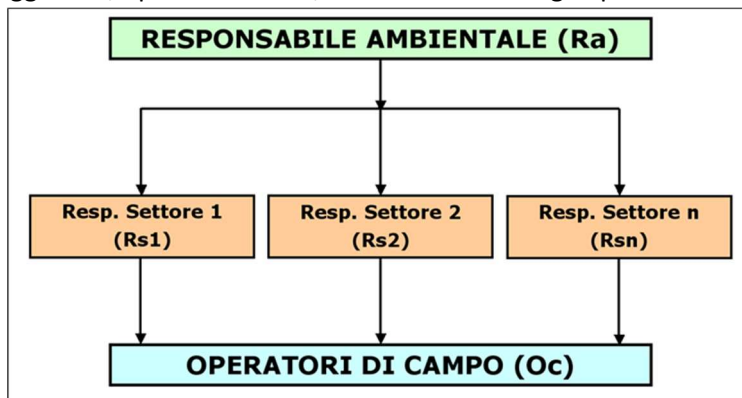


Figura 6.1 Struttura organizzativa del piano di monitoraggio ambientale

6.1. Responsabile ambientale

Il Responsabile Ambientale avrà i seguenti compiti e responsabilità:

- costituisce, per le attività previste dal PMA e per tutta la loro durata, l'unica interfaccia operativa degli Enti di Controllo;
- svolge il ruolo di coordinatore tecnico-operativo delle attività intersettoriali, assicurandone sia l'omogeneità che la rispondenza al PMA approvato;
- verifica che tutta la documentazione tecnica del monitoraggio ambientale, predisposta dagli specialisti di ciascuna componente e/o fattore ambientale, sia conforme con:
 - i requisiti indicati nel PMA;
 - le istruzioni e le procedure tecniche previste nel PMA;
 - gli standard di qualità ambientale da assicurare;
- produce documenti di sintesi destinati agli Enti di Controllo (rapporti tecnici periodici di avanzamento delle attività, rapporti annuali).

Il Responsabile Ambientale, coadiuvato dagli specialisti settoriali, avrà inoltre il compito di:

- predisporre e garantire il rispetto del programma temporale delle attività del PMA e degli eventuali aggiornamenti;
- predisporre la procedura dei flussi informativi del MA, da concordare con Enti e Commissioni di controllo;
- coordinare gli esperti ed i tecnici addetti all'esecuzione delle indagini e dei rilievi in campo;
- coordinare le attività relative alle analisi di laboratorio;
- verificare, attraverso controlli periodici programmati, il corretto svolgimento delle attività di monitoraggio;
- predisporre gli aggiustamenti e le integrazioni necessarie ai monitoraggi previsti;



- assicurare il coordinamento tra gli specialisti settoriali, tutte le volte che le problematiche da affrontare coinvolgano diversi componenti e/o fattori ambientali;
- definire tutti i più opportuni interventi correttivi alle attività di monitoraggio e misure di salvaguardia, qualora se ne rilevasse la necessità, anche in riferimento al palesarsi di eventuali situazioni di criticità ambientale;
- interpretare e valutare i risultati delle campagne di misura;
- effettuare tutte le ulteriori elaborazioni necessarie alla leggibilità ed interpretazione dei risultati;
- assicurare il corretto inserimento dei dati e dei risultati delle elaborazioni nel sistema informativo del MA.
- predisporre, con l'ausilio degli Rs, le sintesi non tecniche.

6.2. Responsabili di settore

I compiti dei Responsabili di settore consistono in:

- coordinare e sovrintendere alle attività degli Operato di Campo
- procedere ad una prima analisi dei dati resi disponibili dagli Operatori di Campo;
- comunicare tempestivamente al Responsabile Ambientale qualsiasi anomalia rilevata nella prima analisi dei dati;
- elaborare sintesi tecniche di componente qualora Responsabile Ambientale ne faccia richiesta;
- fornire supporto al Responsabile Ambientale per tutte le attività di sua competenza previste nell'Allegato precedente.

Nella seguente Figura 6.2 per ciascuna componente ambientale, si riporta un elenco indicativo delle competenze specialistiche da prevedere nella struttura organizzativa del MA.

COMPONENTE E/O FATTORE AMBIENTALE	COMPETENZE SPECIALISTICHE
Atmosfera	- qualità dell'aria - meteorologia - fisica/chimica dell'atmosfera - biologia naturale
Ambiente idrico superficiale	- biologia - ingegneria idraulica o ambientale - chimica
Ambiente idrico superficiale	- biologia - geologia - chimica
Suolo e sottosuolo	- agronomia, pedologia, geologia e geomorfologia - idrogeologia, geotecnica
Vegetazione e flora, fauna, ecosistemi	- scienze forestali - botanica, agronomia, zoologia - pedologia, ecologia, telerilevamento
Rumore	- acustica ambientale - valutazione di impatto acustico
Vibrazioni	- ingegneria civile delle strutture, geotecnica - rilevamento vibrazioni, valutazione di impatto vibrazionale
Paesaggio	- architettura del paesaggio - sociologia dell'ambiente e del territorio

Figura 6.2 Competenze necessarie per i responsabili di Settore

6.3. Operatori di campo



Agli operatori di campo spetterà il compito di svolgere tutte le attività necessaria al corretto svolgimento dei rilievi. Tali attività possono essere schematicamente riassunte nelle seguenti operazioni:

- sopralluoghi preliminari in campo per la definizione di dettaglio delle postazioni di misura;
- condivisione con il Responsabile di settore delle scelte localizzative fatte;
- effettuazione dei rilievi;
- in presenza di rilievi che prevedono prolungate esposizioni della strumentazione, verifica periodica del buon funzionamento della stessa;
- raccolta e sistemizzazione dei dati al termine del rilievo;
- prima analisi dei risultati e comunicazione di eventuali anomalie al Responsabile di Settore;
- trasferimento dei dati rilevati.

Gli operatori dovranno avere competenze specifiche nei rispettivi ambiti di attività e, qualora necessario essere dotati delle certificazioni prescritte dalla normativa, ad esempio per i rilievi acustici dovranno essere Tecnici Acustici Competenti.

7. FLUSSO DELLE INFORMAZIONI

7.1. Impostazione generale

I flussi informativi che caratterizzano lo sviluppo del Piano Monitoraggio possono essere suddivisi in due blocchi:

- richiesta della misura;
- effettuazione, validazione e pubblicazione della misura. La richiesta di misura prevede i seguenti passaggi:

1. il Responsabile Ambientale richiede con cadenza quindicinale alla DL il cronoprogramma dei lavori;
2. il Responsabile Ambientale e Responsabili di Settore analizzano il cronoprogramma;
3. il Responsabile Ambientale e Responsabili di Settore decidono di programmare le attività di MA;
4. il Responsabile Ambientale comunica agli Enti interessati le attività in programma;
5. Il Responsabile di Settore comunica agli Operatori di Campo le attività di MA programmate;
6. gli Operatori di Campo confermano la disponibilità all'effettuazione del MA;

Una volta confermata la disponibilità degli Operatori di Campo si passa alla fase di campo che può seguire le seguenti alternative - Figura 7.1 procedura relativa allo svolgimento dei rilievi e alla trasmissione dei dati):

1. La verifica sul campo da parte di Operatore di Campo può avere esito negativo, si procede pertanto a ripetere la procedura di richiesta della misura. In alcuni casi questo può comportare un aggiornamento del PMA nel caso in cui l'impossibilità di effettuare la misura non è determinata da motivazioni non contingenti.
2. L' Operatore di Campo effettua la misura e innesca la seguente procedura:
 - a) L'Operatore di Campo comunica l'avvenuta misura;
 - b) L'Operatore di Campo comunica i dati della misura al Responsabile di Settore;
 - c) Il Responsabile di Settore in accordo con il Responsabile Ambientale provvede alla validazione interna (la validazione può avere esito positivo o negativo). Se ha esito negativo, il Responsabile Ambientale e il Responsabile di Settore provvederanno a prendere le decisioni opportune (riprogrammare la misura, richiedere una corretta elaborazione dei dati ecc). Se il processo ha esito positivo, il dato viene reso disponibile per i successivi step di validazione. Se tutte le fasi di validazione hanno esito positivo, il dato viene reso pubblico.

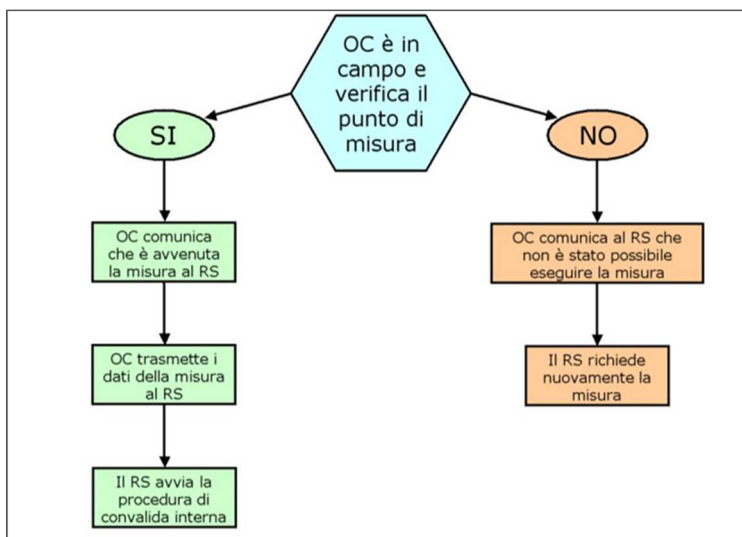


Figura 7.1 procedura relativa allo svolgimento dei rilievi e alla trasmissione dei dati

La sintesi del flusso consiste quindi nella produzione di dati, in una verifica interna la cui responsabilità ricade sul Ra con il supporto dei Rs, un accesso per ulteriori controlli destinato al Ministero dell'Ambiente, la pubblicazione dei risultati a disposizione degli enti locali, dell'Arpa e dei cittadini. A disposizione di questi ultimi vi saranno inoltre sintesi non tecniche periodiche.

7.2. Analisi e validazione dei dati

7.2.1. Validazione dei dati

Il flusso delle informazioni prevede che ci siano diversi stadi di validazione dei risultati.

L'operatore di campo invia i dati, dopo essersi assicurato che il rilievo si sia svolto correttamente, al Responsabile di Settore. Il Responsabile di settore, sotto la supervisione del Responsabile Ambientale, analizza e convalida i risultati dei rilievi. Il processo di validazione si occupa principalmente di analizzare valori ben superiori o inferiori ai limiti di legge, che vanno valutati in entrambi i casi con la massima attenzione.

Il processo di analisi finalizzato alla validazione del dato ed al riconoscimento di uno stato di attenzione ambientale non si può limitare ad un confronto del valore del dato misurato con un valore di riferimento (fisso o variabile che sia, o, a volte addirittura non disponibile) ma deve necessariamente considerare:

- la serie storica dello stesso dato o in alternativa gli esiti del monitoraggio AO;
- la lettura dei risultati tenendo conto degli esiti delle misure effettuate per le altre matrici ambientali;
- l'influenza di condizioni meteo particolari;
- l'influenza di lavorazioni o di circostanze particolari non dipendenti dagli impatti potenziali dell'opera oggetto di monitoraggio;
- l'esperienza acquisita in altri casi analoghi e dall'inizio del MA dell'opera stessa;
- lo scambio costante di informazioni con gli Enti locali, anche nel processo di validazione stesso del dato;
- la possibilità di ripetere la misura o di prevederne una o più aggiuntive, anche in ambiti territoriali diversi;
- eventuali lamentele o segnalazioni della popolazione riguardo la comparsa di uno specifico disturbo;
- l'eventuale aumentata sensibilità della popolazione riguardo ad un disagio specifico;
- la coincidenza di particolari lavorazioni di cantiere in corso o prima o durante il rilievo o il campionamento.

7.2.2. Definizione delle anomalie



L'obiettivo del Monitoraggio Ambientale è di confrontare lo stato qualitativo o il livello di pressione registrato in CO e PO ed una situazione di riferimento. Al fine di permettere questo confronto si definiscono opportuni "valori soglia" rispetto ai quali confrontare i risultati dei rilievi svolti durante le attività di cantiere o di esercizio, o le differenze tra tali valori ed il valore ante operam di riferimento.

Il superamento dei valori soglia, che andranno definiti per ogni parametro oggetto di monitoraggio, indica il presentarsi di un'anomalia ambientale che dovrà essere oggetto di approfondimento Figura 7.2.

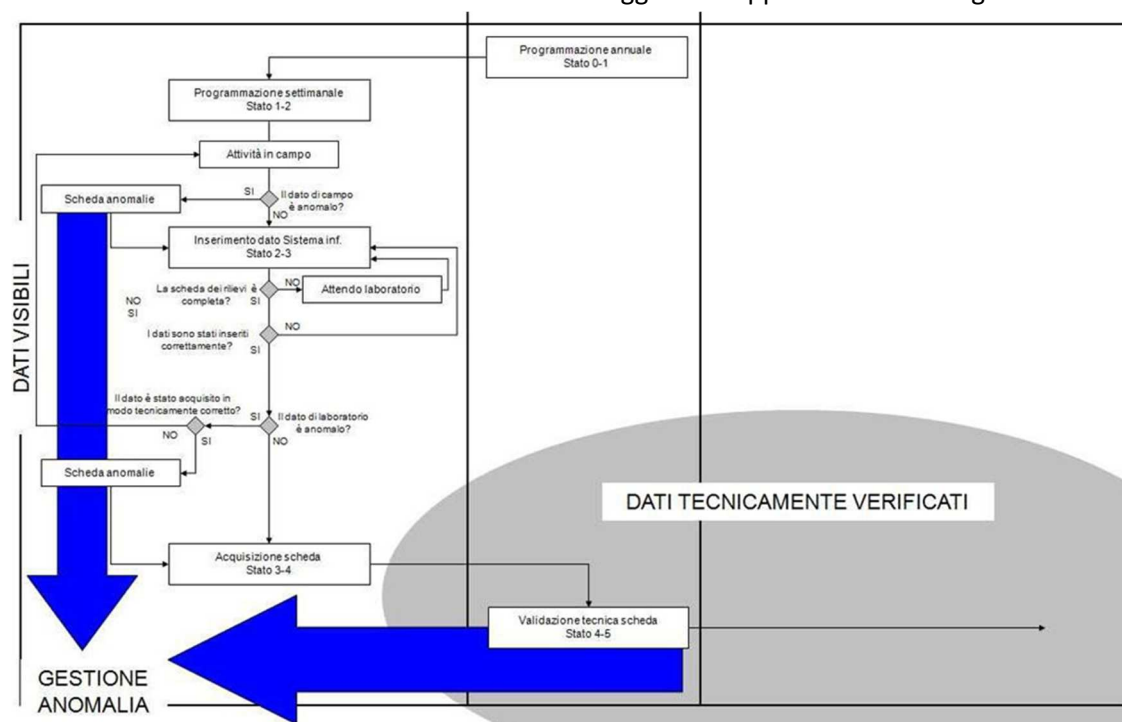


Figura 7.2 Gestione anomalie

L'anomalia può essere dovuta alle seguenti cause:

- errore di trascrizione o caricamento del dato non evidenziata in fase di validazione del dato;
- errore strumentale o di esecuzione del campionamento, della misura o dell'analisi non evidenziata in fase di validazione del dato;
- grave peggioramento della qualità ambientale (indipendentemente dagli impatti oggetto del MA);
- significative pressioni ambientali determinate dall'opera oggetto di monitoraggio.

Nel momento in cui viene individuata un'anomalia spetterà al Responsabile di Settore, sotto la supervisione del Responsabile Ambientale, verificare la sua natura.

Qualora da tale analisi si evidenziasse che l'anomalia è direttamente connessa agli impatti determinati dall'opera, dovranno essere innescate le procedure di gestione delle situazioni di emergenza.

7.3. Gestione delle situazioni di emergenza

In presenza di indicazioni fornite dal piano di monitoraggio che segnalano impatti superiori a quanto atteso e/o ritenuto sopportabile il Responsabile Ambientale, di concerto con i Responsabili di Settore, procede all'attivazione delle seguenti attività:

- svolgimento di misure integrative (come numero e tipologia) atte a monitorare costantemente la situazione anche in zone limitrofe a quella interessata;
- propone al Responsabile del procedimento la variazione delle modalità operative e comportamentali utilizzate per quella specifica situazione;
- promuove un incontro tecnico con gli organi di controllo per analizzare i dati in suo possesso alla luce di eventuali altri dati in possesso degli organi stessi e concordare azioni correttive e di bonifica;



- redige protocolli operativi e comportamentali per prevenire l'insorgere di altre situazioni analoghe e provvede a diffonderli a tutti gli attori coinvolti nella realizzazione dell'opera;

7.4. Modalità di restituzione dei dati

L'efficacia di un Piano di Monitoraggio è strettamente connessa alla possibilità da parte di tutti i portatori di interesse di poter accedere alle informazioni raccolte. Tale possibilità è subordinata alla predisposizione di una Banca dati accessibile, eventualmente con livelli di accesso differenziati in funzione della tipologia dei soggetti (imprese operanti, enti di controllo, cittadinanza).

Tale banca dati potrà essere costituita da un Sistema Informativo Territoriale le cui caratteristiche, in caso di realizzazione, potranno essere definite nel dettaglio nella fase di implementazione operativa del Monitoraggio Ambientale e dovranno rispettare le prescrizioni di conformità agli standard richiesti nel capitolo 3.1 delle "Linee guida per il progetto di Monitoraggio Ambientale" predisposte dalla Commissione Speciale VIA (Rev. 2 del 30/9/2004). I dati che potranno essere presenti nel SIT sono rappresentati da:

- dati immediati: al momento della conclusione della misura vengono caricati dagli Operatori di Campo i dati sufficienti a certificare l'avvenuta misura; la tipologia di tali dati è differente per ciascuna componente ambientale, ma in genere è costituita dal nome dell'operatore, dalla data ed ora della fine del rilievo, da una fotografia che lo documenta e da note necessarie per la continuità del servizio di rilievo e documentazione;
- dati elaborati: dopo avere analizzato i dati forniti da ogni singola misura, l'Operatore di Campo predispose secondo le specifiche illustrate nelle Relazioni di Componente, le Schede di misura che, compilate in ogni loro parte, vengono caricate sul SIT per l'iter di validazione da parte dei Responsabili di Settore e del Responsabile Ambientale;
- relazioni: sono previsti tre tipi di relazioni: le Relazioni annuali di Componente e la Relazione annuale sullo stato dell'ambiente, le Sintesi non Tecniche annuali. Le Relazioni annuali di componente vengono redatte dai Responsabili Ambientali con cadenza annuale e in CO deve essere consegnata nella sua stesura definitiva entro il mese di febbraio. Entro la fine di marzo, deve essere redatta anche la Relazione annuale sullo stato dell'ambiente; il tempo intercorrente tra le stesure dei due prodotti consentirà al Responsabile Ambientale di prendere visione di tutte le Relazioni di Componente, di valutarle e di considerare tutte le sinergie intercomponente previste dal PMA.

Il Ra proporrà un programma di incontri per illustrare i risultati del monitoraggio ambientale ai comuni territorialmente interessati e agli Enti di Controllo, con una cadenza almeno semestrale che andrà tuttavia correlata al crono programma dei lavori. La stessa cadenza è prevista per la presentazione delle sintesi non tecniche con assemblee aperte al pubblico

7.5. Relazione tra il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) e il Sistema di Gestione Ambientale (SGA)

Fra gli scopi principali del PMA vi è, come già affermato nei precedenti paragrafi, quello di controllare l'evoluzione delle dinamiche ambientali sul territorio individuando, in particolare, l'insorgere di eventuali anomalie correlabili con le attività di costruzione diverse rispetto alle previsioni dello Studio Preliminare Ambientale. Il Sistema di Gestione Ambientale (SGA) dell'organizzazione incaricata dei lavori, opera per contro puntando alla prevenzione di tali anomalie attraverso le procedure operative contenute nel Piano di Gestione Ambientale (PGA) di cantiere, che rappresenta lo strumento principale di tale obiettivo. Al fine di conseguire pertanto i seguenti obiettivi di tutela e sostenibilità ambientale, agendo sul piano dell'organizzazione, delle competenze e delle tecnologie utilizzate:

- prevenire l'insorgere di fenomeni ambientali indesiderati;
- intervenire tempestivamente ed efficacemente nel caso si evidenziassero ugualmente dei trend peggiorativi in taluni indicatori ambientali,





risulta pertanto indispensabile una stretta correlazione, sia tecnica che organizzativa, fra le azioni di PMA e quanto previsto dal Piano di Gestione Ambientale dei cantieri.

Il presente elaborato può pertanto definirsi come complementare a quello avente per oggetto gli indirizzi preliminari per la redazione del Manuale di Gestione Ambientale dei cantieri (elaborato SI124DMD4CAN01RE01A). In altri termini, l'insieme di quanto contenuto in questi due documenti permette di porre sotto controllo sia le aree in cui il cantiere ha responsabilità diretta e agisce in proprio sia quelle esterne, potenziali ricettori di impatto.

Più in dettaglio, gli ambiti di applicazione del Sistema di Gestione Ambientale riguardano tutte le pertinenze dei cantieri e pongono pertanto sotto audit e procedure di gestione:

- le aree occupate permanentemente dall'opera infrastrutturale;
- le aree di cantiere nelle diverse funzionalità e configurazioni;
- le aree tecniche e piste di cantiere utilizzate per il transito dei mezzi d'opera e dei materiali;
- le aree di stoccaggio/deposito temporanee.

Il MA, così come previsto dal presente elaborato, si incentra viceversa, per definizione, all'esterno delle aree di cantiere, su aree, punti e sezioni di controllo come da cartografie allegate. La relazione principale fra PMA e SGA, al fine di potere conseguire i risultati prefissati, può essere riassunta nel seguente modo:

- PMA vs. SGA: consente di mettere a disposizione gli esiti circa l'andamento dei trend ambientali sui corpi ricettori utili a definire le strategie tecnico-operative per gestire una determinata situazione (in relazione alle competenze definite dall'organizzazione di cantiere). A sua volta questo aspetto può configurarsi sia con caratteristiche di immediata operatività (per dati anomali evidenti che richiedono azioni rapide) sia per condurre un riesame periodico in ottica di miglioramento continuo.
- SGA vs. PMA: consente di programmare ed eseguire rilievi suppletivi di monitoraggio (taratura in corso d'opera del PMA) in caso, ad esempio, dalle procedure di SGA emergano diverse esigenze rispetto a punti e frequenze iniziali di PMA (imprevisti, modifiche nelle lavorazioni, assenza consolidata di riscontro di impatti in alcuni casi o maggiori impatti in altri ecc.).

È quindi possibile affermare che i due strumenti di

- audit di cantiere, procedure e istruzioni operative, così come previste dal SGA;
- rilievi ed elaborazioni di monitoraggio ambientale così come previste dal PMA.

si presentano fra loro inscindibili, pena la non efficacia dell'insieme di azioni e strumenti di tutela ambientale previste a livello progettuale e su cui si fondano anche le previsioni di SIA. A questo proposito merita in conclusione richiamare quanto costituisce l'aspetto chiave del sistema di autocontrollo su cui l'impresa esecutrice dovrà riporre la massima attenzione. Ci si riferisce alla concatenazione delle fasi alla base del controllo operativo, in particolare se in presenza dell'insorgenza di situazioni di non conformità che potrebbero determinare anche anomalie di dati di monitoraggio derivanti dal PMA:

- incidenti in fase di lavorazioni, trasporto, movimentazione;
- situazioni realizzative/impiantistiche anomale, dovute anche ad imprevisti;
- mancato o non completo rispetto delle procedure (Procedure o Istruzioni operative);
- errori umani;
- segnalazioni da parti interessate.



8. MODALITA' DI GESTIONE E CONTROLLO

8.1. Gestione e controllo del monitoraggio ambientale

La misurazione degli impatti delle opere, in fase di costruzione e di esercizio, fornisce l'occasione per documentare l'evoluzione temporale degli indicatori di controllo dello stato dell'ambiente, i benefici ottenuti dalle azioni preventive ordinarie e straordinarie intraprese, i limiti della tecnologia in relazione alla controllabilità delle dinamiche ambientali negative e di tracciare dei bilanci di sostenibilità ambientale oggettivi.

Il PMA in oggetto, sviluppato in stretto accordo alle linee guida ministeriali, presenta una struttura di base articolata e completa che può tuttavia essere migliorata sul piano della gestione e del controllo al fine di perseguire una maggiore efficacia pratica, nell'interesse del territorio interessato dalle opere e dell'impresa sia in termini di ottimizzazione delle risorse sia di minimizzazione dell'impatto e dei conflitti potenziali con le comunità.

Tra i concetti principali che governeranno la stesura dei PMA esecutivo vi sono quelli dell'aggiornamento e della flessibilità. In quanto la complessità delle opere e del territorio interessato nonché il naturale sviluppo dei fenomeni ambientali non permettono di gestire un monitoraggio ambientale con strumenti rigidi e statici. Il controllo stesso delle eventuali anomalie richiede di poter affrontare interventi imprevisti, con azioni rapide di coordinamento tra la direzione lavori e la direzione del monitoraggio ambientale. Ne consegue che la possibilità di adeguare lo sviluppo delle attività di monitoraggio con quello, ad esempio, delle attività di cantiere e dei fenomeni che si verranno a verificare, è alla base di tutto l'impianto del Piano di Monitoraggio e dell'organizzazione della struttura operativa a cui è stata destinata la gestione del PMA.

Le indicazioni provenienti dal Monitoraggio Ambientale Ante Operam, comprensive del dettaglio delle misure, possono suggerire adeguamenti in corrispondenza di criticità ambientali già presenti o di recente comparsa, nonché suggerire nuove azioni di mitigazione con relativo monitoraggio dell'efficacia o intensificazione del rilevamento dei parametri in fase di CO.

Le variazioni del PMA legate al procedere dell'opera seguono invece strade differenti.

Le variazioni del cronoprogramma sono gestite da procedure specifiche previste nel PMA. Esistono però variazioni di altra natura che possono richiedere aggiornamenti ad hoc, come ad esempio:

- nuovi recettori: nel caso del rumore, ad esempio, si può avere la costruzione di un nuovo edificio in prossimità del cantiere, oppure necessità particolari possono prevedere lo spostamento di parte dei cantieri generando così nuovi recettori in prossimità di edifici esistenti;
- aggiornamento del numero di punti di monitoraggio o loro spostamento, in seguito a variazioni nell'accessibilità o nella significatività del punto prestabilito;
- cambiamento della periodicità delle misure, ad esempio intensificazione dei rilievi per seguire con maggior dettaglio l'evolversi di fenomeni di impatto nelle fasi di avviamento dei cantieri e riduzione della frequenza in presenza di situazioni consolidate che risultano ampiamente conformi alle prescrizioni normative;
- modifiche alle tecniche di monitoraggio: parametri rilevati, durata del rilievo;
- recepimento di indicazioni da parte del Ministero dell'Ambiente, degli Organi e Commissioni di controllo, degli Enti.
- Andamento dell'evoluzione dei fenomeni monitorati;
- Sviluppo nell'esecuzione dei lavori;
- Rilievo di fenomeni imprevisti;
- Segnalazione di eventi inattesi (Non Conformità o anomalie);
- Verifica dell'efficienza di eventuali opere / interventi di minimizzazione / mitigazione di eventuali impatti.





Tutti i dati sperimentali del monitoraggio e quelli di avanzamento dei lavori verranno gestiti, organizzati ed elaborati da un Sistema Informativo del Monitoraggio (SIM) che fornirà una banca dati strutturata e georeferenziata sul territorio.

8.2. Gli spazi per l'innovazione

Verranno esaminati sia gli aspetti legati al progresso della tecnologia in senso stretto del termine nel settore del monitoraggio ambientale delle grandi opere sia le possibilità, ad oggi poco esplorate, di attuare efficaci azioni di prevenzione intervenendo sulla responsabilizzazione degli addetti.

Per gli impatti in fase di costruzione, considerando i sempre più ristretti margini di miglioramento ottenibili con l'innovazione tecnologica, il controllo del comportamento degli addetti può essere la soluzione più efficace.

Tutti possono contribuire a ridurre l'impatto ambientale del cantiere e il risultato è tanto migliore quanto più la squadra di cantiere agisce sinergicamente.

La gestione del PMA punterà pertanto sulla innovazione nella gestione dei rapporti tra le maestranze e il territorio e sulla innovazione della tecnologia nel campo del rilevamento ambientale.

I possibili spazi per l'innovazione nel campo del rilevamento dei dati ambientali e della gestione sono rappresentati, a titolo esemplificativo, da:

- metodi per la prevenzione e la gestione dei conflitti ambientali;
- utilizzo di radar per il controllo in situ dello sviluppo dell'apparato radicale delle alberate poste ai margini delle opere in progetto e dei cantieri, al fine di verificare eventuali interferenze e evitare danni all'apparato radicale.;
- utilizzo di sensori per il monitoraggio in continuo a controllo remoto, con segnalazione real time al superamento di soglie reimpostate o di valori limite autorizzati;
- introduzione nei cantieri di esperti di nuova generazione, quali "noise and dust manager", esperti di comunicazione, ecc..;
- adozione di una specifica attività di formazione/addestramento del personale.





9. LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

9.1. Planimetrie con la localizzazione dei punti di monitoraggio

Al fine di localizzare i punti di monitoraggio previsti dal presente Piano è stata sviluppata una specifica planimetria in scala 1:2000, di seguito elencata in Tabella 9.1.

CODIFICA	TITOLO
SI124E-C-D-6-AMB-03-PL01-A	Piano di Monitoraggio Ambientale – Planimetria con localizzazione dei punti di misura

Tabella 9.1 Elenco elaborati delle planimetrie in scala 1:5000 con la localizzazione dei punti di monitoraggio

All'interno della tavola elencata in Tabella 9.1, ogni componente risulta individuata da un colore specifico ed ogni punto da una bandierina che individua la metodica e la fase in cui eseguire il rilievo (AO, CO e PO).

	Atm_Atmosfera
	Acqsup_Acque Superficiali
	Acqsot_Acque Sotterranee
	Suo_Suolo
	Pae_Paesaggio
	VegFau_Vegetazione e Fauna
	Rum_Rumore
	Vib_Vibrazioni
	AO_Ante Operam CO_Corso d'Opera PO_Post Operam

Tabella 9.2 Simbologia e colori per la localizzazione dei singoli punti di monitoraggio per le singole componenti



10. ATMOSFERA

Nel presente capitolo sono sviluppate nel dettaglio le attività di monitoraggio relative alla componente atmosfera, indicando le finalità specifiche, le metodiche previste, la localizzazione e la frequenza delle misure relativamente alla tre fasi in cui verranno sviluppate le attività (ante operam, corso d'opera e post operam). Le attività di monitoraggio consentiranno di verificare e controllare l'entità degli impatti che l'esercizio e la realizzazione dell'opera potranno determinare sulla componente atmosfera.

La realizzazione della nuova infrastruttura determinerà inevitabilmente degli impatti sulla componente atmosfera sia relativamente alla fase di realizzazione sia per ciò che concerne la fase di esercizio. Nel primo caso gli impatti sono riconducibili all'emissioni di sostanze inquinanti, in particolare polveri, ad opera dei cantieri fissi e mobili lungo il nuovo tracciato.

Nel secondo caso gli impatti sono quelli tipici delle infrastrutture stradali ossia determinati dalle emissioni dei veicoli in transito.

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

Monitoraggio ante-operam

Ha lo scopo di fornire il quadro sulla qualità dell'aria in corrispondenza degli ambiti spaziali che, sulla base del SIA, risultino caratterizzati da interazioni significative tra l'opera e la componente, sia relativamente alla protezione della salute e sia per ciò che concerne gli ecosistemi.

Monitoraggio in corso d'opera

Ha lo scopo di controllare dell'evoluzione degli indicatori di qualità dell'aria influenzati dalle attività di cantiere e dalla movimentazione dei materiali. Per la rilevanza sanitaria e per le interconnessioni con le attività di cantiere, particolare cura deve essere riservata al controllo dei livelli di concentrazione delle polveri.

Monitoraggio post-operam

Ha lo scopo di verificare la coerenza con gli standard normativi degli impatti determinati dall'esercizio dell'opera.

10.1. Riferimenti normativi

10.1.1. NORMATIVA NAZIONALE

La normativa italiana relativamente all'inquinamento atmosferico ha subito, negli ultimi anni, numerose modifiche finalizzate, in via prioritaria, a renderla conforme a quanto prescritto in materia dalle direttive dell'Unione Europea.

L'attuale assetto normativo è costituito principalmente da:

- DLgs 171 del 21/05/2004 – Attuazione della direttiva 2001/81/CE relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici
- DLgs 3 aprile 2006, n. 152 – Norme in materia ambientale – Parte quinta – Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera e s.m.i. (DLgs 128/2010)
- DLgs 155 del 13/08/2010 – Attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa
- DLgs 30 del 13/3/2013 – Attuazione della Direttiva 2009/29/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio 23/4/2009
- DM Ambiente 29 novembre 2012 – Individuazione delle stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria - Attuazione del DLgs 155/2010
- DLgs 250 del 24/12/2012 – Modifiche ed integrazioni al DLgs 155/2010, recante attuazione del Dir 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa





10.2. Metodologie di rilevamento e campionamento

10.2.1. INDICATORI

Gli indicatori oggetto di monitoraggio, in funzione dei diversi inquinanti, sono individuati in coerenza a parametri normativi previsti dalla vigente legislazione ed in particolare dal Dlgs 155/10. In Tabella 10.1 si riportano, per gli inquinanti che saranno oggetto di monitoraggio, gli indicatori specifici previsti dal suddetto decreto.

INQUINANTE	INDICATORI PREVISTI DAL DLGS. 155/10
Pm10	Media giornaliera, media annuale
Pm2.5	Media annuale
PTS	Non normate
CO	Media 8 ore
NOx	Media annuale
NO2	Media oraria, media 3 ore, media annuale
SO2	Media oraria, media su 3 ore, media giornaliera, media annuale
O3	Media oraria, Media su 8 ore
C6H6	Media annuale

Tabella 10.1 Indicatori previsti dal D. Lgs.155/10

10.2.2. Metodiche e strumentazione impiegata

Al fine di garantire uno svolgimento qualitativamente omogeneo delle misure Ante Operam, in Corso d'Opera e Post Operam, la ripetibilità delle misure 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.

Il monitoraggio deve essere programmato sulla base di metodiche unificate in grado di fornire le necessarie garanzie di riproducibilità e di attendibilità al variare dell'ambiente di riferimento e del contesto emissivo. Le metodiche di monitoraggio e la strumentazione impiegata considerano inoltre 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.

La metodica di monitoraggio di cui si prevede l'utilizzo nel presente Piano di Monitoraggio consiste in:

- rilievo in continuo per 14 gg delle concentrazioni di PTS, Pm10, Pm2.5, CO, NOx, NO2, SO2, O3, C6H6, mediante mezzo mobile attrezzato.

Ogni rilievo deve essere svolto almeno quattro volte nell'arco dell'anno al fine di disporre di dati rappresentativi dei periodi estivo/primaverile e invernale/autunnale. La strumentazione utilizzata dovrà comporsi di laboratori mobili o fissi dotati di adeguato sistema di condizionamento per garantire una continua ed ottimale distribuzione della temperatura al suo interno; questo permette agli analizzatori di lavorare sempre in condizioni controllate e standard. Le stazioni di rilevamento dovranno essere organizzate in tre blocchi principali:

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

Il campionamento dei diversi inquinanti dovrà essere effettuato in base alle metodiche prescritte dalla vigente normativa ed in particolare dagli allegati specifici del D.Lgs 155/10 Tabella 10.2.



NORMA TECNICA	METODICA DI RIFERIMENTO
UNI EN 14212: 2012	"Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di zolfo mediante fluorescenza ultravioletta"
UNI EN 14211: 2012	"Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza"
UNI EN 14662: 2005, parti 1, 2, e 3	"Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di benzene"
UNI EN 14626: 2012	"Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva"
UNI EN 14625: 2012	"Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di ozono mediante fotometria ultravioletta"
UNI EN 12341: 2014	"Aria ambiente. Metodo gravimetrico di riferimento per la determinazione della concentrazione in massa di particolato sospeso PM ₁₀ o PM _{2,5} "
pr EN 16909: 2015	Contiene il metodo per la misurazione del carbonio elementare e del carbonio organico nel PM _{2,5}
Pr EN 16913: 2015	Contiene il metodo per la misurazione delle specie ioniche nel PM _{2,5}
UNI EN 15549: 2008	"Qualità dell'aria. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di benzo(a)pirene in aria ambiente"
CEN/TS 16450/2013	"Aria ambiente: Sistemi di misura automatici per la misura delle concentrazioni automatiche del materiale particolato PM ₁₀ o PM _{2,5} "
UNI EN 14907: 2005	"Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato di misurazione gravimetrico per la determinazione della frazione massima PM _{2,5} del particolato in sospensione"

Tabella 10.3 Metodiche di riferimento per i campionamenti

Contestualmente al rilievo delle concentrazioni delle sostanze inquinanti dovranno essere anche acquisiti i principali parametri meteorologici. Tutti i sensori della centralina meteo sono collegati con l'unità di raccolta ed elaborazione dati, in modo da poter correlare in ogni momento i valori forniti dagli analizzatori degli inquinanti con le condizioni meteorologiche. Nella Tabella 10.4 sono indicati i livelli di sensibilità strumentale caratteristici.

PARAMETRO	ACCURATEZZA/SENSIBILITÀ/RISOLUZIONI
Temperatura	A = 0,2 °C
Umidità	A = 3% [10+95]
Pressione atmosferica	S = 0,5 [850+11 00 m bar]
Precipitazioni	R = 0,2 mm
Radiazione globale	S = 2,5 mV/Joule x cmq x m ⁻¹
Velocità del	S = 0,3 m/s

Tabella 10.4 Sensibilità della strumentazione di acquisizione dei dati meteorologici

10.2.3. Operazioni di misura

La metodica di monitoraggio si compone delle seguenti fasi.

- Sopralluogo nell'area interessata dal monitoraggio ed individuazione puntuale dei punti di misura destinati al monitoraggio. Le posizioni dei punti di misura dovranno essere georeferenziate rispetto a punti fissi di facile riconoscimento (spigoli di edifici, pali, alberi, ecc.) e fotografate, facendo particolare attenzione alla accessibilità dei siti anche in fase di costruzione. Dovranno essere indicate le coordinate GPS dei punti di misura individuati. Nella fase di corso d'opera saranno individuate inoltre le fasi e sotto fasi operative delle attività che saranno svolte, al fine di riconoscere la localizzazione dei carichi emissivi.



- Svolgimento della campagna di misure in accordo alle prescrizioni riportate nella presente relazione e successivi aggiornamenti operativi.
- Recupero della strumentazione, al termine del rilievo la strumentazione viene smontata verificando il suo buon funzionamento e l'assenza di manomissioni che potrebbero avere compromesso i risultati del rilievo.
- Acquisizione dei parametri rilevati in continuo, compresi dati meteo, e memorizzati nell'unità di acquisizione ed elaborazione dati.
- Conferimento dei filtri per il campionamento delle polveri ad un laboratorio accreditato per la pesa.
- Analisi dei risultati dei rilievi: terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. In questa fase deve essere posta particolare attenzione alla raccolta di tutti i parametri di contorno indispensabili ad una corretta interpretazione dei risultati. In particolare i dati meteo e le concentrazioni di inquinanti rilevati nel medesimo periodo in corrispondenza delle centraline fisse presenti nell'ambito di studio.

In questa fase vengono redatte le apposite schede di sintesi, che, 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.

10.2.4. Restituzione e analisi dei risultati

Lo svolgimento delle campagne di monitoraggio consente di acquisire informazioni dirette sui parametri ambientali condizionanti la diffusione degli inquinanti e sugli indicatori di necessari per una corretta caratterizzazione dell'ambiente relativamente a tutte le fasi indagate (Ante Operam, Corso d'Opera e Post Operam). Le informazioni minime prodotte dalle attività di monitoraggio, che dovranno essere trasmesse al termine di ogni rilievo, sono:

- descrizione del punto di monitoraggio;
- basi cartografiche in scala idonea con la localizzazione dei punti di misura;
- documentazione fotografica dei punti di misura;
- esiti dell'attività di monitoraggio: andamenti delle concentrazioni degli inquinanti monitorati;
- caratteristiche meteorologiche: andamenti dei parametri meteorologici monitorati;
- descrizione delle sorgenti presenti;
- note ai rilievi;
- concentrazioni degli inquinanti rilevati dalle centraline fisse presenti nell'ambito di studio durante i rilievi;
- sintesi dei risultati;
- verifica dei limiti normativi.





10.3. Localizzazione delle postazioni e frequenza dei rilievi

La scelta dei punti oggetto di verifica strumentale per la componente rumore è stata effettuata in base alle finalità specifiche del piano relativamente alla componente atmosfera, alle informazioni progettuali e ambientali disponibili e a seguito di specifici sopralluoghi. Si è ritenuto opportuno prevedere attività di monitoraggio in corrispondenza di ricettori caratterizzati da particolari sensibilità o per i quali sono prevedibili i maggiori impatti.

In ragione della rappresentatività spaziale dei rilievi si è ritenuto opportuno prevedere il monitoraggio per le tre fasi di Ante Operam e Post Operam in corrispondenza del ricettore sensibile prossimo al cantiere per la demolizione e ricostruzione del Ponte “Santa Venere”.

Il monitoraggio è previsto per tutte e tre le fasi con durata di quattordici giorni.

Per definire il numero di rilievi relativamente alla fase di Corso d'Opera si è prevista una durata dei cantieri di 2 anni.

Postazione	Parametri da rilevare	pk	cantiere	AO			CO			PO		
				durata AO (anni)	rilievi/anno AO	Tot AO	durata CO (anni)	rilievi/anno CO	Tot CO	durata PO (anni)	rilievi/anno PO	Tot PO
ATM-01	PTS - PM10 - PM2,5 - CO - NOx - NO2 - SO2 - O3 - C6H6	257+387	CO	1	4	4	2	4	8	1	4	4

Tabella 10.5 Tabella riassuntiva dei punti e delle frequenze di monitoraggio della componente atmosfera





11. AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE

11.1. Premessa

La struttura del monitoraggio che è stata individuata per il controllo della gestione delle acque superficiali è stata impostata nel rispetto dei seguenti criteri:

a) ubicazione dei punti di monitoraggio: si dovranno prevedere punti di campionamento a monte della perturbazione e subito a valle della stessa al fine di comparare le differenze sui principali parametri qualitativi esaminati;

b) temporalità dei campionamenti.

I campionamenti dovranno essere eseguiti nelle fasi:

a. Ante Operam (di seguito AO),

b. Corso d'Opera (di seguito CO),

c. Post Operam (di seguito PO).

I lavori previsti per l'opera stradale comportano l'interferenza con la rete idrografica superficiale esistente che, ai sensi delle definizioni del D.Lgs. 152/2006, può essere riassunta nei seguenti elementi:

- corsi d'acqua naturali, ricadono entro questa categoria la fiumara Buonamico e il torrente Venere;

Le indagini saranno rivolte a monitorare tutti quei parametri connessi al sistema idrografico, idrologico ed idraulico che viene direttamente od indirettamente coinvolto dalla realizzazione delle opere di messa in sicurezza dell'infrastruttura.

Il monitoraggio è inoltre indirizzato alla verifica della qualità delle acque dei corsi d'acqua interessati dal rilascio di acque di lavorazione e di quelle della piattaforma stradale, quindi sia nella fase costruttiva che di esercizio dell'opera.

Il monitoraggio è previsto, in funzione degli obiettivi a cui si rivolgono le singole azioni, nelle sezioni a monte e a valle degli attraversamenti della infrastruttura stradale e di tutti i corpi idrici interessati dagli scarichi di cantiere e di quelli del sistema acque di piattaforma, al fine di verificare l'efficacia degli interventi mitigativi previsti.

11.2. Riferimenti normativi

Si riporta di seguito l'elenco dei riferimenti tecnici a cui attenersi per la definizione delle metodiche di campionamento e dei limiti da attribuire ai parametri indagati:

- Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque;
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 Norme in materia ambientale, come integrato dal D.Lgs. 4/2008. In merito agli elementi qualitativi da monitorare, si potrà fare riferimento a quanto riportato nell'Allegato 1, punto 2, A.1 Elementi qualitativi per la classificazione dello stato ecologico riferito ai fiumi (A.1.1 Fiumi);
- DM 56/2009 "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152";
- DM 260/2010: Decreto Ministero dell'Ambiente del 08/11/2012 n.260 Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
- D.Lgs 205 del 03/12/2010;
- D.Lgs 219 del 10/12/2010;
- Biological criteria for the protection of aquatic life - Volume III. Standardized biological field sampling and laboratory methods for assessing fish and macroinvertebrate communities (EPA. 1989);





- Physical Stream Assessment: A Review of Selected Protocols. Prepared for the U.S. Environmental Protection Agency, Office of Wetlands, Oceans, and Watersheds, Wetlands Division (Order No. 3W - 0503-NATX, 2004);
- Metodi analitici per le acque (IRSA 1994);
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (American Public Health Association, 2005).

Come definito nell'Allegato 1 del D.Lgs 152/2006 e s.m.i. (Allegati alla Parte Terza) "Monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale", punto A.3.6 Norme per il monitoraggio degli elementi di qualità: "i metodi impiegati per il monitoraggio dei parametri tipo devono essere conformi alle norme ISO o EN ISO pertinenti ovvero ad altre norme nazionali o internazionali analoghe che assicurino dati compatibili ed equivalenti sotto il profilo della qualità scientifica".

11.3. Articolazione delle attività di monitoraggio

Le attività di monitoraggio previste sulla rete idrica superficiale sono state differenziate in funzione delle potenziali alterazioni che le fasi di costruzione e di esercizio possono provocare sul sistema in relazione alle sue caratteristiche idrografiche, idrologiche-idrauliche e di qualità delle acque fluenti e/o stagnanti.

I descrittori che consentono di monitorare lo stato della rete idrica sono i medesimi per tutte le tipologie di monitoraggio, tuttavia alcuni di essi, soprattutto riferiti alla qualità delle acque, possono essere approfonditi in relazione alle azioni attese.

Ne consegue che le metodologie ed i parametri da misurare sono sempre i medesimi, che saranno contestualizzati in funzione dell'attività di monitoraggio prevista, tra quelle di seguito elencate:

1. monitoraggio relativo alle interferenze idrologiche ed idrauliche;
2. monitoraggio relativo alle interferenze con il reticolo idrico minore;
3. monitoraggio relativo alle acque di piattaforma;
4. monitoraggio relativo alle aree di cantiere.

11.3.1.1. Monitoraggio relativo alle interferenze idrologiche ed idrauliche

La realizzazione del collegamento viario e delle relative opere collegate comporta l'interferenza con la rete idrica superficiale ed il potenziale impatto sulle dinamiche idrologiche dei corpi idrici.

È previsto il monitoraggio sui corsi d'acqua naturali rivolto a misurare e controllare i descrittori caratteristici dell'idrografia e del regime idrologico ed idraulico nonché i descrittori della qualità delle acque e dello stato ecologico.

L'interferenza delle opere stradali viene risolta con due differenti tipologie di opere:

1. per i corsi d'acqua naturali gli attraversamenti saranno realizzati con ponti a luce unica; in questi casi le modifiche potenzialmente apportabili allo stesso sono relative a:
 - regime idrologico, con variazione delle portate e delle velocità della corrente;
 - erosione dell'alveo dovuta agli aumenti di velocità ed alla presenza delle spalle che potrebbero favorire escavazioni al piede;
 - intorbidimenti;
 - variazioni sulla qualità delle acque e sullo stato ecologico del corso d'acqua.
2. per i corsi d'acqua artificiali secondari gli attraversamenti saranno realizzati con tombini di forma rettangolare o circolare attrezzati con opere di imbocco e sbocco con rivestimento in massi di cava non gelivi; in questi casi le interferenze potenzialmente attese sul corso d'acqua sono relative a:
 - regime idrologico, con variazione delle portate e delle velocità della corrente;
 - intorbidimenti;
 - confinamenti delle acque entro manufatti a cielo chiuso, perdita di vegetazione, perdita di habitat naturali, perdita di ombreggiamento.





In relazione alle alterazioni idrologiche, idrauliche ed ambientali attese sul sistema idrico sono stati definiti i parametri e le azioni di monitoraggio da svolgersi, in modo da controllare in continuo l'eventuale effetto delle opere in progetto sui corsi d'acqua.

Le azioni di monitoraggio ed i parametri da rilevare sono stati differenziati in funzione della tipicizzazione effettuata per i corsi d'acqua.

	ELEMENTI BIOLOGICI	ELEMENTI IDROMORF.	ELEMENTI FISICO- CHIMICI	INQUINANTI SPECIFICI
Corsi d'acqua naturali	X	X	X	X
Corsi d'acqua artificiali secondari		X	X	
Pozzetti acque di piattaforma			X	X
Corsi d'acqua potenzialmente interferiti dai cantieri			X	X

Tabella 11.1 Differenziazione delle azioni di monitoraggio sul sistema acque superficiali

11.3.1.2. Monitoraggio relativo alle interferenze con il reticolo idrico minore

Le opere in progetto attraversano un territorio caratterizzato da una rete idrica minore interconnessa a quella principale ed avente natura e gestione prevalentemente privata; tale rete è funzionale allo scolo delle acque meteoriche che, vista la modesta pendenza dei terreni, risulta strategica per scongiurare i rischi di allagamento, sia delle campagne ma anche e soprattutto delle aree urbanizzate presenti.

La rete idrica minore è inoltre utilizzata, in modo promiscuo, anche per alimentare l'irrigazione delle campagne che costituisce sicuramente un'importante attività produttiva.

Non sono state previste azioni di monitoraggio specifiche.

11.3.1.3. Monitoraggio relativo alle acque di piattaforma

Le acque di piattaforma dell'infrastruttura, ovvero le acque drenate sulla sede pavimentata, sono smaltite attraverso un sistema idraulico che realizza le fasi d'evacuazione, laminazione, depurazione e scarico delle portate raccolte nel rispetto delle normative cogenti.

Le acque raccolte nei fossi di scolo stradale, generalmente sovradimensionati al fine di ottemperare anche alla laminazione delle portate, confluiscono per gravità verso gli impianti di trattamento in continuo che si trovano nelle vicinanze del corpo idrico recettore. I fossi posti a nord e a sud della carreggiata, vengono messi in collegamento tra loro generalmente tramite tubazioni in CLS DN1000 mm sigillati nei giunti per garantire una perfetta tenuta idraulica. Inoltre, in questo modo si ottiene anche il beneficio di ottimizzare la depurazione attraverso un solo impianto per entrambi i sensi di marcia.

Lo schema del sistema di trattamento delle acque di piattaforma è essenzialmente costituito da due manufatti, tra questi vi è un modulatore con la funzione di regolare la portata in ingresso nell'impianto di depurazione tramite una tubazione. La scelta del diametro da assegnare alla tubazione ha la duplice funzione di regolare la portata in ingresso nella vasca e di realizzare l'azione laminativa nei fossi di guardia stradali. Il diametro da assegnare al modulatore varia a seconda della lunghezza del tratto stradale sotteso e del limite uditometrico che è possibile scaricare nel corso d'acqua recettore.

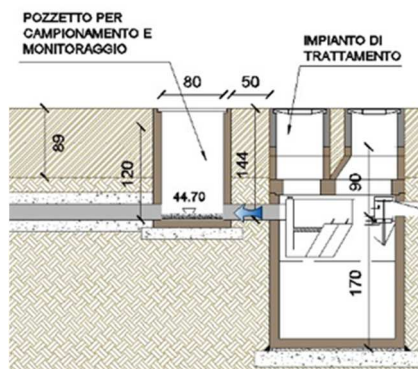
Il secondo manufatto che costituisce il sistema di trattamento è costituito da una vasca di trattamento in grado di trattenere i solidi sospesi e gli oli, attraverso un semplice processo combinato di sedimentazione e filtrazione. Tra il modulatore e l'impianto di depurazione è inserito un pozzetto dove è inserita una paratoia manuale per consentire la chiusura del flusso verso il recettore finale, a fronte di possibili sversamenti accidentali.



Infine, a valle dell'impianto di trattamento è previsto l'inserimento di un ulteriore pozzetto che permette il campionamento e quindi il monitoraggio ed il controllo delle acque in uscita.

Il monitoraggio sarà rivolto a misure di tipo quantitativo, per verificare che le portate scaricate siano in linea con quanto sarà autorizzato; saranno raccolte anche misure di tipo qualitativo, per verificare che le acque scaricate rispettino i parametri di legge.

Il monitoraggio, previsto solo post operam, dovrà essere fatto in corrispondenza di ciascun pozzetto posto a valle dell'impianto di trattamento al fine di verificare quantità e qualità delle acque rilasciate che, come sarà prescritto dalla specifica autorizzazione allo scarico, dovranno rispettare i limiti stabiliti dal D.Lgs 152/2006 e smi.



11.3.1.4. Monitoraggio relativo alle aree di cantiere

La costruzione dell'opera stradale prevede l'attivazione di due ambiti di cantiere:

- 5 aree di cantiere operativi o aree tecniche, con funzioni di stoccaggio dei materiali e dei mezzi.
- fronte cantiere per la costruzione delle opere di contenimento dei pendii, dei manufatti di superamento delle interferenze, per la costruzione di ponti e tombini, opere di sicurezza e opere di mitigazione ambientale.

Nelle aree operative e sul fronte cantiere i reflui sono raccolti in vasche a tenuta idraulica e successivamente conferiti nell'area tecnica per la depurazione e lo scarico finale nel corpo idrico recettore, pertanto non si ritengono necessari punti di monitoraggio aggiuntivi.

11.3.2. Monitoraggio della rete idrica superficiale

Il monitoraggio sui corsi d'acqua interessati dalle opere in progetto è esteso ai corpi idrici ritenuti più significativi dal punto di vista idrologico ed idraulico nonché dalla relativa importanza che assumono sul territorio per le proprie funzioni di scolo delle acque, ma anche di dorsali irrigue, seppur a carattere torrentizio.

In relazione alla potenziale interferenza sono stati individuati due punti di monitoraggio in base al criterio Monte (M) e Valle (V), con la finalità di valutare la variazione dei parametri in ciascun sito; in relazione alla fase del monitoraggio saranno considerati o entrambi o solo uno dei due punti a valle ed a monte dell'interferenza.

Gli accessi agli alvei fluviali sono stati in genere individuati con strade e carrarecce non potendo prevenire di attraversare con mezzi e persone, più volte all'anno, colture in atto per arrivare al corso d'acqua.

La tabella seguente riporta l'elencazione dei punti di monitoraggio individuati; le prime colonne riportano i dati caratteristici dei punti per i quali è stato assegnato un codice distinto sia al punto di monitoraggio di monte sia a quello di valle, a seguire sono riportati i dati dei corsi d'acqua su cui è prevista l'attività e le caratteristiche dimensionali del corso d'acqua.

COD PMA monte	COD PMA valle	PM A	PMA CO	PMA PO	NOME RILIEVO
ASUP_01	ASUP_02	X	X	X	Fiumara Buonamico
ASUP_03	ASUP_04	X	X	X	Torrente Venere

Tabella 11.2 Elenco punti di monitoraggio rete idrica superficiale



11.4. Definizione degli indicatori e dei parametri di monitoraggio

Il monitoraggio della componente acque superficiali, come tutto l'assetto generale del documento, è condotto con pieno riferimento alle linee guida ministeriali per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.lgs. 163/2006 e s.m.i.).

Il monitoraggio dell'ambiente idrico superficiale si baserà su:

- Misure di portata e analisi di parametri chimico-fisici in situ, rilevati direttamente mediante l'utilizzo di un mulinello (o galleggianti) e di sonde multiparametriche (ASU-ACQ-01);
- Prelievo di campioni per le analisi chimiche di laboratorio (ASU-ACQ-02);
- Determinazione degli indici di qualità batteriologica (ASU-BATT);
- Determinazione degli indici di qualità biologica (ASU-BIO);
- Determinazione degli indici di qualità morfologica (ASU-MORF);

È previsto quindi l'utilizzo dei seguenti parametri di monitoraggio, che potranno dare indicazioni tempestive in caso di alterazioni o criticità direttamente connesse alle attività di cantiere:

- Parametri idrologici (portata): sono necessari per desumere informazioni riguardo eventuali modificazioni del regime idraulico o variazioni dello stato quantitativo della risorsa;
- Parametri chimico-fisici in situ: sono i principali parametri fisico-chimici, misurabili istantaneamente mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica (o di singoli strumenti dotati degli appositi sensori);
- Parametri chimici di laboratorio: sono stati scelti parametri significativi in relazione alla tipologia della cantierizzazione;
- Indici di qualità batteriologica: è stato scelto l'indicatore *Escherichia coli*;
- Indici di qualità biologica: un indicatore biologico, secondo la definizione di Johnson et al. (1992), è una specie o insieme di specie con particolari esigenze rispetto a un insieme di variabili fisiche o chimiche. Si tratta di organismi usati in genere per valutare una modificazione della qualità dell'ambiente; in altre parole, è un bersaglio biologico che, in presenza di uno stress naturale o antropico, subisce variazioni rilevabili del proprio stato naturale;
- Indici di qualità morfologica: l'Indice di Qualità Morfologica di monitoraggio (IQMm) è uno strumento specifico per il monitoraggio, utile per quantificare variazioni della qualità morfologica di breve periodo alla scala di alcuni anni, ad esempio prima e dopo l'esecuzione di interventi che possono aver migliorato o peggiorato la qualità morfologica del corso d'acqua.

Le metodologie di campionamento e le analisi da effettuare sono descritte in seguito.

11.4.1. Analisi idrologiche ed idrauliche

Queste analisi consentono di valutare gli effetti che opere antropiche apportano al corso d'acqua in termini di variazioni di portata e variazioni delle condizioni di deflusso sia durante gli eventi di piena sia durante le magre o morbide del fiume. Si tratta di monitorare gli Elementi idromorfologici attraverso i seguenti rilevamenti:

- misure di portata che consentono di controllare il regime idrologico del corso d'acqua e, attraverso le misure di velocità cogliere eventuali perturbazioni apportate dalle opere realizzate, alla distribuzione delle velocità longitudinalmente e di profondità;
- misure dell'azione erosiva che consentono di verificare gli effetti dei fenomeni erosivi innescati da eventuali opere in alveo, spalle, pile e rivestimenti, sulla stabilità delle sponde e del fondo dell'alveo.

Il metodo di misurazione della portata prescelto è quello delle verticali progressive, integrato da ulteriori rilievi batimetrici tra ciascuna verticale, sia per migliorare la definizione della sezione idrica in esame sia per ottenere una migliore elaborazione della misura. I rilievi correntometrici dovranno essere in grado, con l'utilizzo di mulinelli di precisione, di fornire dati sicuri per velocità comprese tra 0.05 m/s e 10 m/s.





Le misure potranno essere effettuate a guado dove l'acqua non raggiunge profondità elevate od in sospensione dal ponte più vicino alla stazione di campionamento se la portata del corpo idrico non consente la misura a guado.

Nelle misure occorrerà individuare la sezione più idonea a minimizzare l'errore di misura che dovrà avere flusso il più possibile rettilineo e laminare, assenza di vortici e di fenomeni di rigurgito e profilo della sezione senza eccessivi gradienti e discontinuità.

Per il rilievo di portata si procede alla misura della larghezza della sezione ed esecuzione delle misure batimetriche con la definizione del reticolo di ispezione per i rilievi di velocità. Le misure di velocità saranno effettuate con mulinello idrometrico di precisione sospeso ad un sistema di aste graduate manovrate manualmente dall'operatore nel caso di misurazioni a guado o esecuzione delle misure calando il mulinello idrometrico dal ponte legato ad una corda graduata e ad un peso.

11.4.2. Misure con sonda multiparametrica in situ

Il rilievo dei parametri chimico-fisici in situ è svolto in accordo con quanto previsto dalle Linee Guida SNPA n. 13/2018 mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica o di singoli strumenti dotati di specifici elettrodi. In particolare, saranno misurati i parametri chimico-fisici delle acque in situ mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica immersa direttamente nel contenitore, al fine di disturbare il meno possibile il campione (soprattutto per la misurazione dell'ossigeno disciolto). I parametri chimico-fisici misurati saranno:

- temperatura
- pH
- conducibilità
- potenziale redox
- ossigeno disciolto (ppm e % saturazione)

I valori rilevati saranno restituiti dalla media di tre determinazioni consecutive; le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti.

11.4.3. Analisi chimiche e batteriologiche

I parametri inseriti nel set analitico possono essere raggruppati come segue:

- Parametri chimici: tale set comprende in particolare solidi sospesi totali, metalli, idrocarburi totali e tensioattivi (anionici e non ionici), ossia parametri che potrebbero subire variazioni/alterazioni per effetto delle lavorazioni;
- Parametri batteriologici: Escherichia coli.

Nella tabella che segue sono riportate indicazioni riguardo le possibili metodologie di analisi per le determinazioni di ciascun parametro. Non si esclude l'utilizzo di metodologie equivalenti in termini di limiti di rilevabilità.

Descrizione Parametro	Metodo
pH	UNI EN ISO 10523:2012
Conducibilità elettrica (ECw)	UNI EN 27888:1995
Torbidità	APAT CNR IRSA 2110 MAN 29 2003
Durezza totale	APAT CNR IRSA 2040A MAN 29 2003
Azoto (compreso azoto nitrico e nitroso)	APAT CNR IRSA 5030 MAN 29 2003+UNI EN ISO 10304-1:2009
Azoto ammoniacale	APAT CNR IRSA 4030 A1 MAN 29 2003
Azoto nitrico	UNI EN ISO 10304-1:2009
Azoto nitroso	UNI EN ISO 10304-1:2009
BOD5	EPA NEMI 405.1/1974
COD (Richiesta Chimica di Ossigeno)	ISO 15705:2002



Descrizione Parametro	Metodo
Ortofosfati	UNI EN ISO 10304-1:2009
Fosforo	UNI EN ISO 15587-1:2002 ANNEX A+UNI EN ISO 11885:2009
Cloruri	UNI EN ISO 10304-1:2009
Solfati	UNI EN ISO 10304-1:2009
Idrocarburi C>10 (come somma da C10 a C40)	MLG ISPRA 123/2015 MET.B
Solidi sospesi	APAT CNR IRSA 2090 B MAN 29 2003
Sodio	UNI EN ISO 15587-1:2002 ANNEX A+UNI EN ISO 11885:2009
Calcio	UNI EN ISO 15587-1:2002 ANNEX A+UNI EN ISO 11885:2009
Magnesio	UNI EN ISO 15587-1:2002 ANNEX A+UNI EN ISO 11885:2009
Potassio	UNI EN ISO 15587-1:2002 ANNEX A+UNI EN ISO 11885:2009
Cromo	UNI EN ISO 17294-2:2016
Piombo	UNI EN ISO 17294-2:2016
Zinco	UNI EN ISO 17294-2:2016
Rame	UNI EN ISO 17294-2:2016
Nichel	UNI EN ISO 17294-2:2016
Arsenico	UNI EN ISO 17294-2:2016
Cadmio	UNI EN ISO 17294-2:2016
Ferro	UNI EN ISO 17294-2:2016
Tensioattivi anionici	APAT CNR IRSA 5170 MAN 29 2003
Tensioattivi non ionici	APAT CNR IRSA 5180 Man 29 2003
COMPOSTI ORGANOALOGENATI (AOX)	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
COMP. ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI come somma	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
Clorometano	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
Triclorometano (cloroformio)	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
Cloruro di vinile (CVM)	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
1,2 dicloroetano	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
1,1 dicloroetene (1,1 dicloroetilene)	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
Tricloroetilene (trielina)	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
Tetracloroetilene (PCE)	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
Esaclorobutadiene	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
1,1 dicloroetano	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
1,2 dicloroetene (1,2 dicloroetilene)	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
1,2 dicloropropano	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
1,1,2 tricloroetano	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
1,2,3 tricloropropano	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
1,1,2,2 tetracloroetano	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
COMP. ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
Tribromometano (Bromoformio)	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2



Descrizione Parametro	Metodo
1,2 dibromoetano	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
Dibromoclorometano	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
Bromodichlorometano (diclorobromometano)	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
ALTRI COMPOSTI ORGANOALOGENATI (AOX)	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
1,1,1 tricloroetano	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
Tetracloruro di carbonio (Tetraclorometano)	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
Triclorofluorometano	APAT CNR IRSA 5150 MAN 29 2003 P.TO 7.2
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	APAT CNR IRSA 5140 MAN 29 2003 P.TO 7.2
Benzene	APAT CNR IRSA 5140 MAN 29 2003 P.TO 7.2
Toluene	APAT CNR IRSA 5140 MAN 29 2003 P.TO 7.2
Etilbenzene	APAT CNR IRSA 5140 MAN 29 2003 P.TO 7.2
Xilene (m+p)	APAT CNR IRSA 5140 MAN 29 2003 P.TO 7.2
Stirene	APAT CNR IRSA 5140 MAN 29 2003 P.TO 7.2
I.P.A. (Idrocarburi Policiclici Aromatici) come somma da (A) a (D)	APAT CNR IRSA 5080 MAN 29 2003 P.TO 7.3.1
Benzo[a]antracene	APAT CNR IRSA 5080 MAN 29 2003 P.TO 7.3.1
Benzo[a]pirene	APAT CNR IRSA 5080 MAN 29 2003 P.TO 7.3.1
Benzo(b)fluorantene (A)	APAT CNR IRSA 5080 MAN 29 2003 P.TO 7.3.1
Benzo(k)fluorantene (B)	APAT CNR IRSA 5080 MAN 29 2003 P.TO 7.3.1
Benzo[ghi]perilene (C)	APAT CNR IRSA 5080 MAN 29 2003 P.TO 7.3.1
Crisene	APAT CNR IRSA 5080 MAN 29 2003 P.TO 7.3.1
Dibenzo[a,h]antracene	APAT CNR IRSA 5080 MAN 29 2003 P.TO 7.3.1
Indeno[1,2,3-cd] pirene (D)	APAT CNR IRSA 5080 MAN 29 2003 P.TO 7.3.1
Pirene	APAT CNR IRSA 5080 MAN 29 2003 P.TO 7.3.1

Tabella 11.3 Parametri da analizzare per i campioni prelevati presso i punti di acqua superficiale e metodica di analisi

I parametri chimici consentono inoltre di calcolare l'indicatore LIMeco (Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico).

Il LIMeco, introdotto dal D.M. 260/2010, è un indice sintetico che descrive la qualità delle acque correnti per quanto riguarda i nutrienti e l'ossigenazione. I nutrienti e l'ossigeno sono fattori di regolazione fondamentali per le comunità biologiche che vivono negli ecosistemi acquatici. Le comunità vegetali quali diatomee e macrofite acquatiche sono particolarmente sensibili alle variazioni di tali elementi. I parametri considerati per la definizione del LIMeco sono: ossigeno in % di saturazione, azoto ammoniacale, azoto nitrico e fosforo totale.

Laboratorio analisi di base Parametri generali di base, metalli	Metodo di analisi
LIMeco – N-NH ₃	APAT CNR IRSA-4030 Man 29:2003
LIMeco– N-NO ₃	EPA 9056A 2007
LIMeco – Fosforo totale	EPA 6020

Tabella 11.4 Parametri da analizzare per i campioni prelevati presso i punti di acqua superficiale

Laboratorio analisi di base Parametri batteriologici
Escherichia coli - UFC/ 100 mL

Tabella 11.5 Parametri da analizzare per i campioni prelevati presso i punti di acqua superficiale - ASU-BATT

11.4.4. Elementi di qualità biologica



11.4.4.1. Elementi di qualità biologica: Macroinvertebrati (STARICMI)

Ai fini della definizione dello stato ecologico delle acque ai sensi del DM 160/2010 gli elementi di qualità biologica sono determinati mediante l'analisi della comunità dei macroinvertebrati bentonici utilizzando l'indicatore STAR_ICMi utilizzato nel metodo MacOper, utilizzando a supporto il parametro LIMeco (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori per lo stato ecologico).

Il metodo si basa sull'esperienza di diversi paesi europei ed extra-europei sia in ambito di ricerca che applicativo. Il metodo soddisfa i requisiti della Direttiva sia in merito alla registrazione delle abbondanze degli individui raccolti sia in merito alla "ripetibilità" (i.e. standardizzazione) della procedura.

Il metodo di campionamento dei macroinvertebrati bentonici in accordo ai requisiti previsti dalla Direttiva Quadro sulle Acque (Direttiva 2000/60/UE) è il metodo "2010 - Protocollo di campionamento e analisi dei macroinvertebrati bentonici dei corsi d'acqua guadabili" delle Linee Guida 111/2014 ISPRA, che definisce le modalità per il campionamento e la determinazione della composizione e dell'abbondanza dei macroinvertebrati bentonici in linea con le richieste della Direttiva 2000/60/CE, del D. Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. e dei relativi decreti attuativi ai fini del monitoraggio e della valutazione dello stato ecologico dei corsi d'acqua guadabili, utilizzando tali organismi come elementi di qualità biologica.

Il metodo è di tipo multi-habitat proporzionale, si basa cioè su una raccolta di campioni in misura proporzionale agli habitat registrati nel sito da campionare, che vanno quindi preliminarmente qualificati e quantificati.

La tecnica di campionamento prevede la raccolta dei macroinvertebrati proporzionale all'estensione relativa dei diversi microhabitat osservati in un sito fluviale.

Si campionano gli habitat maggioritari e rappresentativi (almeno il 10% del tratto selezionato) per la qualità ecologica, in relazione alla loro presenza. Per ogni habitat è previsto un numero definito di unità di campionamento (repliche), partendo da un minimo di 1 per habitat presenti al 10% nel tratto indagato.

Il campionamento dovrà essere effettuato in un'area complessiva di 1 m², derivato dalla raccolta di 10 repliche ciascuna di area pari a 0.1 m².

In casi specifici potrà essere specificata un'area di campionamento diversa, superiore o inferiore, in funzione del tipo fluviale. L'area da campionare può essere per esempio superiore in relazione al tipo fluviale analizzato, ad esempio in fiumi a bassa densità di organismi. I sedimenti sono rimossi per una profondità adeguata alla cattura dei taxa presenti. La profondità dipenderà dal tipo di substrato, dalla sua forma e dalla sua compattezza.

La prima fase del campionamento è rappresentata dal riconoscimento e quantificazione dei microhabitat presenti nel sito sulla base di liste esistenti (riferite allo standard europeo in fase di approvazione a livello comunitario), al fine di distribuire spazialmente le repliche da effettuare.

Prima di procedere al campionamento è importante effettuare il riconoscimento della sequenza riffle/pool: due aree contigue che presentano caratteristiche di turbolenza, profondità, granulometria del substrato e carattere deposizionale/erosionale comparativamente diverso.

Una volta effettuato il campionamento, si prosegue in campo allo smistamento e alla stima delle abbondanze degli organismi. Alcuni esemplari di taxa selezionati dovranno essere fissati e portati in laboratorio. Ciò, in particolare, per verificare o confermare l'identificazione effettuata in campo per organismi poco noti, poco frequenti o per i taxa che richiedano, per un'identificazione certa, l'ausilio di strumentazione di norma non disponibile su campo.

In generale sarà opportuno, ai fini delle procedure di assicurazione di qualità, conservare alcuni individui di tutti i taxa presenti, anche se identificati con certezza in campo. In laboratorio, mediante l'ausilio di microscopi stereoscopici e ottici, si procede poi alla identificazione tassonomica degli organismi raccolti in campo e conservati in etanolo.





La restituzione dei dati relativamente al parametro biologico Macroenthos avverrà tramite la lista dei taxa macrobentonici presenti e, per ciascun taxon, il corrispondente valore di abbondanza per unità di superficie. Il calcolo dell'indice STAR_ICMi verrà quindi eseguito tramite Software MacOper.ICM ver. 1.0.5., ed utilizzato nella definizione dello stato ecologico dei corpi idrici superficiali, conformemente a quanto previsto dalla Direttiva 2000/60/CE e dal DLgs n. 152/2006.

11.4.4.2. Elementi di qualità biologica: Macrofite (IBMR)

Le macrofite acquatiche sono una componente importante degli ecosistemi fluviali e possono essere utilizzate per rendere possibile il monitoraggio dello stato ecologico. L'utilizzo di questi organismi nel monitoraggio è richiesto da numerose norme europee e nazionali (Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE e D.Lgs 152/2006, Direttiva sul Trattamento delle acque di scarico urbane 91/271/EEC, Direttiva Nitrati 91/676/EEC).

In Italia si è scelto di utilizzare l'IBMR (Indice Biologique Macrophytique en Rivière) (AFNOR, 2003; Haury et al., 2006) (DM 260/2010) che permette di valutare efficientemente la metrica "stato trofico" e condurre alla valutazione dello stato ecologico in termini di grado di scostamento dello stato trofico atteso.

L'Indice si basa sull'analisi della comunità delle macrofite acquatiche per valutare lo stato trofico dei corsi d'acqua ed è applicabile a tutti i corsi d'acqua interni, ma non alle zone salmastre. L'IBMR si fonda sull'uso di una lista di taxa indicatori per i quali è stata valutata, in campo, la sensibilità, in primo luogo, nei confronti delle concentrazioni di azoto ammoniacale e ortofosfati. Inoltre è sensibile anche ad altri fattori quali, la luminosità e la velocità della corrente.

La stazione di monitoraggio corrisponde ad una porzione di torrente rappresentativa per il tratto omogeneo di corso d'acqua che si intende indagare, avente uno sviluppo longitudinale da 50 a 100 m in funzione delle dimensioni del corso d'acqua e dei livelli di copertura delle macrofite presenti.

Il rilievo consiste nell'osservazione in situ della comunità macrofita, valutando la copertura totale della comunità presente nella stazione e le coperture in percentuale dei singoli taxa rinvenuti. Contestualmente al campionamento di macrofite, effettuato percorrendo a zig zag il tratto di corpo idrico, vengono rilevati parametri stazionali (tra cui ampiezza dell'alveo bagnato, profondità dell'acqua, granulometria prevalente, condizioni idrologiche, vegetazione delle rive, uso del suolo nel territorio circostante) utilizzando un'apposita scheda di campionamento. Si procede ad un campionamento secondo la modalità prevista dal metodo e conforme alla norma UNI EN 14184:2004 CEN ed al protocollo nazionale di campionamento (APAT, 2007). Segue un primo riconoscimento in campo dei singoli taxa, che deve essere confermato da una successiva determinazione in laboratorio. La copertura percentuale dei singoli taxa deve essere successivamente proporzionata al valore di copertura totale delle macrofite presenti nella stazione al fine di ottenere un valore di copertura reale di ogni taxon.

Per poter effettuare il calcolo dell'IBMR è necessario tradurre i valori di copertura reale nei corrispondenti coefficienti di copertura previsti dal metodo utilizzando una tabella di conversione. Una volta calcolato il coefficiente di copertura, tramite algoritmo si calcola per la stazione l'indice IBMR. Sulla base del valore numerico assunto dall'IBMR è possibile classificare la stazione in termini di livello trofico secondo cinque livelli di trofia (Molto Lieve, Lieve, Media, Elevata, Molto Elevata).

11.4.4.3. Elementi di qualità biologica: Diatomee (ICMI)

La Direttiva europea 2000/60/CE, recepita da parte dell'Italia nel D.Lgs. 152/2006 e successive modifiche, prevede nell'Allegato V che per la classificazione dello stato ecologico delle acque superficiali, in particolare dei fiumi, vengano considerati diversi elementi biologici (DM Ambiente 260/2010).

Tra queste vengono identificate anche le alghe rinvenibili nei corsi d'acqua, cioè le Diatomee, che si rivelano le più idonee al monitoraggio delle acque correnti, perché presenti con una elevata diversità in tutti i fiumi,





reattive al variare delle condizioni ambientali e ben conosciute sia dal punto di vista sistematico che ecologico.

In Italia è stato scelto di utilizzare l'Indice Multimetrico di Intercalibrazione (ICMi) che deriva dall'Indice di Sensibilità agli Inquinanti IPS (CEMAGREF, 1982) e dall'Indice Trofico TI (Rott et al., 1999). Entrambi gli indici prevedono l'identificazione a livello di specie, ad ognuna delle quali viene attribuito un valore di sensibilità (affinità/tolleranza) all'inquinamento e un valore di affidabilità come indicatore. L'IPS rileva principalmente la sensibilità delle specie all'inquinamento organico (alti livelli di trofia e inquinamento organico), mentre il TI è più sensibile ai bassi livelli di trofia e al carico di nutrienti di origine naturale (Kelly et al., 2007).

Il metodo di campionamento utilizzato è quello pubblicato sul manuale APAT (2007) - Protocollo di campionamento ed analisi per le diatomee bentoniche dei corsi d'acqua italiani.

Presso ogni stazione di monitoraggio, viene scelto innanzitutto il substrato idoneo per il campionamento: i ciottoli sono i substrati naturali mobili migliori per la raccolta di diatomee; sono preferibili in quanto consentono un agevole prelievo e sono abbastanza stabili da permettere l'insediamento di una comunità rappresentativa.

La scelta dei ciottoli viene effettuata tenendo conto della velocità della corrente, evitando zone con acqua troppo lenticola, dell'ombreggiatura, non troppo elevata, e della profondità dell'acqua. I substrati devono essere raccolti in aree sempre sommerse, o sommerse da almeno 4 settimane. Se si campiona in corsi d'acqua profondi è necessario rimanere nella zona eufotica. I ciottoli complessivamente devono essere almeno 5.

L'operazione di raccolta viene fatta con uno spazzolino che deve essere sciacquato in un barattolo contenente per metà acqua del torrente oggetto di campionamento. Per la restante metà viene aggiunto etanolo in modo da fissare e conservare il campione. I campioni sono trasportati in laboratorio dove vengono trattati per essere conservati per un tempo illimitato. Successivamente i campioni sono montati e letti al microscopio ottico. Per l'applicazione degli indici diatomici, devono essere identificati almeno 400 individui per ogni campione, come previsto dalla norma standard (UNI EN 14407:2004). I dati sono archiviati grazie anche al supporto di specifici software che oltre a creare un data-base floristico calcolano anche gli indici relativi alle diatomee.

L'indice ICMi, indicato dalla normativa italiana, viene espresso come Rapporto di Qualità Ecologica, RQE tra i valori ricavati dal monitoraggio e quelli attesi per siti di tipologia analoga in condizioni di riferimento.

L'ICMi deriva dall'Indice di Sensibilità agli Inquinanti IPS (CEMAGREF, 1982) e dall'Indice Trofico TI (Rott et al., 1999). Il valore di ICMi è dato dalla media aritmetica degli RQE dei 2 indici. L'IPS tiene conto principalmente della sensibilità delle specie all'inquinamento organico mentre il TI tiene conto principalmente della sensibilità delle specie all'inquinamento trofico.

11.4.4.4. Elementi di qualità biologica: Fauna ittica (NISECI)

La fauna ittica dei corsi d'acqua dolce è considerata, in linea generale, la componente biotica che più risente delle alterazioni ambientali, siano esse di tipo idromorfologico (sbarramenti, derivazioni, arginature, sghiaamenti etc.), chimico (scarichi, presenza di pesticidi, nutrienti) o biologico (introduzione di specie alloctone o interventi di biomanipolazione). Questa sensibilità è correlata alle caratteristiche intrinseche dell'Elemento di Qualità Biologica (EQB) quali la dimensione degli organismi che la compongono, la capacità (e necessità) di movimento a diversi stadi del proprio ciclo vitale e al relativo utilizzo di differenti mesohabitat. Con lo scopo di definire e classificare il variare della composizione della comunità ittica lungo il corso d'acqua, si ricorre al concetto di zonazione ittica, che prevede la suddivisione longitudinale di un corso d'acqua in zone a comunità ittiche differenti, individuando tipologie ambientali in funzione di determinati parametri, come l'altitudine, la temperatura e le caratteristiche morfodinamiche dei corsi d'acqua. Il concetto si basa sulla constatazione che acque correnti con medesime caratteristiche ambientali, presentano comunità ittiche



simili. Dall'originaria classificazione di Thienemann (1928) poi rielaborata da Huet (1949), le zonazioni ittiche sono state nel tempo riadattate da diversi autori.

L'effetto delle pressioni sulla comunità ittica si esplica sia sulla composizione e ricchezza delle specie, sia sulle condizioni biologiche (struttura, densità, condizioni fisiche medie) delle diverse popolazioni.

Per questi motivi la Direttiva Quadro Acque 2000/60 prevede che i metodi di classificazione dei corpi idrici sulla base dell'analisi di qualità "fauna ittica", prendano in considerazione la composizione specifica delle comunità, la consistenza demografica e la struttura in classi di età delle singole popolazioni.

Il Nuovo indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (NISECI) è stato elaborato sulla base dell'esperienza di applicazione dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (ISECI), a sua volta individuato dal D.M. 260/2010, in applicazione del D.Lgs 152/2006, come metodo ufficiale per l'analisi della componente ittica nella classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici fluviali e oggetto di un processo di validazione nazionale e di intercalibrazione a scala europea che ha portato ad individuare la necessità di una serie di integrazioni e di modifiche all'ISECI, tali da determinare la necessità di ridefinire la metodica stessa.

In analogia all'ISECI, il NISECI utilizza come principali criteri per la valutazione dello stato ecologico di un corso d'acqua, la naturalità della comunità ittica registrata (confrontata con una comunità di specie indigene attese) e la condizione biologica delle popolazioni presenti (quantificata positivamente per le autoctone attese e negativamente per le aliene), in termini di abbondanza e struttura di popolazione tali da garantire la capacità di autoriprodursi ed avere normali dinamiche ecologico-evolutive.

Il nuovo ISECI, o NISECI, è dettagliatamente descritto nella Linea Guida ISPRA n. 159/2017.

Applicato nei corsi d'acqua guadabili di piccole e medie dimensioni, il protocollo di riferimento per il campionamento ai fini dell'applicazione del NISECI, è inserito nel Manuale e linee guida 111/2014 redatto da ISPRA. I campionamenti vengono condotti attraverso l'utilizzo di un elettrostorditore per un tratto di lunghezza variabile, in relazione alle dimensioni dell'alveo attivo. Gli individui raccolti vengono identificati a livello di specie, contati, misurati in lunghezza (dal capo all'estremità della pinna caudale) e peso, ed infine liberati nuovamente in acqua. Le attività di monitoraggio vengono eseguite cercando di non interferire con i periodi riproduttivi e con le esigenze biologiche delle specie presenti nel corso d'acqua.

11.4.4.5. *Indici di qualità morfologica (ASU-ACQ-MORF)*

Il monitoraggio della qualità morfologica sarà realizzato attraverso l'impiego del metodo **IQMm (Indice di Qualità Morfologica di monitoraggio)** descritto nel manuale "IDRAIM – Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua – Versione aggiornata 2016" Manuale ISPRA n. 131/2016, par. 9.2.

L'adozione di una procedura di valutazione morfologica ai fini del monitoraggio deriva dalle scale spaziali e temporali indagate; esse sono differenti rispetto alla prima fase di valutazione e classificazione dello stato attuale di un corso d'acqua da eseguirsi con l'Indice di Qualità Morfologica (IQM).

Il metodo, analogamente a quanto avviene per l'applicazione dell'Indice IQM, prevede l'effettuazione di valutazioni sulla base di documentazione cartografica, di dati da telerilevamento, di dati rilevati in campo, di informazioni reperite ad hoc.

L'indice integra la funzionalità geomorfologica, rilevata mediante l'osservazione delle forme e dei processi del corso d'acqua, e l'artificialità, definita sulla base di presenza, frequenza di opere o interventi antropici. I punteggi vengono assegnati per alcuni parametri secondo classi discrete, mentre per altri mediante funzioni matematiche continue.

L'Indice di Qualità Morfologica di monitoraggio (IQMm) è uno strumento specifico per il monitoraggio, utile per quantificare variazioni della qualità morfologica di breve periodo alla scala di alcuni anni, ad esempio





prima e dopo l'esecuzione di interventi che possono aver migliorato o peggiorato la qualità morfologica del corso d'acqua.

Nell'IQMm, gli indicatori basati su criteri di presenza/assenza e/o prevalentemente basati su osservazioni ed interpretazioni sul terreno Tabella 11.6 vengono mantenuti nel formato utilizzato per l'IQM, mentre vengono definite delle funzioni matematiche per quegli indicatori basati su parametri quantitativi (quali stime della percentuale di tratto soggetta ad alterazioni o numero di opere).

FUNZIONALITÀ	ARTIFICIALITÀ
F2, F3, F5, F6, F7, F9, F12, F13	A2, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A12

Tabella 11.6. Lista degli indicatori per i cui punteggi sono definite funzioni matematiche per la valutazione attraverso l'IQMm

I punteggi attribuiti sono ponderati sulla base dell'importanza dell'indicatore e sulla presenza/assenza di alterazioni (il punteggio A si riferisce ad uno scostamento nullo e quindi ad assenza di alterazioni mentre il punteggio C è associato allo scostamento massimo legato alla massima alterazione).

Mentre punteggi dell'IQM si basano su una suddivisione in classi discrete, nell'IQMm i punteggi di alcuni indicatori vengono calcolati attraverso funzioni matematiche continue. In conseguenza, l'IQMm è più sensibile a variazioni degli indicatori che possono avvenire alla scala temporale di qualche anno.

L'Indice di Qualità Morfologica di monitoraggio (IQMm) è quindi definito come: $IQMm = 1 - Stot/Smax$ dove **Stot** è lo scostamento totale, ottenuto dalla sommatoria dei punteggi relativi a tutti gli indicatori utilizzati, il quale viene normalizzato rapportandolo allo scostamento massimo possibile per la tipologia in esame (**Smax**).

11.5. Articolazione ed estensione temporale delle attività di monitoraggio

Le tre fasi di monitoraggio saranno caratterizzate, per ciascun punto di misura, dai seguenti rilievi:

Monitoraggio ANTE OPERAM:

Parametri fisico-chimici con cadenza trimestrale: n. 4 misure, per 1 anno;

Parametri di laboratorio con cadenza trimestrale: n. 4 misure, per 1 anno;

Macroinvertebrati: 4 misure all'anno;

Macrofite: 2 misure all'anno;

Diatomee: 2 misure all'anno;

Fauna ittica: 2 misure all'anno;

Idromorfologia: 1 misura.

Monitoraggio POST OPERAM:

Parametri fisico-chimici con cadenza trimestrale: n. 4 misure, per 1 anno;

Parametri di laboratorio con cadenza trimestrale: n. 4 misure, per 1 anno;

Macroinvertebrati: 4 misure all'anno;

Macrofite: 2 misure all'anno;

Diatomee: 2 misure all'anno;

Fauna ittica: 2 misure all'anno;

Idromorfologia: 1 misura.

Monitoraggio CORSO D'OPERA:

Parametri chimico-fisici: si prevede l'installazione di una stazione per l'effettuazione di misure in continuo dei parametri al fine di consentire l'intercettazione di eventuali criticità e di conseguenza attivare campionamenti mirati per condurre ulteriori approfondimenti analitici;

Parametri di laboratorio, frequenza mensile;



La frequenza di monitoraggio degli elementi biologici dovrà essere:

- macroinvertebrati: frequenza trimestrale, con campionamenti aggiuntivi nel caso di anomalie segnalate dai misuratori in continuo;
- macrofite: 2 rilievi, qualora la fase di CO interessi il periodo idoneo al campionamento;
- diatomee: 2 volte all'anno.

Nella fase di corso d'opera (CO) i parametri monitorati potranno subire variazioni nella frequenza e nei periodi, modulati in funzione delle attività cantieristiche previste.

Nella tabella seguente sono riepilogate le frequenze delle attività di monitoraggio in ante operam, corso d'opera e post operam:

Tipologia analisi	Frequenza		
	AO	CO	PO
Parametri Chimico – Fisici (ASU-ACQ01)	Trimestrale	In continuo	Trimestrale
Parametri di laboratorio (ASU-ACQ02)	Trimestrale	Mensile	Trimestrale
Macroinvertebrati – STAR ICMI	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
Macrofite - IBMR	2 misure anno in periodo idoneo	2 misure anno in periodo idoneo	2 misure anno in periodo idoneo
Diatomee - ICMI	2 misure anno in periodo idoneo	2 misure anno in periodo idoneo	2 misure anno in periodo idoneo
Fauna Ittica - Niseci	2 misure anno in periodo idoneo	-	2 misure anno in periodo idoneo
Idromorfologia - IQM	1	-	1

Tabella 11.7 Attività di monitoraggio AO, CO e PO

Le misure rilevate verranno elaborate mediante reportistica, elaborata al termine di ciascuna campagna di rilevamento, durante il corso dell'anno e da relazioni di sintesi finale a cadenza annuale (per i parametri indagati con frequenza annuale verrà solamente realizzata la relazione finale).

FASE	DURATA FASE	PARAMETRI	STAZIONI DI MONITORAGGIO	FREQUENZA	N° CAMPAGNE	N° RILIEVI TOT
ANTE OPERAM	1 anno	ASU-ACQ01 Parametri Chimico - Fisici	4	Trimestrale	4	16
		ASU-ACQ02 Parametri di laboratorio		Trimestrale	4	16
		ASU-ACQ-BIO Macroinvertebrati – STAR ICMI		Trimestrale	4	16
		ASU-ACQ-BIO Macrofite - IBMR		2 misure anno	2	8
		ASU-ACQ-BIO Diatomee - ICMI		2 misure anno	2	8
		ASU-ACQ-BIO Fauna Ittica - Niseci		2 misure anno	2	8
		ASU-ACQ-MORF Idromorfologia - IQM		1	1	4



CORSO D'OPERA	2 anni	ASU-ACQ01 Parametri Chimico - Fisici	8	Trimestrale	8	32
		ASU-ACQ02 Parametri di laboratorio		Trimestrale	8	32
		ASU-ACQ-BIO Macroinvertebrati – STAR ICMI		Trimestrale	8	32
		ASU-ACQ-BIO Macrofite - IBMR		2 misure anno	4	16
		ASU-ACQ-BIO Diatomee - ICMI		2 misure anno	4	16
		ASU-ACQ-BIO Fauna Ittica - Niseci		-	-	-
		ASU-ACQ-MORF Idromorfologia - IQM		-	-	-
POST OPERAM	1 anno	ASU-ACQ01 Parametri Chimico - Fisici	8	Trimestrale	4	16
		ASU-ACQ02 Parametri di laboratorio		Trimestrale	4	16
		ASU-ACQ-BIO Macroinvertebrati – STAR ICMI		Trimestrale	4	16
		ASU-ACQ-BIO Macrofite - IBMR		2 misure anno	2	8
		ASU-ACQ-BIO Diatomee - ICMI		2 misure anno	2	8
		ASU-ACQ-BIO Fauna Ittica - Niseci		2 misure anno	2	8
		ASU-ACQ-MORF Idromorfologia - IQM		1	1	4

Tabella 11.8 Quadro sinottico del monitoraggio delle acque superficiali

11.6. Elenco della strumentazione necessaria

Si riportano, di seguito, i principali strumenti necessari per effettuare le tipologie di misure e analisi.

Per la valutazione dei parametri idrologici e chimico-fisici in situ, si prevede:

- l'utilizzo di mulinelli idrometrici, per le valutazioni della velocità le cui caratteristiche dipendono dalle condizioni sito specifiche del corpo idrico;
- di aste graduate, per il rilievo della sezione necessario al calcolo della portata le cui caratteristiche dipendono dalle condizioni sito specifiche del corpo idrico;
- di sonde multiparametriche o strumenti dotati degli specifici elettrodi, per la valutazione dei parametri chimico-fisici, opportunamente tarate e certificate come indicato nelle Linee Guida SNPA n. 13/2018;
- strumentazione per la determinazione delle portate previste per le differenti metodologie di misurazione diretta o indiretta.

Il rilievo dei parametri chimici da analizzare in laboratorio sarà svolto, in conformità a quanto previsto dai "Metodi analitici per le acque" dell'APAT/ISPRA (APAT e IRSA-CNR, 2003. Metodi analitici per le acque – Manuali e linee guida 29/2003), mediante l'ausilio di opportuni strumenti la cui scelta è dettata dalle condizioni sito specifiche del punto di campionamento considerato, in accordo a quanto indicato dalle linee





guida “Metodi analitici per le acque” dell’APAT/ISPRA (APAT e IRSA-CNR, 2003. Metodi analitici per le acque – Manuali e linee guida 29/2003).

Il rilievo dei parametri biologici prevede una raccolta dei macroinvertebrati proporzionale all’estensione relativa dei diversi microhabitat osservati in un sito fluviale. Gli strumenti per il campionamento differiscono in funzione della profondità degli habitat. In particolare, per habitat non molto profondi (ca. <0.5 m) il campionamento è effettuato mediante retino Surber; nel caso di habitat a profondità >0.5 m si utilizzerà un retino immanicato cui sarà applicata un’intelaiatura che possa delimitare l’area di campionamento.

Il retino immanicato deve essere compatibile con la norma EN 27828 e avere le seguenti caratteristiche: costruzione con materiale resistente ma non troppo pesante; imboccatura a telaio quadrato avente dimensioni preferibilmente di 250x250 mm; manico avente lunghezza di almeno 150 cm con opportune sezioni estensibili di manico con lunghezza complessiva almeno pari o superiore a 150 cm; sacco di rete con n. di maglie per cm lineare pari a 21, avente profondità di 60 cm.

Il retino Surber è fornito di pareti laterali metalliche (in lega di alluminio), che individuano un’area pari a 0.1 m² (o 0.05 m²); la rete è aperta sul davanti. La forma dell’intelaiatura del retino è quadrata (o rettangolare). Le caratteristiche della rete sono: dimensioni dell’intelaiatura che definiscono l’area di campionamento pari a 0.22x0.23 m e 0.32x0.32 m per aree unitarie rispettivamente di 0.1 m² (o 0.05 m²); forma della rete a cono e di lunghezza approssimativa di 0.6-0.8 m; dimensione delle maglie di 500 µm. La rete può essere dotata della presenza di un bicchiere di raccolta nella parte terminale del sacco.

11.7. Valutazione di soglie di attenzione e di intervento

I livelli di criticità da considerare per gli aspetti qualitativi e quantitativi delle acque superficiali deriveranno dai parametri chimici e fisici misurati per i corpi idrici durante la fase ante operam.

In corso d’opera, per escludere l’ipotesi di interferenza da monte, verrà realizzato un primo raffronto tra i parametri misurati in due punti rispettivamente a valle e a monte rispetto al tracciato.

Oltre al criterio di rispetto dei valori limite normativi (D. Lgs. 152/2006) e confronto tra i parametri misurati a monte e valle rispetto al tracciato, per i valori non normati dal citato decreto si propongono delle soglie: ad esempio il peggioramento di una classe di qualità del corpo idrico, con riferimento all’indice di qualità biologica (D. Lgs. 172/2015), costituisce la soglia di attenzione e intervento per la componente considerata.

Il riferimento normativo per le soglie di anomalia per le acque superficiali è il D.Lgs. 172/2015.





12. AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO

Per “acqua sotterranea” si intende l'acqua che si trova al di sotto della superficie terrestre.

Quest'acqua si trova immagazzinata nei pori, fra i granuli dei terreni e, a seconda delle caratteristiche di permeabilità di questi ultimi, risulta più o meno libera di circolare (con evidenti ripercussioni in termini di possibilità di sfruttamento).

Per la normativa attualmente in vigore, sono significativi gli accumuli d'acqua contenuti nel sottosuolo, posti al di sotto del livello di saturazione permanente. Fra questi ricadono le falde freatiche e quelle profonde (in pressione o non) contenute in formazioni permeabili e, in via subordinata, le acque intrappolate entro formazioni permeabili con bassa o nulla velocità di flusso.

Le acque sotterranee, a seguito della realizzazione dell'infrastruttura in progetto, possono presentare essenzialmente due tipo di problemi:

- problemi di tipo qualitativo, connessi con il loro possibile inquinamento, di varia natura e differente causa;
- problemi di tipo quantitativo, connessi con variazioni del livello idrico nel sottosuolo a seguito dello sfruttamento delle falde o per l'intercettazione degli acquiferi da parte di manufatti, definitivi e/o provvisori. Conseguentemente, nei successivi paragrafi viene proposto un monitoraggio con finalità preventiva: tramite una serie di controlli saranno rilevati gli eventuali inquinamenti e le variazioni quantitative riconducibili all'opera in progetto, in modo da poter individuare gli interventi di contenimento e mitigazione da attuare prima che il fenomeno interessi i possibili ricettori.

12.1. Normativa di riferimento

Di seguito è riportato un elenco della normativa attualmente vigente a cui si ispira la definizione delle metodiche di indagine e la definizione dei limiti attribuibili ai parametri oggetto di indagine.

12.1.1. Normativa Comunitaria

Direttiva 2006/118/CE del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento

Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.

12.1.2. Normativa Nazionale

D.Lgs. 3 aprile 2006 n° 152 - Norme in materia ambientale

D.Lgs. 31 del 2 febbraio 2001, come modificato dal D.Lgs. n. 27 del 02/02/02 Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano

D.Lgs. 152 del 11 maggio 1999, come integrato e modificato dal D.lgs. 18 agosto 2000 n° 258, Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

D.M. 5/2/1988 come modificato dal D.M. 05/04/2006 n° 186 Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero, ai sensi degli articoli 31 e 33 del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22

L. 36 del 5 gennaio 1994 - Disposizioni in materia di risorse idriche.





12.2. Metodologia adottata

12.2.1. Metodiche di monitoraggio

A seconda delle zone oggetto di controllo (cantieri, aree interessate dalla costruzione di ponti, o trincee) e della tipologia di acquifero (complesso acquifero più superficiale, A0, o complesso acquifero A1) le cui acque potrebbero subire delle alterazioni delle caratteristiche quali-quantitative, sono state distinte le 3 differenti metodiche di monitoraggio descritte nei successivi paragrafi.

12.2.1.1. Metodica H1

La metodica H1 riguarda il monitoraggio, in corrispondenza dei manufatti, quali viadotti, ponti, spalle od opere in elevazione, che prevedono la realizzazione di fondazioni profonde, tipo pali e diaframmi.

In questo caso, i rilievi del livello piezometrico e i campionamenti per le analisi in situ e di laboratorio andranno effettuati in piezometri, di nuova realizzazione, aventi la stessa profondità delle nuove fondazioni profonde, in modo da valutare, nel loro complesso, le possibili interferenze connesse a tali lavorazioni.

12.2.1.2. Metodica H2

La metodica H2 riguarda il monitoraggio della falda più superficiale in corrispondenza dei tratti dove saranno realizzati manufatti scatolari e dreni sui rilevati. In questo caso, i rilievi del livello piezometrico e i campionamenti per le analisi in situ e di laboratorio andranno effettuati in piezometri, di nuova realizzazione, aventi profondità modesta, pari a quella degli scavi per la realizzazione della nuova infrastruttura.

12.2.1.3. Metodica H3

La metodica H3 riguarda il monitoraggio della falda in corrispondenza delle aree di cantiere, in cui, le eventuali alterazioni delle caratteristiche quali-quantitative possono riguardare solo le acque contenute nel primo sottosuolo. Per tale motivo, in questo caso, i rilievi del livello piezometrico e i campionamenti per le analisi in situ e di laboratorio andranno effettuati in piezometri, di nuova realizzazione, aventi modesta profondità (indicativamente 7÷8 m).

12.3. Articolazione temporale dei monitoraggi

12.3.1. Monitoraggio Ante Operam

In fase Ante Operam, della durata di un anno, il monitoraggio sarà così articolato:

- 4 campagne (a cadenza trimestrale) di rilievo dei livelli piezometrici in tutti i punti di controllo;
- 2 campagne (a cadenza semestrale), in tutti punti di controllo, di rilevamento dei parametri in situ e di analisi chimico-fisiche di laboratorio.

12.3.2. Monitoraggio in Corso d'Opera

Particolare attenzione andrà posta alla fase in Corso d'Opera che avrà durate differenti al variare delle opere oggetto di monitoraggio, in base a quanto previsto dal cronoprogramma delle opere, si è considerato, che:

- manufatti tipo ponti ed i diaframmi monitorati con piezometri tipo H1, saranno oggetto di lavorazioni che possono interferire con le acque sotterranee per una durata pari a 2 anni
- i manufatti scatolari e i tratti di rilevati con dreni, monitorati con piezometri tipo H2, saranno oggetto di lavorazioni che possono interferire con le acque sotterranee per una durata pari a 2 anni
- i cantieri, monitorati con piezometri tipo H3, saranno operativi per l'intero periodo di costruzione dell'infrastruttura, pari a 24 mesi.;
- Per il fronte avanzamento lavori è stata considerata, con riferimento ai siti puntuali, una durata pari a 6 mesi

In questa fase, il monitoraggio prevedrà campagne di rilievo dei livelli piezometrici, di rilevamento dei parametri in situ e di analisi chimico-fisiche di laboratorio, a cadenza:

- Tipo H1 e H2: cadenza bimestrale;
- Tipo H3: cadenza trimestrale.



12.3.3. Monitoraggio Post Operam

In fase Post Operam, della durata di un anno, il monitoraggio sarà così articolato:

- 4 campagne (a cadenza trimestrale) di rilievo dei livelli piezometrici in tutti i punti di controllo;
- 1 campagna, in tutti punti di controllo, di rilevamento dei parametri in situ e di analisi chimico-fisiche di laboratorio.

12.4. Criteri di scelta dei punti di misura

La localizzazione dei punti di monitoraggio, distinti in base alle metodiche descritte nel Paragrafo 12.2.1, è stata effettuata tenendo conto sia delle opere in progetto che delle caratteristiche idrogeologiche del territorio attraversato dall'infrastruttura.

Il monitoraggio, H2, è stato pianificato in corrispondenza degli scatolari e dei tratti di rilevato con dreni in cui le potenziali interferenze con gli acquiferi possono essere particolarmente evidenti.

Sulle relative tavole sono indicate le ubicazioni di 6 piezometri H2 (3 a monte e 3 a valle dell'infrastruttura di progetto).

Per la matrice ambientale oggetto di studio l'ubicazione dei punti di monitoraggio è stata realizzata in base a indicazioni di progetto relative al posizionamento dei cantieri, all'andamento del tracciato, oltre che alle caratteristiche idrogeologiche locali. Essa è pertanto ben definita e rappresentata sulla relativa cartografia; tuttavia, dovrà essere verificata con un sopralluogo ad hoc da effettuare preliminarmente alla fase AO.

Pertanto, per ogni punto su cui è previsto il monitoraggio, contestualmente al sopralluogo per l'ubicazione finale dei punti di monitoraggio, si verificheranno le seguenti condizioni:

- Verifica dell'accessibilità ai punti di misura, valutando l'eventuale necessità di realizzare ad hoc piste di accesso, per garantire la manovra sia di automezzi pesanti, gommati o cingolati finalizzati alla manutenzione periodica, sia di automezzi con le attrezzature dedicate alle misure in campo ed ai prelievi.
- Verifica dell'accessibilità futura al sito, nel caso in cui per l'area in oggetto sia prevista una diversa destinazione d'uso o una cessione a terzi o un'occupazione provvisoria per opere di cantiere.
- Verifica finalizzata ad individuare potenziali sorgenti inquinanti nell'ambito dell'area di interesse che potrebbero falsare i risultati del monitoraggio, con particolare riguardo alla loro posizione e distanza rispetto ai punti di controllo prescelti e rispetto alle modalità di deflusso idrico sotterraneo.
- Verifica che tra i punti di misura siano comprese tutte le opere e le attività di potenziale impatto connesse alla realizzazione dell'infrastruttura.
- Verifica della possibilità di mettere in opera una segnalazione chiara e visibile anche da lontano, non asportabile, che indichi la presenza del punto di misura.

Nel caso in cui, a seguito dei sopralluoghi in campo, non si verifichi una o più delle condizioni di fattibilità per l'ubicazione della postazione di misura sopradescritte, sarà necessario procedere ad una sua rilocalizzazione.

12.5. Modalità di esecuzione dei piezometri

Tutti i piezometri di nuova realizzazione dovranno essere eseguiti, a carotaggio continuo, secondo quanto previsto dall'allegato 2 della Parte IV, Titolo V del D.Lgs. 152/2006. Essi saranno costituiti da una batteria di tubi del diametro interno ϕ int di 100 mm, in metallo o PVC, giuntati in forma solidale fino all'ottenimento della

lunghezza richiesta e parzialmente microfessurati. La lunghezza dei tratti ciechi e microfessurati sarà, di volta in volta, stabilita in funzione della profondità della falda da monitorare. In ogni caso, in relazione alla possibile interferenza con inquinamenti superficiali, il tratto cieco e cementato dovrà sempre essere di almeno 3 m.

Le modalità di installazione saranno le seguenti:

- una volta eseguita la perforazione, prima di estrarre il rivestimento provvisorio si laverà l'interno del foro con abbondante acqua pulita;





- si introdurrà il tubo piezometrico, chiuso alla base con idonea puntazza, immorsandolo nel terreno di base, gettando poi nell'intercapedine tubo-rivestimento materiale granulare pulito ($\phi = 2 \div 4$ mm) fino a risalire di 1 m dalla estremità superiore del tratto finestrato, estraendo progressivamente il rivestimento senza l'ausilio della rotazione;
- si colmerà il tratto superiore dell'intercapedine con bentonite in pellets, fino alla quota prevista per la cementazione;
- Il tratto terminale (almeno 3 m) verrà cementato con una miscela di cemento e bentonite;
- l'estremità dei tubi sarà protetta con tappo avvitato;
- il terminale piezometrico sarà inserito in un pozzetto metallico con chiusura a lucchetto e chiave; il pozzetto dovrà essere cementato nel terreno.

Durante le operazioni di perforazione dovranno essere annotate tutte le informazioni desunte in fase di approfondimento e le relative misure effettuate. In particolare, oltre alla descrizione in dettaglio della stratigrafia, dovranno essere specificate note relative allo sviluppo delle opere idrauliche quali ad esempio, tipologia, lunghezza e dimensione delle aperture dei tratti finestrati, caratteristiche del materiale drenante, ecc., per le quali si provvederà anche alla rappresentazione grafica.

12.6. Modalità di rilievo del livello piezometrico

Il livello della falda sarà rilevato secondo le scadenze programmate utilizzando le sonde di livello e/o dalla lettura (scaricamento dei dati) della strumentazione di misura installata presso il presidio monitorato.

Il livello misurato verrà immediatamente registrato su una tabella appositamente predisposta, ove compaiano:

- progressiva dell'ubicazione del presidio;
- tipo di presidio monitorato;
- codifica del presidio monitorato;
- profondità del presidio monitorato dal piano campagna (quota testa tubo);
- data della misurazione;
- grandezza misurata;
- tipo di strumento utilizzato;
- unità di misura utilizzata;
- misura rilevata;
- identificativo dell'operatore.

I sistemi di misurazione di tipo automatico eventualmente impiegati, dovranno essere in grado di restituire i dati sopra elencati.

12.7. Modalità di campionamento per le analisi di laboratorio

Il prelievo dei campioni di acqua da sottoporre ad analisi chimica avverrà secondo le scadenze programmate per ciascun presidio; ogni campione avrà il volume richiesto dalle norme di riferimento. I risultati ottenuti verranno immediatamente registrati su una tabella appositamente predisposta, ove compaiano:

- progressiva dell'ubicazione del presidio;
- tipo di presidio monitorato;
- codifica del presidio monitorato;
- profondità del presidio monitorato dal piano campagna (quota testa pozzo);
- profondità di prelievo del campione;
- data della misurazione;
- parametri chimico-fisici misurati;





- tipo di strumento utilizzato;
- unità di misura utilizzata;
- grandezza misurata;
- identificativo dell'operatore.

Al fine delle analisi di laboratorio le acque presenti nel pozzo, in condizioni statiche, non sono rappresentative di quelle presenti nell'acquifero, è necessario pertanto eliminare l'acqua di ristagno, gli eventuali depositi accumulatisi tra un prelievo e l'altro e le varie impurità introdotte dall'esterno, tramite l'operazione di spurgo; preliminarmente alle operazioni di spurgo deve comunque essere effettuata, la verifica della presenza di liquidi in galleggiamento o sul fondo all'interno del pozzo e la misurazione del livello statico. Il campione prelevato, per essere rappresentativo delle caratteristiche delle acque sotterranee, non deve essere alterato da reazioni chimico-fisiche conseguenti all'azione stessa di campionamento.

È necessario evitare una contaminazione incrociata durante successivi campionamenti, provvedendo alla pulizia delle attrezzature con sostanze specifiche, oppure dedicando impianti di campionamento singoli per ogni pozzo.

Per le fasi di campionamento, immagazzinamento, trasporto e conservazione dei campioni, è necessario garantire:

- l'assenza di contaminazione derivante dall'ambiente circostante o dagli strumenti impiegati per il campionamento e prelievo;
- l'assenza di perdite di sostanze inquinanti sulle pareti dei campionatori o dei contenitori;
- la protezione del campione da contaminazione derivante da cessione dei contenitori;
- un'adeguata temperatura al momento del prelievo per evitare la dispersione delle sostanze volatili;
- un'adeguata temperatura di conservazione dei campioni;
- l'assenza di alterazioni biologiche nel corso dell'immagazzinamento e conservazione;
- l'assenza in qualunque fase di modificazioni chimico-fisiche delle sostanze;
- la pulizia degli strumenti e attrezzi usati per il campionamento, il prelievo, il trasporto e la conservazione.

12.8. Modalità di campionamento per le analisi in situ

Per il rilievo dei parametri in situ verrà prelevato un campione d'acqua dopo idoneo spurgo, analogamente a quanto indicato nel paragrafo precedente.

I parametri verranno quindi misurati mediante l'utilizzo di una sonda multi parametrica immersa direttamente nel contenitore al fine di disturbare il meno possibile il campione (soprattutto per la misurazione dell'ossigeno disciolto).

Le misurazioni effettuate verranno registrate sulle stesse schede su cui si riporta la misura del livello piezometrico.

12.9. Parametri da monitorare

La definizione dei parametri da utilizzare come indicatori di potenziale interferenza è stata fatta nell'ottica di definire un unico sistema di monitoraggio che non fosse così strettamente legato alla tipologia dell'interferenza, ma che comunque garantisse significatività, e, nello stesso tempo, predisporre un sistema di controllo semplice non solo nell'esecuzione in campo delle attività di campionamento, ma anche nel processo decisionale di definizione del programma di monitoraggio di corso d'opera e nel processo di analisi dei dati acquisiti per l'individuazione delle interferenze.

Si distinguono due tipologie di parametri:

- in situ e idrogeologici,
- chimico-fisici.





12.9.1. Parametri in situ e idrogeologici

I parametri da rilevare in loco sono:

- ossigeno disciolto,
- temperatura dell'aria,
- temperatura dell'acqua,
- potenziale redox,
- pH,
- conducibilità elettrica.

Tra le misure rilevate in situ vi è anche il livello statico.

Le misure in situ rivestono particolare importanza nell'ambito del monitoraggio in quanto consentono di verificare con immediatezza e facilità valori anomali dei parametri investigati, rispetto al normale range di variazione, o ai valori registrati in fase ante operam o acquisiti tramite bibliografia.

12.9.2. Parametri di laboratorio

I campionamenti e le successive analisi delle acque verranno eseguite secondo i metodi analitici per le acque stabiliti da APAT e IRSA - CNR (Manuali e linee guida 29/2003).

I punti di analisi dovranno essere catalogati inserendo le suddette caratteristiche:

- 1) coordinate (Gauss- Boaga);
- 2) stratigrafia dei terreni e segnalazione dei livelli saturi incontrati.

Le attrezzature di campionamento dovranno essere decontaminate prima dell'utilizzazione.

Dovranno essere usati contenitori nuovi.

Il D. Lgs. 152/2006 (nell'allegato 1 alla parte III) e s.m.i. stabilisce che, "per tutti i corpi idrici sotterranei selezionati il monitoraggio riguarda tutti i parametri di base riportati nella prima riga della seguente tabella. Nell'ambito del presente monitoraggio è previsto di integrare ed estendere la rilevazione dei suddetti parametri; per ciascuno dei punti di monitoraggio saranno rilevati i parametri indicati nella seguente tabella:

PARAMETRI	METODO DI ANALISI
IDROLOGICI / IDROMORFOLOGICI	
Livello idrico	
FISICO-CHIMICI (IN SITU)	
Conducibilità elettrica a 20°C	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003
Ossigeno disciolto	ASTM D888 Metodo B 12e1
pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
Portata volumetrica sorgenti	
Potenziale Redox	ASTM D1498 – 08
Soggiacenza statica	
Temperatura dell'acqua	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003
Temperatura dell'aria	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003
CHIMICI (LABORATORIO)	
D.Lgs. n. 152/2006 ss.mm.ii – PARTE IV Allegato 5	
Tabella 2 'Concentrazione soglia di contaminazione nelle acque sotterranee'	





METALLI	
Arsenico	EPA 6020B 2014
Cadmio	EPA 6020B 2014
Cromo totale	EPA 6020B 2014
Cromo VI	EPA7199 1996
Ferro	EPA 6020B 2014
Manganese	EPA 6020B 2014
Nichel	EPA 6020B 2014
Piombo	EPA 6020B 2014
Rame	EPA3051-3020
Zinco	EPA3051-3020
INQUINANTI INORGANICI	
Solfati	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	
Benzene	EPA 5030C 2003 +EPA 8260D 2018
Etilbenzene	EPA 5030C 2003 +EPA 8260D 2018
Toluene	EPA 5030C 2003 +EPA 8260D 2018
p-Xilene	EPA 5030C 2003 +EPA 8260D 2018

ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI	
1,1-Dicloroetilene	EPA 5030C 2003 +EPA 8260D 2018
1,2-Dicloroetano	EPA 5030C 2003 +EPA 8260D 2018
Clorometano	EPA 5030C 2003 +EPA 8260D 2018
Cloruro di vinile	EPA 5030C 2003 +EPA 8260D 2018
Esaclorobutadiene	EPA 5030C 2003 +EPA 8260D 2018
Tetracloroetilene	EPA 5030C 2003 +EPA 8260D 2018
Tricloroetilene	EPA 5030C 2003 +EPA 8260D 2018
Triclorometano	EPA 5030C 2003 +EPA 8260D 2018
Sommatoria organoalogenati	EPA 5030C 2003 +EPA 8260D 2018
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI	
1,1,2,2-Tetracloroetano	EPA 5030C 2003 +EPA 8260D 2018
1,1,2-Tricloroetano	EPA 5030C 2003 +EPA 8260D 2018
1,1-Dicloroetano	EPA 5030C 2003 +EPA 8260D 2018
1,2,3-Tricloropropano	EPA 5030C 2003 +EPA 8260D 2018
1,2-Dicloroetilene	EPA 5030C 2003 +EPA 8260D 2018
1,2-Dicloropropano	EPA 5030C 2003 +EPA 8260D 2018
ALTRE SOSTANZE	
Idrocarburi totali	EPA5021 3510 3620

Tabella 12.1 Parametri da determinare nei campioni di acqua sotterranea e relativa norma di riferimento



12.10. Valutazione dei dati di monitoraggio

I dati derivanti dal monitoraggio proposto consentiranno di caratterizzare gli acquiferi in esame.

Inizialmente, i rilievi fatti nei differenti punti, andranno messi a confronto tra di loro e paragonati ai dati bibliografici disponibili per verificare se vi è coerenza con le situazioni pregresse e se sussistono caratteristiche locali, eventualmente condizionate da precedenti attività, non rilevate durante il censimento, che hanno compromesso la qualità ambientale dei siti prima dell'inizio delle attività di costruzione.

Successivamente, per evidenziare le possibili variazioni qualitative e quantitative che potrebbero essere imputate alle lavorazioni in progetto, ogni dato verrà posto a confronto con le misure precedenti effettuate nello stesso punto d'indagine e si dovrà verificare se i valori derivanti dai rilievi ubicati a valle dell'infrastruttura siano coerenti con quelli effettuati a monte.

Inoltre, per quanto riguarda lo stato di inquinamento, sarà utile confrontare detti valori con i limiti dettati dall'Allegato 5 alla parte quarta del D.L.vo 152/06 con riferimento alla Tabella 2 relativa alle acque sotterranee, in modo da individuare quelle situazioni che richiedono approfondimenti nella comprensione dei fenomeni in atto e per il riconoscimento di eventuali problematiche esistenti. L'individuazione di superamenti rispetto ai valori tabellati comporta preliminarmente una verifica della corretta esecuzione del campionamento e dell'analisi; successivamente:

- Fase AO: acquisizione di tutti i dati bibliografici disponibili per verificare se tali superamenti sono connessi a situazioni pregresse o sono caratteristiche proprie dell'area o ad attività svolte recentemente non rilevate durante il censimento e che hanno compromesso la qualità ambientale dei siti prima dell'inizio delle attività di costruzione; in quest'ultimo caso si potranno effettuare rilievi integrativi e, in funzione dei risultati ottenuti, si valuterà l'eventuale necessità di procedere alla bonifica del sito prima del proseguimento delle attività di costruzione.
- Fase PO: si effettua il confronto con i dati AO per verificare se la situazione anomala fosse già presente, in tal caso si fa riferimento alle indagini eseguite in tale fase per una corretta interpretazione del dato. Qualora il dato avesse precedenti (ma non significativi per il valore assunto nella fase PO) o proprio non presentasse casi analoghi pregressi si indagheranno le attività di costruzione/cantiere svolte nel punto di campionamento e si valuteranno le azioni da intraprendere tra cui indagini integrative e successivamente, in base ai successivi risultati delle analisi di laboratorio, l'eventualità di procedere con interventi sulle modalità di costruzione, con l'interruzione dei lavori ed eventualmente con la bonifica dell'area.

12.11. Localizzazione dei monitoraggi

Nella tabella seguente viene riportato l'elenco dei punti indagati per il monitoraggio della componente acque sotterranee.

Codice punto	Metodica	Parametri da rilevare	pk	cantiere	AO			CO			PO		
					durata AO (anni)	Rilievi /anno AO	Tot AO	durata CO (anni)	Rilievi /anno CO	Tot CO	durata PO (anni)	Rilievi /anno PO	Tot PO
ASOT-01	H2	Parametri in situ e idrogeologici, chimico-fisici e metalli	1134	CO	1	4	4	2	6	12	1	4	4
ASOT-01	H2	Parametri in situ e idrogeologici, chimico-fisici e metalli	1214	CO	1	4	4	2	6	12	1	4	4



ASOT-03	H1	Parametri in situ e idrogeologici, chimico-fisici e metalli	1810	FAL	1	4	4	2	6	12	1	4	4
ASOT-04	H1	Parametri in situ e idrogeologici, chimico-fisici e metalli.	2070	FAL	1	4	4	2	6	12	1	4	4
ASOT-05	H1	Parametri in situ e idrogeologici, chimico-fisici e metalli	11200	CO	1	4	4	2	6	12	1	4	4
ASOT-06	H1	Parametri in situ e idrogeologici, chimico-fisici e metalli.	9180	CO	1	4	4	2	6	12	1	4	4

Tabella 12.2 Elenco dei punti di monitoraggio della componente acque sotterranee



13. SUOLO E SOTTOSUOLO

13.1. PREMESSA

Il suolo, definito come quello strato di terreno che si incontra nei primi due metri di scavo, è un'entità vivente molto complessa, in grado di assimilare elementi utili quali il carbonio e l'azoto, di degradare e mineralizzare i composti organici, di accumulare sostanze di riserva sotto forma di humus. Queste funzioni sono dovute all'innunerevole quantità di organismi micro e macroscopici che popolano il terreno e che intervengono attivamente con il loro metabolismo sulla composizione dello stesso, trasformandolo e rigenerandolo (Nappi, 2000).

Le principali funzioni sono:

- produttiva, intesa come capacità dei suoli di massimizzare la trasformazione di energia radiante in energia chimica; la sua conoscenza consente di individuare le aree più fertili, dove alte rese produttive possono ottenersi con un basso impatto ambientale (agricoltura ecosostenibile).
- protettiva, intesa come capacità dei suoli di essere filtro e tampone per gli agenti inquinanti, elemento di regolazione e distribuzione dei flussi idrici, fattore di mitigazione del rischio idrogeologico e dell'effetto serra.
- naturalistica, intesa come capacità di ospitare riserve biotiche, pedoflora, pedofauna e di trasmettere i segni della storia ecosistemica.

A seguito della realizzazione dell'infrastruttura in progetto, ricadente in un contesto territoriale a prevalente uso agricolo, oltre ad un'inevitabile perdita di suolo, laddove sono state ubicate le nuove infrastrutture, saranno possibili delle sue alterazioni strutturali, nelle aree prossime al tracciato, temporaneamente interessate dal cantiere e poi restituite al precedente utilizzo.

Proprio al fine di valutare le eventuali interferenze durante la realizzazione dell'opera, è necessario che per queste aree, prima e dopo l'insediamento dei cantieri, siano monitorate le caratteristiche chimico-fisiche che descrivono la capacità produttiva del suolo.

Come meglio descritto nei prossimi capitoli l'indagine ambientale sarà realizzata tramite:

- rilievi speditivi o trivellate in grado di evidenziare alcune caratteristiche peculiari;
- profili pedologici atti a definirne le caratteristiche salienti tramite il prelievo di campioni di suoli;
- analisi chimico-fisiche dei campioni di terreno.
- ispezioni periodiche dei cantieri.

Va specificato che il monitoraggio di seguito descritto non affronta la problematica di eventuali alterazioni o inquinamenti, sono connessi ad eventi accidentali che sono inquadrati all'interno del DM 152/06 e devono quindi seguire apposito iter.

13.2. Riferimenti normativi

Di seguito è riportato un elenco della normativa attualmente vigente a cui si ispira la definizione delle metodiche di indagine e la definizione dei limiti attribuibili ai parametri oggetto di indagine.

13.2.1. Normativa nazionale

D.Lgs. 3 aprile 2006 n° 152 Norme in materia ambientale





D.M. 13 settembre 1999: “Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo” e successive modifiche (Decreto 25.03.2002), in accordo con le normative previste dalla Società Italiana della Scienza del Suolo.

D.M. 5/2/1998 come modificato dal D.M. 05/04/2006 n° 186

Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero, ai sensi degli articoli 31 e 33 del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22

D.M. 01 agosto 1997: “Metodi ufficiali di analisi fisica del suolo”.

L. 253 del 7 agosto 1990: “Disposizioni integrative alla L. 18 maggio 1989 n° 183 recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”.

L. 183 18 maggio 1989: “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”.

13.3. Metodologie di rilevamento e campionamento

L'indagine della componente suolo e sottosuolo viene effettuata prevedendo un'unica metodica S1 che comprende due tipologie di operazioni in campo: il profilo e la trivellata.

I profili consistono in scavi della profondità di oltre 2 m in cui vengono descritti e campionati gli orizzonti, o successioni di strati; le trivellate sono un metodo d'indagine più speditivo, ma sicuramente efficace ai fini di una caratterizzazione del sito, che consente di individuare la sequenza di orizzonti ma anche di stabilire l'origine del suolo ed evidenziare una sua eventuale influenza antropica.

13.3.1. Trivellata

Il campionamento verrà realizzato mediante trivellata.

Le analisi verranno realizzate sull'unico campione che sarà prelevato nei primi 40 cm della carota (campione superficiale).

13.3.2. Profilo

Il campionamento verrà realizzato mediante profilo.

Le analisi verranno realizzate per ogni orizzonte individuato prelevandone un campione. Sarà inoltre acquisito un campione ad una profondità superiore ai 2 m per valutare le condizioni chimiche del sottosuolo. Profili differenti relativi allo stesso punto di monitoraggio (quello da effettuarsi prima dell'esecuzione dell'opera e quello che verrà fatto a lavori terminati) dovranno prevedere campionamenti alle medesime profondità.

13.4. Articolazione temporale dei monitoraggi

13.4.1. Monitoraggio Ante Operam

Lo scopo del monitoraggio, in fase Ante Operam (AO) è la caratterizzazione di suolo e sottosuolo, in quelle aree in cui è prevista un'interferenza di lunga durata (cantieri), valutandone anche l'idoneità per l'utilizzo agricolo.

Allo scopo, mediante un unico sopralluogo, saranno monitorati tutti i punti di misura precedentemente descritte e da ogni area sarà prelevato almeno un campione da sottoporre alle prove di laboratorio per la determinazione dei parametri chimici e fisico-chimici.

I rilievi in fase Ante Operam avranno anche lo scopo di permettere di adeguare le operazioni di asporto, stoccaggio e riporto alle caratteristiche di delicatezza del suolo e allo spessore dello strato di terreno vegetale.

13.4.2. Monitoraggio in Corso d'opera



In Corso d'Opera (CO) andranno previste solo ispezioni periodiche in cantiere, con l'ausilio di apposite liste di controllo finalizzate a verificare che le attività siano condotte con modalità idonee a non pregiudicare un corretto ripristino delle aree stesse (cadenza dei sopralluoghi semestrale).

Allo scopo saranno controllati con regolarità:

- il rispetto delle delimitazioni delle aree e del loro utilizzo in conformità a progetto;
- l'asporto a regola d'arte dello strato superficiale di terreno vegetale;
- il corretto stoccaggio temporaneo con particolare attenzione alla conservazione degli strati fertili superficiali;
- l'adeguato inerbimento dei cumuli da riutilizzare nei ripristini.

13.4.3. Monitoraggio Post Operam

Il monitoraggio Post Operam (PO) sarà limitato ad un'unica campagna volta a verificare il ripristino, nelle aree temporaneamente occupate dai cantieri, delle condizioni Ante Operam.

I punti di monitoraggio e le modalità previste saranno le stesse identificate per l'Ante Operam. in modo da rendere più agevole il confronto dei risultati ed evidenziare le eventuali alterazioni.

La capacità di utilizzo delle aree e la funzionalità delle stesse dovrà corrispondere alla situazione Ante Operam.

Qualora, invece, dovessero essere rilevati degli effetti negativi sul suolo, i dati ed i parametri acquisiti nel corso del monitoraggio potranno essere utilizzati:

- per accertare i danni arrecati;
- per evitare ulteriori peggioramenti;
- per la progettazione del ripristino.

13.5. Criteri di scelta dei punti di misura

L'ubicazione dei punti di monitoraggio passa attraverso l'individuazione delle aree di cantierizzazione da restituire all'utilizzo agricolo prossime al futuro tracciato. Scopo del presente piano, per quanto riguarda la componente suolo e sottosuolo, è, infatti, valutare l'interferenza, di lunga durata, prevista in queste aree, ed evidenziare le eventuali alterazioni delle caratteristiche chimico-fisiche di suolo e sottosuolo.

Il presente Piano ha individuato, complessivamente 5 punti di monitoraggio da indagare con la metodica descritta nel precedente paragrafo.

Per la matrice ambientale oggetto di studio, l'ubicazione dei punti di monitoraggio è stata realizzata in base a indicazioni di progetto relative al posizionamento dei cantieri e all'andamento del tracciato. Essa è pertanto ben definita e rappresentata sulla relativa cartografia; tuttavia dovrà essere verificata con un sopralluogo ad hoc da effettuare preliminarmente alla fase AO.

Per ogni punto su cui è previsto il monitoraggio, contestualmente al sopralluogo per l'ubicazione finale dei punti di monitoraggio, si verificheranno le seguenti condizioni:

- l'assenza di situazioni locali che possano disturbare le misure (presenza di una viabilità locale, poderale, cave, discariche ...);
- l'assenza di interventi connessi alla realizzazione dell'opera non previsti in fase di progettazione e che possono non consentire la ripetizione della misura in altre fasi di monitoraggio;
- il consenso della proprietà ad accedere al punto di prelievo;





Nel caso in cui un punto di monitoraggio previsto dal PMA non soddisfi in modo sostanziale una delle caratteristiche sopra citate, sarà scelta una postazione alternativa, ma pur sempre rappresentativa delle caratteristiche qualitative del suolo oggetto di studio, rispettando i criteri sopra indicati.

13.6. Campionamento

Per campione di suolo si intende una determinata quantità di materiale terroso che si preleva per scopi analitici da un orizzonte del profilo pedologico di una data unità tassonomica o cartografica, oppure da un suolo coltivato.

La qualità dei risultati delle analisi può essere fortemente compromessa da una esecuzione non corretta delle fasi di campionamento, immagazzinamento, trasporto e conservazione dei campioni, occorre quindi che ognuna di queste fasi sia sottoposta ad un controllo di qualità mirato a garantire:

- l'assenza di contaminazione derivante dall'ambiente circostante o dagli strumenti impiegati per il campionamento e prelievo;
- l'assenza di perdite di sostanze inquinanti sulle pareti dei campionatori o dei contenitori;
- la protezione del campione da contaminazione derivante da cessione dei contenitori;
- un'adeguata temperatura al momento del prelievo per evitare la dispersione delle sostanze volatili;
- un'adeguata temperatura di conservazione dei campioni;
- l'assenza di alterazioni biologiche nel corso dell'immagazzinamento e conservazione;
- l'assenza in qualunque fase di modificazioni chimico-fisiche delle sostanze;
- la pulizia degli strumenti e attrezzi usati per il campionamento, il prelievo, il trasporto e la conservazione.

13.7. Definizione degli indicatori e dei parametri da monitorare

Gli **indicatori** della qualità del suolo possono essere raccolti in tre gruppi.

Il primo gruppo di indicatori selezionati è costituito da alcuni parametri in grado di descrivere in particolare la capacità del suolo ad interagire con gli elementi che in esso sono contenuti o che ad esso vengono aggiunti o su di esso vengono distribuiti; fra questi il pH, la tessitura, la sostanza organica e la capacità di scambio cationico (CSC) rappresentano i caratteri base la cui variazione può condizionare fortemente il comportamento del suolo e, quindi, variare in modo consistente la capacità protettiva, filtrante o adsorbente del suolo nei confronti di sostanze potenzialmente inquinanti, sia per il suolo stesso, sia per l'acqua che il suolo contiene.

Il secondo gruppo di indicatori definisce invece il livello di concentrazione, e quindi eventualmente il grado di contaminazione, di alcuni fra gli elementi chimici che con maggiore facilità possono venire a contatto, e quindi possono essere accumulati, con il suolo a seguito delle pratiche di concimazione o difesa antiparassitaria normalmente eseguite in agricoltura; fra questi vi sono gli elementi nutritivi, azoto, fosforo e potassio, che vengono normalmente apportati con le concimazioni minerali ed organiche.

I metalli pesanti possono arrivare al suolo attraverso la distribuzione di fitofarmaci (rame, arsenico), di concimi minerali, di concimi organici, di liquami zootecnici (per la presenza di rame e zinco), ma soprattutto di fanghi di depurazione o di compost; in particolare oltre alla misura della quota totale di arsenico, cadmio, cromo, rame, mercurio, nichel, piombo e zinco, diventa sempre più importante conoscere anche la quota assimilabile per definire la loro potenziale mobilità e pericolosità ambientale.



I fitofarmaci, in particolare gli erbicidi ed i geodisinfestanti vengono distribuiti direttamente sul terreno per impedire lo sviluppo di malerbe e parassiti delle piante e sono costituiti per lo più da sostanze organiche a diversa biodegradabilità e quindi persistenza; il pericolo dovuto alla presenza di questi composti è rappresentato sia dalla possibilità di accumulo e quindi di tossicità per gli organismi del suolo, sia dal possibile trasporto alle acque superficiali mediante fenomeni di erosione e ruscellamento superficiale, sia dalla possibilità di percolazione ed inquinamento delle acque profonde in terreni con scarsa capacità di ritenzione. Per quanto riguarda gli erbicidi negli ultimi anni si è assistito alla progressiva sostituzione di prodotti di pre-semina o pre-emergenza con altri maggiormente selettivi, efficaci a dosi molto più basse e distribuibili in post-emergenza e quindi solo nel caso ci sia la necessità di contenere lo sviluppo di alcune malerbe.

I **parametri** da raccogliere per la componente suolo dovranno essere di tre tipi:

- Parametri stazionali dei punti di indagine, dati dall'uso attuale del suolo e dalle pratiche colturali precedenti all'insediamento del cantiere;
- Descrizione dei profili di suolo attraverso apposite schede, classificazione pedologica e prelievo dei campioni dei diversi orizzonti morfologici;
- Analisi di laboratorio per i campioni prelevati (campioni ambientali).

Le indagini (da realizzare facendo riferimento al DM del 13/09/1999 "Approvazione dei Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo") saranno effettuate nella fase ante operam, in quella in corso d'opera e in quella post operam, con il fine di poter effettuare il confronto degli esiti delle medesime e di poter trarre valutazioni circa gli eventuali interventi di mitigazione da porre in opera, anche in relazione alle soglie normative vigenti (D.Lgs 152/2006 e s.m.i.).

Durante tali attività si opererà secondo la normale tecnica di rilevamento dei suoli che, come previsto anche dalla manualistica ISPRA (Linee Guida per il trattamento dei suoli nei ripristini ambientali legati alle infrastrutture, Manuali e Linee Guida 65.2/2010, Roma) o del MiPAAF (E.Costantini, 2007, Metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici, CRA, Firenze), si fonda sulla descrizione in campo del profilo di suolo, aprendo una trincea fino a 150 cm, definendo gli orizzonti morfologici e alcuni parametri di campo, indispensabili per la classificazione dei suoli stessi. Verranno campionati gli orizzonti e determinati i parametri chimico fisici che permettono di valutare e classificare i suoli in accordo con le note classificazioni internazionali quali la Soil Taxonomy e la World Reference Base. La variabilità spaziale dei suoli dovrà essere valutata da un piano di rinforzo di indagine per mezzo di trivellate, che non verranno campionate ma solamente descritte.

Ai fini dello svolgimento delle indagini, dapprima si raccoglieranno le informazioni relative all'uso attuale del suolo, capacità d'uso, classificazione dei suoli e pratiche colturali precedenti all'insediamento del cantiere, usufruendo anche della cartografia dei suoli e cartografia derivata della Regione e di ARPA Calabria. Successivamente, la descrizione delle aree di monitoraggio integrerà le informazioni raccolte con la definizione dei seguenti parametri:

- coordinate geografiche del punto di indagine
- esposizione;
- pendenza;
- microrilievo;
- pietrosità superficiale;
- rocciosità affiorante;





- fenditure superficiali;
- vegetazione;
- stato erosivo;
- substrato pedogenetico.

13.7.1. Profilo pedologico

Il profilo pedologico, da realizzare in corrispondenza di ogni punto di indagine, comporterà la descrizione e la definizione degli orizzonti stratigrafici che caratterizzano il suolo e da alcune indagini di campo che saranno riportate nella scheda di descrizione dei profili di suolo.

La caratterizzazione del profilo pedologico ha come obiettivo la classificazione del suolo in accordo con le due classificazioni internazionali (Soil Taxonomy e WRB), attraverso una caratterizzazione dettagliata delle caratteristiche morfologiche dei diversi orizzonti individuati. La descrizione completa di tutte le caratteristiche degli orizzonti del suolo sarà la base per la predisposizione della scheda di presentazione del suolo, corredata da fotografia del profilo. Seguirà quindi il campionamento degli orizzonti stratigrafici per le analisi di laboratorio.

Lo scavo del profilo deve essere possibilmente orientato in modo tale che il sole lo illumini per l'intera sua profondità; in inverno è invece preferibile orientare il profilo in modo tale che sia completamente in ombra (ma non controluce), affinché le condizioni di illuminazione siano tali da non permettere mai l'intera illuminazione del profilo.

La larghezza standard del profilo è compresa fra 100 e 150 cm; per la lunghezza dello scavo si deve considerare minimo un valore pari a 150 cm, tenendo presente che una maggiore lunghezza garantisce migliori condizioni fotografiche.

Durante le operazioni di scavo, occorre accertarsi che l'operatore della pala meccanica separi il topsoil dal subsoil, così da poter richiudere il profilo mantenendo inalterata la successione degli orizzonti.

La superficie della sezione verticale del profilo deve essere, almeno in parte, preparata con spatole o coltelli adeguati, dopo le operazioni di scavo, per meglio individuare i limiti fra i diversi orizzonti e le differenze di colore; questa operazione può compiersi su due terzi della superficie del profilo. Si consiglia altresì di lavorare con un coltello la rimanente parte della superficie, per meglio cogliere l'aggregazione fra le particelle di suolo.

In campo, dopo aver accuratamente rifinito il profilo, si procede all'individuazione dei principali orizzonti morfologici ed alla descrizione di parametri quali la struttura, la consistenza e la plasticità, la presenza e l'abbondanza di radici (arboree e/o erbacee) e il loro diametro, lo scheletro, il colore della matrice in accordo al sistema delle Tavole di Munsell, il tipo ed il grado di aggregazione, la profondità e tipologia dei limiti tra gli orizzonti, la tessitura di campo, il pH e la presenza di carbonati mediante l'effervescenza con soluzione di HCl al 10%.

Estremamente importante è la fotografia del profilo pedologico, scattata in duplice copia prima di procedere alla compilazione della scheda di campagna. A proposito della descrizione del profilo del suolo è opportuno rammentare ancora quanto segue:

- nella descrizione del colore occorre porsi con il sole alle spalle ed osservare campioni di suolo di dimensioni piuttosto importanti, così da riuscire a cogliere i diversi colori che il suolo presenta e definire colore di matrice e colore di eventuali screziature;
- il giudizio su ogni carattere del suolo deve essere fornito dallo stesso rilevatore per tutti gli orizzonti;





- si deve sempre effettuare il disegno del profilo colorandolo per strofinamento con particelle di suolo dei diversi orizzonti;
- occorre interrogare con cura il conduttore del fondo, o in sua assenza il tecnico referente, circa le produzioni agrarie ottenute da quel suolo rispetto ad altri suoli che egli conosce. Domande devono anche essere fatte per le pratiche agricole attuate;
- registrare sulla scheda, se possibile, particolari curiosi che possono permettere, anche a distanza di anni, di ricordare l'osservazione.

Descritte tutte le caratteristiche del profilo, si può procedere al campionamento degli orizzonti del suolo. Tale operazione si svolge a partire dall'orizzonte più profondo verso quello di superficie per evitare la commistione di particelle di orizzonti diversi.

Descrizione Parametro	Metodo
pH in acqua	DM 13/09/1999 SO N° 185 GU N°248 21/10/1999 MET. III.1 DM 25/03/2002 GU N°84 10/04/2002
Sabbia (2 mm > ϕ > 50 μ m)	DM 13/09/1999 SO N° 185 GU N°248 21/10/1999 MET. II.6 DM 25/03/2002 GU N°84 10/04/2002
Limo (50 μ m > ϕ > 2 μ m)	DM 13/09/1999 SO N° 185 GU N°248 21/10/1999 MET. II.6 DM 25/03/2002 GU N°84 10/04/2002
Argilla (ϕ)	DM 13/09/1999 SO N° 185 GU N°248 21/10/1999 MET. II.6 DM 25/03/2002 GU N°84 10/04/2002
Calcare	DM 13/09/1999 SO N° 185 GU N°248 21/10/1999 MET. V.1
Carbonio organico (Walkley-Black)	DM 13/09/1999 SO N° 185 GU N°248 21/10/1999 MET. VII.3 DM 25/03/2002 GU N°84 10/04/2002
Azoto	DM 13/09/1999 SO N° 185 GU N°248 21/10/1999 MET. XIV.2+XIV.3 DM 25/03/2002 GU N°84 10/04/2002
Rapporto C/N	DM 13/09/1999 SO N° 185 GU N°248 21/10/1999 MET. VII.3+XIV.2+XIV.3 DM 25/03/2002 GU N°84 10/04/2002
Fosforo assimilabile (Olsen)	DM 13/09/1999 SO N° 185 GU N°248 21/10/1999 MET. XV.3 DM 25/03/2002 GU N°84 10/04/2002
Capacità di scambio cationico (CSC)	USDA SSIR N°42 VER.4.0 11/2004

Tabella 13.1 Elenco dei parametri per le analisi pedologiche dei suoli

13.7.2. Campioni ambientali

Per ogni profilo saranno selezionati tra gli orizzonti definiti e descritti uno rappresentativo dello strato superficiale (20-50cm) e uno rappresentativo dello strato profondo (70-100cm); ciascuno di questi 2 orizzonti deve essere campionato ed analizzato per i seguenti parametri:

Descrizione Parametro	Metodo
Scheletro	DM 13/09/1999 SO N° 185 GU N°248 21/10/1999 MET. II.1
Residuo secco 105°C	CNR IRSA 2 Q 64 VOL 2 1984
Arsenico	UNI EN 16174:2012 MET.A+UNI EN 16170:2016
Cadmio	DM 13/09/1999 SO N° 185 GU N°248 21/10/1999 MET. XI.2
Cobalto	UNI EN 16174:2012 MET.A+UNI EN 16170:2016
Cromo	DM 13/09/1999 SO N° 185 GU N°248 21/10/1999 MET. XI.2
Cromo esavalente	CNR IRSA 16 Q 64 VOL 3 1986
Nichel	DM 13/09/1999 SO N° 185 GU N°248 21/10/1999 MET. XI.2
Rame	DM 13/09/1999 SO N° 185 GU N°248 21/10/1999 MET. XI.2
Mercurio	UNI EN 16174:2012 MET.A+UNI EN ISO 16175-2:2016



Piombo	DM 13/09/1999 SO N° 185 GU N°248 21/10/1999 MET. XI.2
COMPOSTI AROMATICI come somma da (A) a (D)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Benzene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Etilbenzene (A)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Stirene (B)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Toluene (C)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Xilene (m+p) (D)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
I.P.A. (Idrocarburi Policiclici Aromatici) come somma da (A) a (L)	UNI EN 15527:2008
Benzo[a]antracene (A)	UNI EN 15527:2008
Benzo[a]pirene (B)	UNI EN 15527:2008
Benzo(b)fluorantene (C)	UNI EN 15527:2008
Benzo(k)fluorantene (D)	UNI EN 15527:2008
Benzo[ghi]perilene (E)	UNI EN 15527:2008
Crisene (F)	UNI EN 15527:2008
Dibenzo(a,e)pirene (G)	UNI EN 15527:2008
Dibenzo(a,l)pirene (H)	UNI EN 15527:2008
Dibenzo(a,i)pirene (I)	UNI EN 15527:2008
Dibenzo(a,h)pirene (L)	UNI EN 15527:2008
Dibenzo[a,h]antracene	UNI EN 15527:2008
Indeno[1,2,3-cd]pirene	UNI EN 15527:2008
Pirene	UNI EN 15527:2008
Idrocarburi pesanti C>12 (somma da C13 a C40)	UNI EN ISO 16703:2011
Idrocarburi leggeri C<=12 (somma da C5 a C12)	EPA 5021A 2003+EPA 8015D 2003

Tabella 13.2 Elenco dei parametri per le analisi chimiche dei suoli

13.8. Localizzazione dei monitoraggi

Nella tabella seguente viene riportato l'elenco dei punti da indagare.

Codice punto	Metodica	Parametri da rilevare	cantiere	AO			CO			PO		
				(anni)	rilevi/ anno AO	Tot AO	durata CO (anni)	rilevi/ anno CO	Tot CO	durata PO (anni)	rilevi/ anno PO	Tot PO
PEDO-01	S1	Parametri generali suolo, parametri fisici in campo, chimico- fisici, chimici	C.O.01	1	1	1	2	2	4	1	1	1
PEDO-02	S1	Parametri generali suolo, parametri fisici in campo, chimico- fisici, chimici	C.O.02	1	1	1	2	2	4	1	1	1

Tabella 13.3 Elenco dei punti di monitoraggio per la componente suolo e sottosuolo

13.9. Valutazione dei dati di monitoraggio

I dati derivanti dal monitoraggio proposto consentiranno di caratterizzare il suolo e il sottosuolo in esame.



Inizialmente, i rilievi fatti nei differenti punti, andranno messi a confronto tra di loro e paragonati ai dati bibliografici disponibili per verificare se vi è coerenza con le situazioni pregresse e se sussistono caratteristiche locali, eventualmente condizionate da precedenti attività, non rilevate durante il censimento, che hanno compromesso la qualità ambientale dei siti prima dell'inizio delle attività di costruzione.

Successivamente, per evidenziare le possibili variazioni qualitative e quantitative che potrebbero essere imputate alle lavorazioni in progetto, ogni dato verrà posto a confronto con le misure precedenti effettuate nello stesso punto d'indagine.

Inoltre, per quanto riguarda lo stato di inquinamento, sarà utile confrontare detti valori con i limiti dettati dalla Tabella 1, dell'Allegato 5 alla Parte quarta del D.L.vo 152/06 con riferimento siti ad uso verde pubblico, verde privato e residenziale (colonna A).

L'individuazione di superamenti rispetto ai valori tabellati comporta preliminarmente una verifica della corretta esecuzione del campionamento e dell'analisi; successivamente:

- Fase AO: acquisizione di tutti i dati bibliografici disponibili per verificare se tali superamenti sono connessi a situazioni pregresse o sono caratteristiche proprie dell'area o ad attività svolte recentemente non rilevate durante il censimento e che hanno compromesso la qualità ambientale dei siti prima dell'inizio delle attività di costruzione; in quest'ultimo caso si potranno effettuare rilievi integrativi e, in funzione dei risultati ottenuti, si valuterà l'eventuale necessità di procedere alla bonifica del sito prima del proseguimento delle attività di costruzione.
- Fase PO: si effettua il confronto con i dati AO per verificare se la situazione anomala fosse già presente, in tal caso si fa riferimento alle indagini eseguite in tale fase per una corretta interpretazione del dato. Qualora il dato avesse precedenti (ma non significativi per il valore assunto nella fase PO) o proprio non presentasse casi analoghi pregressi si indagheranno le attività di costruzione/cantiere svolte nel punto di campionamento e si valuteranno le azioni da intraprendere tra cui indagini integrative e successivamente, in base ai successivi risultati delle analisi di laboratorio, l'eventualità di procedere con interventi sulle modalità di costruzione, con l'interruzione dei lavori ed eventualmente con la bonifica dell'area.





14. VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI

La realizzazione del Ponte Buonamico comporterà un'alterazione temporanea di superficie e conseguentemente della vegetazione presente nelle fasi di cantiere per una fascia di ampiezza di circa 20 m per tutta la lunghezza del ponte (465 m) pari ad una superficie di 9300 mq. Mentre l'intervento una volta concluso determina una sottrazione permanente conseguente dalla presenza dei piloni sia sul greto sia sulle sponde. In particolare la sottrazione permanente di habitat riguarderà gli habitat comunitari non prioritari 3250 e 3270 propri del greto della Fiumara, mentre l'intervento non interessa l'Habitat 9340 presente in sponda destra.

La presenza dei 9 piloni sul greto e delle spalle, comporteranno una perdita di superficie pari a 685 mq di cui 517 mq attribuibile al mosaico di habitat 3250 e 3270.

- L'intervento certamente determinerà l'asportazione di specie psammofile quali *Xanthium strumarium* L., *Erianthus ravennae* (L.) Beauv *Helychrysum italicum*, *Chenopodium*, *Inula viscosa* tipiche del greto fluviale, ma considerando che:
 - tali specie risultano comuni,
 - le superficie interferite saranno ripristinate quasi completamente al termine dei lavori (ad esclusione delle superfici sottratte dal basamento dei piloni;
 - la sottrazione permanente è limitata a 517 mq,
 - la significatività di tale incidenza si può considerare bassa.

Le restanti attività previste (rettifica della viabilità esistente a partire dal centro abitato di San Luca su Via Martorano, per uno sviluppo complessivo del tracciato di 2.075,042 m e le due aree di cantiere base) non determineranno sottrazione di vegetazione di pregio conservazionistico ma si attesteranno su ex coltivi. Dal punto di vista faunistico la medesima area d'intervento si configura come un ambiente prevalentemente attrattivo per la fauna maggiormente opportunistica, in grado, cioè, di tollerare la vicinanza con l'uomo e il relativo disturbo.

Le attività di monitoraggio saranno dunque indirizzate ai seguenti parametri/indicatori:

- vegetazione e flora:
 - presenza di specie infestanti in aree di lavorazione;
 - riuscita dell'insieme delle opere a verde di inserimento ambientale e paesaggistico;
 - monitoraggio di vegetazione esistente non interferita ma avvicinata dalle attività di cantiere;
- fauna:
 - mortalità faunistica conseguente alla presenza della nuova strada;
 - funzionalità/efficacia dei varchi faunistici;
- ecosistemi:
 - monitoraggio del consumo di eco mosaico in fase di cantiere.

14.1. Vegetazione e flora

14.1.1. Premessa

L'obiettivo del monitoraggio ambientale di flora e vegetazione è la verifica sia degli effetti sulla vegetazione dovuti alla realizzazione dell'opera, soprattutto in termini di controllo delle infestanti esotiche, sia della corretta realizzazione ed evoluzione degli interventi di mitigazione e compensazione previsti per l'inserimento ambientale del progetto.

Infatti nel caso in cui in Corso d'Opera o Post Operam dovessero verificarsi degli effetti impreveduti, negativi sulla vegetazione o qualora gli interventi di mitigazione e compensazione non dovessero ottenere i risultati





previsti, sulla base delle indagini descritte si potranno pianificare azioni per contenere gli effetti o ripianificare gli interventi di inserimento ambientale del progetto.

14.1.2. Riferimenti normativi

- Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale (2004): Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere di cui alla Legge Obiettivo (Legge 21.12.2001, n.443);
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 27 dicembre 1988 “Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M. 10 agosto 1988, n. 377”;
- Direttiva n. 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche;
- Legge 8 agosto 1985, n. 431 “Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale”;
- Legge 6 dicembre 1991, n. 394 “Legge quadro sulle aree protette”;
- Legge 9 dicembre 1998, n. 426 “Nuovi interventi in campo ambientale”;
- Testo coordinato DPR n. 357 del 8 settembre 1997 e sue modificazioni (D.M. del 20 gennaio 1999 e DPR n. 120 del 12 marzo 2003). Il testo è completo dei relativi Allegati A, B, C, D, E, F, G;
- Ministero Ambiente D.M. 20 gennaio 1999 (G.U. n. 32 del 9 febbraio 99): modifiche degli elenchi delle specie e degli habitat (All. A e B DPR 357/97);
- Legge 23 marzo 2001, n. 93 “Disposizioni in campo ambientale” pubblicata nella (G.U. n. 79 del 4 aprile 2001);
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio D.M. 3 settembre 2002 “Linee guida per la gestione dei siti della Rete Natura 2000” (G.U. n. 224 del 24 settembre 2002);
- DPR n. 120 – 12 marzo 2003 (G.U. n. 124 del 30 maggio 2003): “Regolamento recante modifiche ed integrazioni al DPR 357/97 del 8 settembre 1997 concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche;
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42: “Codice dei beni culturali e del paesaggio”, ai sensi dell’articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137. (GU n. 45 del 24-2-2004) e ss.mm.ii.;
- Decreto-Legge 16 agosto 2006, n. 251: Disposizioni urgenti per assicurare l'adeguamento dell'ordinamento nazionale alla direttiva 79/409/CEE in materia di conservazione della fauna selvatica. (GU n. 191 del 18-8-2006);
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare D.M. del 11 giugno 2007 “Modificazioni agli allegati A, B, D ed E del Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, e successive modificazioni, in attuazione della direttiva 2006/105/CE del Consiglio del 20 novembre 2006, che adegua le direttive 73/239/CEE, 74/557/CEE e 2002/83/CE in materia di ambiente a motivo dell'adesione della Bulgaria e della Romania” (Supplemento ordinario n. 150 alla G.U. n. 152 del 3 luglio 2007);
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare D.M. 17 ottobre 2007 “Criteri minimi uniformi per la definizione di misure di conservazione relative a Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e a Zone di Protezione Speciale (ZPS)” (G.U. Serie generale n. 258 del 6.11.07).

14.1.3. Metodologie di rilevamento e campionamento

14.1.3.1. F1 – Sorveglianza delle specie infestanti esotiche

La sorveglianza delle specie esotiche infestanti viene inserita nel piano di monitoraggio ambientale con l’obiettivo di verificare, nel modo più diretto e puntuale, le interferenze determinate dai lavori nella fascia a contatto con l’attività di cantiere. Il controllo oltre a verificare l’eventuale espansione di specie già presenti





in loco garantisce una vigilanza su potenziali nuove presenze, che possono verificarsi con facilità visto l'elevato movimento di mezzi e di terra.

L'indagine si avvale di rilevamenti speditivi con elencazione delle specie infestanti presenti e una valutazione, sui diversi settori individuati, della copertura della specie stessa. Le classi di abbondanza e dominanza sono quelle individuate dal metodo fitosociologico.

14.1.3.2. F2 - Controllo della efficienza degli interventi di mitigazione/compensazione

La verifica dell'efficienza delle misure di mitigazione ha lo scopo di valutare, nel medio periodo, il livello raggiunto dagli interventi di piantumazione sia in relazione all'affermazione dell'impianto (tasso di mortalità) che allo sviluppo dell'apparato epigeo degli individui arborei ed arbustivi, offrendo indicazioni per eventuali interventi di reintegro delle fallanze.

La verifica dell'efficienza degli interventi di mitigazione verrà determinata mediante sopralluoghi puntuali in aree campione rappresentative di tutte le tipologie realizzate. In particolare si effettueranno:

- il riconoscimento delle specie al fine di valutare se le opere sono state eseguite correttamente come specificato negli elaborati di progetto e di valutare il livello della risposta positiva in relazione alla diversità ecologica delle singole specie;
- il calcolo degli esemplari vivi e morti di ogni singola specie, definendo il tasso di mortalità specifico e complessivo in modo da valutare la sensibilità specie-specifica in relazione al nuovo ambiente pedoclimatico e la percentuale di attecchimento dell'impianto;
- la misurazione dell'altezza e del diametro delle specie arboree quali parametri dendrometrici fondamentali per valutare l'accrescimento specifico. La correlazione con dati bibliografici descrittivi di stadi naturali o di impianti analoghi potrà fornire indicazioni in merito alla corretta evoluzione dell'impianto;
- misurazioni speditive sullo sviluppo del fogliame, sulla produzione di gemme e sul colore delle foglie, quali parametri rappresentativi delle condizioni fisiologiche e di sviluppo delle diverse specie per determinare, negli anni successivi al primo, l'evoluzione dello stress vegetativo post trapianto.

14.1.3.3. F6- Monitoraggio di formazioni vegetali preesistenti prossime all'infrastruttura ma non interferite

Questa tipologia di monitoraggio è prevista al fine di tutelare lo stato qualitativo di aree a vegetazione naturale o naturaliforme non interferite direttamente dalle attività di cantiere ma in prossimità dei siti di lavorazione.

La scelta delle aree da monitorare è stata effettuata in base ai seguenti criteri:

- Significatività delle formazioni monitorate in quanto, pur presentando limitate estensioni e carattere residuale, risultano inserite in un ambiente fortemente antropizzato (contesto agricolo);
- Potenziale sensibilità in quanto, pur non essendo direttamente interferite, risultano prossime alle aree d'intervento.

In corrispondenza delle stazioni di monitoraggio verrà effettuata una caratterizzazione floristica in fase ante-operam, da verificare in corso d'opera e in fase post-operam.

Tale monitoraggio potranno portare all'identificazione di misure correttive per la conservazione delle formazioni monitorate.

14.1.4. parametri da monitorare

I parametri presi in considerazione e da rilevare in campo in sede di monitoraggio vengono di seguito elencati

14.1.4.1. F1 - Per il controllo delle infestanti esotiche

- elenco specie infestanti presenti;
- copertura percentuale espressa in classi del 10% (abbondanza e dominanza).



*14.1.4.2. F2 - Per la verifica dell'efficienza degli interventi di mitigazione/compensazione*

- riconoscimento delle specie oggetto di piantumazione;
- calcolo degli esemplari vivi e morti di ogni singola specie piantumata;
- misurazione dell'altezza e del diametro delle specie piantumate;
- misurazioni sullo sviluppo del fogliame, produzione di gemme, colore delle foglie.

14.1.4.3. F6 – Per il monitoraggio di vegetazione esistente prossima al tracciato

- indicatori geografici e stazionali;
- parametri pedologici;
- caratteristiche fisionomiche e di struttura della vegetazione;
- indicatori di presenza di interventi e di fenomeni di degrado a carico del soprassuolo;
- parametri fitosociologici.

*14.1.5. Localizzazione dei monitoraggi e ubicazione dei punti di misura**14.1.5.1. F1 - Per il controllo delle infestanti esotiche*

Questa tecnica di monitoraggio è estesa alle aree interessate da campo base o area tecnica, che per l'elevata movimentazione di mezzi, materiali provenienti da scavi e approvvigionamenti esterni potrebbero rappresentare una potenziale fonte di ingressione di specie esotiche.

14.1.5.2. F2 - Verifica dell'efficienza degli interventi di mitigazione/compensazione

La verifica dell'efficienza degli interventi di mitigazione e compensazione verrà determinata mediante sopralluoghi puntuali in aree campione rappresentative di tutte le tipologie vegetazionali realizzate. All'interno di tali aree, il monitoraggio è previsto per ogni tipologia presente per l'intero tratto di sviluppo.

*14.1.5.3. F6 - monitoraggio di vegetazione esistente prossima al tracciato**14.1.6. Articolazione temporale dei monitoraggi**14.1.6.1. Monitoraggio Ante Operam*

In fase di monitoraggio in ante-operam (AO) è previsto: il monitoraggio delle specie infestanti esotiche volto a definire lo stato iniziale e da eseguirsi in una unica campagna di rilievi da condursi nel periodo primaverile-estivo (maggio-luglio); il monitoraggio delle aree a vegetazione naturale avvicinate ma non interferite dal tracciato, anche in questo caso in unica campagna in periodo primaverile-estivo (maggio-luglio)

14.1.6.2. Monitoraggio in Corso d'Opera

In fase di monitoraggio in corso d'opera (CO) sono state previste: replica delle attività di monitoraggio previste in ante-operam, da effettuarsi mediante 1 campagna all'anno in periodo primaverile-estivo (maggio-luglio).

14.1.6.3. Monitoraggio Post Operam

I punti di monitoraggio per PO saranno ripetuti, per le metodiche F1 e F6, sui medesimi punti selezionati per la fase AO e CO, con le stesse modalità e avranno durata di 2 anni. Per la metodica F2, il monitoraggio verrà ripetuto per 3 anni al fine di verificare l'effettiva efficienza mitigativa degli interventi di progetto.

14.1.6.4. Riepilogo dei punti di monitoraggio

Nella tabella seguente si riporta una sintesi dei punti di monitoraggio e dell'articolazione temporale delle attività per la componente Vegetazione e Flora.





Codice punto	Metodica	Parametri da rilevare	AO			CO			PO		
			durata AO (anni)	rilevi/ anno AO	Tot AO	durata CO (anni)	rilevi/ anno CO	Tot CO	durata PO (anni)	rilevi/ anno PO	Tot PO
VEGE_01	F2	Monitoraggio caratteristiche vegetazione prossima alle aree di lavorazione	1	1	1	2	1	2	3	1	3
VEGE-02	F2	Monitoraggio caratteristiche vegetazione prossima alle aree di lavorazione	1	1	1	2	1	2	3	1	3

Tabella 14.1 riepilogo dei punti di monitoraggio per la componente vegetazione e flora

14.2. Fauna

Il progetto di monitoraggio si propone come strumento di conoscenza delle potenziali interferenze tra le comunità faunistiche presenti nell'area di studio e l'infrastruttura di progetto, e si prefigge di essere strumento operativo di supporto in termini di prevenzione delle cause di degrado nei confronti delle classi di particolare vulnerabilità ovvero uccelli, localmente la fauna macrobentonica e fauna terrestre che più di altri taxa può risentire dell'effetto "barriera distributiva" generato dalle infrastrutture lineari.

14.2.1. Riferimenti normativi

- Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale (2004): Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere di cui alla Legge Obiettivo (Legge 21.12.2001, n.443);
- Direttiva 2009/147/CE del 30 novembre 2009 concernente la conservazione degli uccelli selvatici (modificazioni alla Dir. 79/409/CE);
- Direttiva "Habitat" 92/43/CE del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche;
- Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque;
- Legge 8 agosto 1985, n. 431 "Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale";
- Legge 6 dicembre 1991, n. 394 "Legge quadro sulle aree protette";
- DPR n. 357 – 8 settembre 1997 (G.U. n. 219 – 23 ottobre 1997): "Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche";
- Legge 9 dicembre 1998, n. 426 "Nuovi interventi in campo ambientale";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 27 dicembre 1988 "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M. 10 agosto 1988, n. 377";
- Ministero Ambiente D.M. 20 gennaio 1999 (G.U. n. 32 del 9 febbraio 99): modifiche degli elenchi delle specie e degli habitat (All. A e B DPR 357/97);
- Legge 23 marzo 2001, n. 93 "Disposizioni in campo ambientale" pubblicata nella (G.U. n. 79 del 4 aprile 2001);





- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio D.M. 3 settembre 2002 "Linee guida per la gestione dei siti della Rete Natura 2000" (G.U. n. 224 del 24 settembre 2002);
- DPR n. 120 – 12 marzo 2003 (G.U. n. 124 del 30 maggio 2003): "Regolamento recante modifiche ed integrazioni al DPR 357/97 del 8 settembre 1997 concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche;
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42: "Codice dei beni culturali e del paesaggio", ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137. (GU n. 45 del 24-2-2004) e ss.mm.ii.;
- Decreto-Legge 16 agosto 2006, n. 251: Disposizioni urgenti per assicurare l'adeguamento dell'ordinamento nazionale alla direttiva 79/409/CEE in materia di conservazione della fauna selvatica. (GU n. 191 del 18-8-2006);
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare D.M. del 11 giugno 2007 "Modificazioni agli allegati A, B, D ed E del Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, e successive modificazioni, in attuazione della direttiva 2006/105/CE del Consiglio del 20 novembre 2006, che adegua le direttive 73/239/CEE, 74/557/CEE e 2002/83/CE in materia di ambiente a motivo dell'adesione della Bulgaria e della Romania" (Supplemento ordinario n. 150 alla G.U. n. 152 del 3 luglio 2007);
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare D.M. 17 ottobre 2007 "Criteri minimi uniformi per la definizione di misure di conservazione relative a Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e a Zone di Protezione Speciale (ZPS)" (G.U. Serie generale n. 258 del 6.11.07);
- Ministero dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare Decreto 8 novembre 2010, n. 260 "Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo".

14.2.2. Fauna macrobentonica

Nell'ambito della rete ecologica il monitoraggio sul "sistema delle connessioni" risulta essere multidisciplinare. Infatti, se nell'ambito del monitoraggio delle acque superficiali vengono condotte anche le analisi qualitative mirate al calcolo dell'indice STAR_ICMi, in quello riferito al monitoraggio dei sistemi di vegetazione ripariale viene espresso l'Indice di Qualità Morfologica di monitoraggio (IQMm) che costituisce l'evoluzione dell'IFF. I riferimenti metodologici per il calcolo dell'indice STAR_ICMi e dell'Indice di Qualità Morfologica di monitoraggio (IQMm) sono compresi nel monitoraggio delle acque superficiali, cui si rimanda per gli approfondimenti.

Il monitoraggio dei più significativi elementi della rete ecologica viene programmato al fine di garantire la continuità nella funzionalità di quegli elementi strategici di connessione ambientale durante le attività necessarie per la realizzazione del progetto.

Nel complesso, pertanto, l'attività proposta deve caratterizzare e monitorare, dal punto di vista delle funzionalità, le aree strategiche precedentemente individuate.

A seguito della verifica dello stato dei luoghi sarà definito l'Indice di Qualità Morfologica di monitoraggio (IQMm) di alcuni corridoi significativi per elementi strutturali o per attività di progetto; tale indicatore sarà associato all'indice STAR_ICMi, per la valutazione ecologica delle acque superficiali.

14.2.3. F2-Uccelli

La metodologia adottata per la caratterizzazione delle specie nidificanti e di quelle svernanti è quella dei punti di ascolto (Point counts), sul conteggio delle specie tramite osservazioni standard (Direct count) e degli individui al canto (Vocal individuality count), in corrispondenza delle stazioni di campionamento stabilite.





Il metodo di rilievo sulle specie di uccelli terrestri nidificanti e svernanti, in continuità con il monitoraggio eseguito in fase di progettazione definitiva, che verrà applicato è l'EFP (méthode des Echantillonnages Fréquentiels Progressifs - metodo dei censimenti frequenziali progressivi; Blondel 1975, 1977). Questo metodo è definito progressivo poiché la qualità delle informazioni ricavate diviene sempre più fedele alla realtà con l'aumentare del numero dei rilevamenti. Attraverso l'EFP si può determinare la frequenza e quindi la distribuzione di una specie in un ambiente. Per ogni specie sarà espressa la frequenza relativa, detta anche frequenza centesimale.

Gli indicatori che saranno elaborati per il monitoraggio sono i seguenti:

- Indice di ricchezza in specie (S);
- Calcolo frequenza percentuale (EFP);
- Numero medio di specie per stazione, deviazione standard, numero minimo e massimo;
- Indice Valore Ornitologico-Conservazionistico (IVO).
- Indice di Shannon-Wiener (indice di diversità);
- Indice di Pielou (indice di equiripartizione o evenness).

Per quanto riguarda questa categoria sistematica, il presente progetto esecutivo prevede un protocollo di intervento riassumibile in 2 azioni:

- monitoraggio delle specie nidificanti, nel periodo gennaio-febbraio, con definizione della check list di riferimento e delle abbondanze relative;
- monitoraggio delle specie svernanti, nel periodo maggio-giugno, con definizione della check list di riferimento e delle abbondanze relative.

Durante la stagione riproduttiva vengono realizzati dei censimenti finalizzati al rilevamento dell'ornitocenosi presente utilizzando le metodologie dei point counts (censimenti puntiformi per punti d'ascolto) e dei line transects (transetti campione su percorso lineare). La metodologia consiste nell'effettuare rilevamenti diurni diretti (mediante avvistamento diretto degli individui e rilevamenti mediante contatti acustici) condotti lungo transetti campione e in corrispondenza di punti d'ascolto (Bibby et al., 1992).

Il metodo dei censimenti puntiformi risulta particolarmente adatto nel periodo riproduttivo (nidificazione), in cui le specie di avifauna sono strettamente legate ai territori di riproduzione e l'attività di canto è più accentuata, permettendo, di conseguenza, una maggiore contattabilità degli individui presenti. In corrispondenza dei punti d'ascolto individuati lungo i transetti vengono registrati tutti i contatti degli individui osservati e/o sentiti per un periodo di 10 minuti per ogni punto, con raggio definito di 50 metri, metodo proposto da Hutto et al. (1986), a sua volta derivato da Blondel et al. (1971). Tale metodologia risulta ampiamente affidabile per la valutazione quantitativa dei popolamenti ornitici sia nidificanti sia svernanti (Fornasari et al, 2002; Calvini e Toffoli, 2005).

I transetti devono essere percorsi a velocità ridotta e costante annotando tutti gli individui visti e/o sentiti nell'area. I censimenti devono essere effettuati durante le prime ore del mattino (dall'alba alle 11:00 circa), evitando le ore più calde della giornata, in cui le attività canora e di movimento dell'avifauna risultano particolarmente ridotte.

14.2.4. Mammiferi

L'articolazione logica che ha guidato la progettazione del monitoraggio è riassumibile nei punti seguenti:

- verifica della mortalità faunistica connessa al traffico veicolare (road mortality);
- verifica della funzionalità dei passaggi per la fauna.

La verifica dell'interferenza tra traffico veicolare e fauna selvatica (Road mortality) indotta dall'effetto barriera distributiva generato dall'infrastruttura verrà attuata attraverso appositi rilievi per il censimento delle carcasse animali eventualmente rinvenute lungo le carreggiate.



Da tali analisi potranno emergere informazioni su come migliorare le strutture di mitigazione già esistenti, e su dove posizionarne altre. Inoltre sulla base dei rilievi di campo effettuati il tracciato stradale verrà suddiviso in tratti a diverso rischio.

La verifica della funzionalità dei passaggi per la fauna (interventi di deframmentazione) risulta strategica per monitorare l'efficienza mitigativa nei confronti dell'effetto barriera indotto dall'infrastruttura di progetto alle popolazioni di fauna terrestre.

14.2.4.1. F3 - Analisi della Road mortality e individuazione dei tratti stradali a rischio

La possibilità di movimento e di relazione tra meta-popolazioni di animali selvatici terrestri, soprattutto delle specie più piccole e lente (micromammiferi, anfibi, rettili), viene limitata dalla presenza delle infrastrutture viarie. La barriera distributiva rappresentata dall'infrastruttura non limita l'istinto naturale degli animali terrestri ad attraversare l'ostacolo di conseguenza si possono verificare incidenti tra veicoli e fauna selvatica (Road mortality).

Nonostante il presente progetto sia caratterizzato da molti elementi infrastrutturali che si configurano come punti di permeabilità (ponti e viadotti), che l'opera sia dotata di una serie di dissuasori ottici e passaggi per la fauna collocati in funzione delle esigenze di riconnessione e deframmentazione ecologica del territorio risulta importante, in fase di esercizio dell'infrastruttura, monitorare il rischio residuo di incidentalità con la fauna selvatica.

Tale monitoraggio volto ad individuare l'eventuale presenza di carcasse animali lungo l'intero tracciato stradale, dovrà essere svolto da esperti faunisti, al fine di riconoscere le specie colpite e la correlazione con il sistema della rete ecologica. Successivamente dovranno essere cartografati i punti di conflitto e definiti i "tratti a rischio". Da tali analisi potranno emergere informazioni su come migliorare le strutture di mitigazione già esistenti, e su dove posizionarne altre.

In particolare sulla base dei rilievi di campo effettuati con l'ausilio di una cartografia di dettaglio (scala 1:5000) e con l'utilizzo di apparecchiature GIS per la georeferenziazione il tracciato di progetto verrà suddiviso in tratti a diverso rischio:

- la categoria I (rischio basso) individua i tratti dove in genere non avvengono incidenti, e quindi non sono necessarie misure di mitigazione;
- la categoria II (rischio medio) individua tratti dove gli incidenti si verificano saltuariamente, ed in cui possono essere prese in considerazione alcune misure di mitigazione;
- la categoria III (rischio alto) individua tratti lunghi in genere 200-300 metri dove si concentra un gran numero di incidenti (superiori a 5/anno). Questi tratti stradali critici vengono definiti "punti neri" o "punti focali di attraversamento". In questi tratti esiste un concreto problema di sicurezza stradale e di impatto sulla biodiversità, pertanto dovranno essere previsti ulteriori gli interventi di mitigazione.

14.2.4.2. F4 - Verifica della funzionalità dei passaggi per la fauna

La verifica della funzionalità dei passaggi della fauna è necessaria per capire quali animali effettivamente utilizzeranno tale opera di mitigazione, se gli attraversamenti verranno utilizzati solo dagli animali in fase di dispersione oppure anche dalle specie stanziali, inoltre il monitoraggio consentirà di verificare nel tempo lo stato di conservazione dei manufatti (usura, danneggiamento, degrado) in modo da supportarne le attività di manutenzione.

Per il monitoraggio degli "scatolari o tunnel faunistici" la tecnica di più adatta risulta essere quella dell'"inchiostro" a cui associare un sistema di registrazione con "trappola fotografica".

Per quanto riguarda il monitoraggio con trappole ad inchiostro si dovrà prevedere, all'uscita dei passaggi in posizione protetta dalla pioggia, il posizionamento di una tavola di legno a cui è applicato un cartoncino con al centro una fascia tampone inchiostrente per la marcatura delle impronte lasciate durante il transito degli animali. Invece il sistema della trappola fotografica prevede l'utilizzo di una attrezzatura realizzata associando



ad una fotocamera ad infrarosso un dispositivo (sensore) capace di far scattare automaticamente la fotocamera al passaggio di un “corpo”.

14.2.5. Articolazione temporale

Il monitoraggio ante operam consiste nell'esecuzione di una campagna di caratterizzazione da effettuare prima dell'inizio dei lavori.

L'articolazione è differenziata in ragione degli aspetti considerati (vegetazione/fauna).

14.2.6. Riepilogo dei punti di monitoraggio

Nella tabella seguente si riporta una sintesi dei punti di monitoraggio e dell'articolazione temporale delle attività per la componente Fauna.

Codice punto	Metodica	Parametri da rilevare	pk	AO			CO			PO		
				durata AO (anni)	rilevi/anno AO	Tot AO	durata CO (anni)	rilevi/anno CO	Tot CO	durata PO (anni)	rilevi/anno PO	Tot PO
FAU_01	F2	Avifauna	717	1	2	2	2	2	4	3	24	72
FAU_02	F2	Avifauna	1670	1	2	2	2	2	4	3	24	72

Tabella 14.2 Riepilogo dei punti di monitoraggio per la componente fauna



16. RUMORE

16.1. Premessa

Il presente capitolo sviluppa nel dettaglio la descrizione delle attività di monitoraggio relative alla componente rumore, indicando le finalità specifiche, le metodiche previste, la localizzazione e la frequenza delle misure relativamente alla tre fasi in cui verranno sviluppate le attività (ante operam, corso d'opera e post operam).

Le attività di monitoraggio consentiranno di verificare e controllare l'entità degli impatti che l'esercizio e la realizzazione dell'opera potrà determinare sulla componente rumore.

La realizzazione della nuova infrastruttura determinerà inevitabilmente degli impatti sulla componente rumore. Gli ambiti di interazione sono rappresentati dai siti in cui saranno ubicare le installazioni fisse (CB, AT ed AO), lungo la viabilità interessata dal transito dei veicoli pesanti per la movimentazione delle terre e dei materiali e lungo il fronte di avanzamento che segue il tracciato dell'infrastruttura.

Relativamente alla fase di Post Operam l'impatto ipotizzato riguarda l'alterazione del clima acustico associato alle emissioni sonore dovute ai flussi veicolari in transito lungo la nuova viabilità. Le valutazioni acustiche effettuate hanno consentito di dimensionare un sistema di mitigazioni in grado di garantire il rispetto delle prescrizioni normative attualmente vigenti.

Gli obiettivi dell'attività di monitoraggio risultano differenziati in funzione della fase di attività.

Monitoraggio ante-operam

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

Monitoraggio in corso d'opera

I rilievi sono finalizzati a:

- controllo dell'evolversi della situazione ambientale, al fine di verificare che la dinamica dei fenomeni acustici sia coerente rispetto alle previsioni dello Studio di prefattibilità;
- controllo delle emissioni acustiche delle lavorazioni e dei traffici indotti dal cantiere, al fine di evitare il manifestarsi di emergenze specifiche, o di adottare eventuali misure integrative di mitigazione degli impatti.

Monitoraggio post-operam

Le attività di monitoraggio devono garantire:

- la verifica degli impatti acustici associati all'esercizio della nuova infrastruttura;
- l'accertamento della reale efficacia degli interventi di mitigazione previsti, in particolare per ciò che concerne le barriere acustiche previste, evidenziando l'eventuale necessità di interventi integrativi.

16.2. Riferimenti normativi

16.2.1. Normativa Nazionale

In Italia sono da alcuni anni operanti specifici provvedimenti legislativi destinati ad affrontare il problema dell'inquinamento acustico nell'ambiente esterno.

La disciplina in materia di lotta contro il rumore precedentemente al 1991 era affidata ad una serie eterogenea di norme a carattere generale (art. 844 del Codice Civile, art. 659 del Codice Penale, art. 66 del Testo Unico Leggi di Pubblica Sicurezza), che tuttavia non erano accompagnate da una normativa tecnica che consentisse di applicare le prescrizioni stesse.





Con il DPCM 1° marzo 1991 il Ministero dell'Ambiente, in virtù delle competenze generali in materia di inquinamento acustico assegnategli dalla Legge 249/1986, di concerto con il Ministero della Sanità, ha promulgato una Legge che disciplina i rumori e sottopone a controllo l'inquinamento acustico, in attuazione del DPR 616/1977 e della Legge 833/1978.

Nel seguito vengono sintetizzate le principali normative nazionali:

- DPCM 1° marzo 1991: "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno" - Vengono "transitoriamente" individuati i limiti massimi di esposizione al rumore in attesa dell'emanazione di una legge quadro sull'inquinamento acustico, oggi quasi completamente abrogato.
- Legge 26 Ottobre 1995, n° 447: "Legge quadro sull'inquinamento acustico" - Definisce i principi fondamentali in materia di tutela dall'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico.
- DPCM 14 Novembre 1997: "Determinazione dei valori limite delle sorgente sonore" - Vengono definiti i valori limite di emissione, di immissione, di attenzione ed i valori di qualità, riferendoli alle classi di destinazione d'uso del territorio.
- Decreto 16 Marzo 1998: "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" - Vengono descritte la strumentazione e le metodiche con cui debbono essere effettuati i rilievi acustici in funzione della tipologia di sorgente.
- DPR 459/98: "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n° 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario" - Vengono definiti i limiti di immissione delle infrastrutture ferroviarie all'interno delle rispettive fasce di pertinenza.
- DMA 29 Novembre 2000: "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore" - Vengono illustrate nel dettaglio le tempistiche e le modalità con cui le società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture debbono definire e porre in essere i piani di risanamento acustico.
- DPR 142/2004: "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447" - Vengono definiti i limiti di immissione delle infrastrutture stradali nelle rispettive fasce di pertinenza.
- L. 30 ottobre 2014, n. 161 Disposizioni per l'adempimento degli obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia all'Unione europea - Legge europea 2013- bis, con particolare riferimento all'art. 19.
- D. Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42 Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161, con particolare riferimento agli articoli 7, 8 e 27. Si riportano di seguito, inoltre, alcuni riferimenti della normativa di carattere comunitario:
- Direttiva 2002/49/CE Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 25/06/2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- Direttiva 2006/42/CE Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17.05.2006 relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE.
- Direttiva (UE) 2015/996 della Commissione del 19 maggio 2015 che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

16.2.2. Normativa tecnica

Nella scelta della strumentazione e nella definizione delle specifiche con cui effettuare i rilievi è utile considerare anche la normativa tecnica di settore ed in particolare:

- EN 60651-1994 Class 1 Sound Level Meters (CEI 29-1)
- EN 60804-1994 Class 1 Integrating-averaging sound level meters (CEI 29-10)





- EN 61094/1-1994 Measurements microphones - Part 1: Specifications for laboratory standard microphones
- EN 61094/2-1993 Measurements microphones - Part 2: Primary method for pressure calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique
- EN 61094/3-1994 Measurements microphones - Part 3: Primary method for free-field calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique
- EN 61094/4-1995 Measurements microphones - Part 4: Specifications for working standard microphones
- EN 61260-1995 Octave-band and fractional-octave-band filters (CEI 29-4)
- IEC 942-1988 Electroacoustics - Sound calibrators (CEI 29-14)
- ISO 226-1987 Acoustics - Normal equal - loudness level contours
- UNI 9884-1991 Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale.

16.3. Metodologie di rilevamento e campionamento

16.3.1. Indicatori

Nel corso delle campagne di monitoraggio ante-operam, corso d'opera e post-operam verranno rilevati i seguenti indicatori:

- Parametri acustici;
- Parametri meteorologici;
- Parametri di inquadramento territoriale.

Tali dati saranno raccolti in schede riepilogative per ciascuna zona acustica di indagine, con le modalità che verranno di seguito indicate.

16.3.1.1. Descrittori acustici

Per quanto riguarda i Descrittori Acustici il D.P.C.M 1/03/91 definisce il Livello di pressione sonora al fine di esprimere il valore della pressione acustica associata ad un evento sonoro come:

$$L_p = 10 \log \left(\frac{p}{p_0} \right)^2$$

dove p è il valore efficace della pressione sonora istantanea:

$$p = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p(t)^2 dt}$$

e p_0 è la pressione di riferimento che si assume uguale a 20 micropascal in condizioni standard.

Il livello di pressione sonora viene espresso in dB.

In accordo con quanto ormai internazionalmente accettato tutte le normative esaminate prescrivono che la valutazione di eventi sonori, variabili nel tempo e non, sia eseguita misurando il livello continuo equivalente di pressione ponderato "A" (espresso in dB(A)):

$$L_{Aeq,T} = 20 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_A(t)^2}{p_0^2} dt \right]$$

dove:

$p_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata secondo la curva A (norma IEC n.651);



p_0 è la pressione di riferimento come prima definita

T è l'intervallo di tempo di integrazione

$L_{Aeq,T}$ è il valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo.

Oltre al $L_{Aeq,T}$ è necessario acquisire anche i livelli statistici L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{99} che rappresentano i livelli sonori superati per l'1, il 10, il 50, il 90 e il 99% del tempo di rilevamento.

Essi rappresentano la rumorosità di picco (L_1), di cresta (L_{10}), media (L_{50}) e di fondo (L_{90} e, maggiormente, L_{99}).

Per i rilievi in continuo saranno archiviati i seguenti parametri acustici:

- $L_{A,eq}$ con tempo di integrazione di 1 ora;
- I valori su base oraria dei livelli statici L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{99} ;
- $L_{A,eq}$ sul periodo diurno (06-22);
- $L_{A,eq}$ sul periodo notturno (22-06);
- Time history con scansione di 1'

16.3.1.2. Parametri meteorologici

Nel corso della campagna di monitoraggio saranno rilevati i seguenti parametri meteorologici:

- temperatura;
- velocità e direzione del vento;
- presenza/assenza di precipitazioni atmosferiche;
- umidità.

Le misurazioni di tali parametri sono effettuate allo scopo di determinare le principali condizioni climatiche e di verificare il rispetto delle prescrizioni che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:

- velocità del vento > 5 m/s;
- temperatura dell'aria < 5° C,
- presenza di pioggia e di neve.

In particolare i parametri meteorologici saranno campionati su base oraria. In questo modo si potrà evincere se il dato fonometrico orario prima descritto è stato rilevato con condizioni meteorologiche accettabili.

16.3.1.3. Parametri di inquadramento territoriale

Nell'ambito del monitoraggio è prevista l'individuazione di una serie di parametri che consentono di indicare l'esatta localizzazione sul territorio delle aree di studio e dei relativi punti di misura.

In corrispondenza di ciascun punto di misura sono riportate le seguenti indicazioni:

- toponimo;
- Comune con relativo codice ISTAT;
- stralcio planimetrico in scala 1:5000;
- zonizzazione acustica da DPCM 1/3/91 o da DPCM 14/11/1997;
- progressiva chilometrica relativa alla tratta dell'infrastruttura in progetto;
- lato dell'infrastruttura dove sono presenti i recettori;
- presenza di altre sorgenti inquinanti;
- caratterizzazione acustica di tali sorgenti, riportando ad esempio i flussi e le tipologie di traffico stradale presente sulle arterie viarie, etc.;
- riferimenti della documentazione fotografica aerea;
- riferimenti della documentazione fotografica a terra;





- descrizione delle principali caratteristiche del territorio: copertura vegetale, tipologia dell'edificio. Allo scopo di consentire il riconoscimento ed il riallestimento dei punti di misura nelle diverse fasi temporali in cui si articola il programma di monitoraggio, durante la realizzazione delle misurazioni fonometriche devono essere effettuate delle riprese fotografiche, al fine di consentire una immediata individuazione e localizzazione delle postazioni di rilevamento.

16.4. Metodiche di monitoraggio

Al fine di garantire uno svolgimento qualitativamente omogeneo delle misure ante operam, in corso d'opera e post operam, la ripetibilità delle misure 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.

Il monitoraggio è programmato sulla base di metodiche unificate in grado di fornire le necessarie garanzie di riproducibilità e di attendibilità al variare dell'ambiente di riferimento e del contesto emissivo. Le metodiche di monitoraggio e la strumentazione impiegata considerano inoltre 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 di cui si prevede l'utilizzo nel presente Piano di Monitoraggio sono:

- Misure di 24 ore (R2), postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore;
- Misure di 7 giorni (R3), postazioni fisse non assistite da operatore;

Nello specifico i rilievi settimanali, saranno impiegati durante le fasi di Ante Operam e Post Operam, in accordo a quanto previsto dal Decreto 16 Marzo 1998 in ragione del fatto che la sorgente principale che si desidera investigare è rappresentata dal rumore di origine veicolare.

Durante la fase di Corso d'Opera, viceversa, sarà utilizzata la metodica che prevede rilievi su base giornaliera. In particolare si evidenzia che le giornate di rilevamento dovranno essere strettamente correlate alle lavorazioni più rumorose, in termine sia di periodo di rilevamento sia di attività previste nell'arco della giornata di rilevamento. Di tale correlazione si darà esplicita evidenza nei rapporti sulle attività di monitoraggio.

16.5. Definizione della strumentazione di misura

Per lo svolgimento delle attività di monitoraggio è previsto l'utilizzo di strumentazione rilocabile.

La strumentazione per le misure di rumore deve essere conforme agli standard previsti nel D.M. 16/3/98 per la misura del rumore ambientale; tali standard richiedono una strumentazione di classe 1 con caratteristiche conformi agli standard IEC 61672-1 e IEC 61260.

La strumentazione utilizzata per i rilievi del rumore deve essere in grado di:

- Misurare i parametri generali di interesse acustico, quali Leq, livelli statistici, SEL, Lmax, Lmin su base oraria;
- Archiviare dati relativi a Time History con scansione di 1';
- Memorizzare i dati per le successive elaborazioni e comunicare con unità di acquisizione e/o trattamento dati esterne.

Oltre alla strumentazione per effettuare i rilievi acustici, è necessario disporre di strumentazione semifissa a funzionamento automatico per i rilievi dei seguenti parametri meteorologici:

- Velocità e direzione del vento;





- Umidità relativa;
- Temperatura;
- Piovosità.

La strumentazione di base richiesta per il monitoraggio del rumore è, pertanto, composta dai seguenti elementi:

- Analizzatore di precisione real time o fonometro integratore con preamplificatore microfonico;
- Microfoni con protezione per esterni antipioggia/antivento;
- Calibratore;
- Cavi di prolunga;
- Cavalletti, Stativi o aste microfoniche;
- Minicabine o valigette stagne, antiurto complete di batterie e per il ricovero della strumentazione;
- Centralina meteorologica.

La strumentazione di misura deve essere conforme alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994. La catena di misura da adottarsi è generalmente costituita da un fonometro, un preamplificatore ed un microfono.

Tutta la strumentazione utilizzata sarà certificata, in relazione alla taratura effettuata da laboratori accreditati.

In particolare il fonometro deve possedere un'elevata capacità di memorizzazione dei dati rilevati, tale da conferire al sistema la massima autonomia operativa e la possibilità di ottenere una buona risoluzione temporale della time-history.

Il microfono utilizzato deve essere del tipo da esterni a campo libero. Qualora la sorgente non sia localizzabile o si sia in presenza di più sorgenti deve essere adottato un microfono da esterni ad incidenza casuale. Il microfono deve essere dotato di schermo antivento.

Al fine di verificare la presenza di componenti tonali devono essere utilizzati filtri di banda normalizzata di 1/3 di ottava nel dominio 20 Hz ÷ 20 KHz. Per evidenziare 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.

I filtri e i microfoni utilizzati per le misure devono essere conformi, rispettivamente, alle norme EN 61260/1995 e EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/1995, EN 61094-4/1995. I calibratori devono essere conformi alla norma IEC 942/1988 (CEI 29-14).

Per l'utilizzo di altri elementi a completamento della catena di misura, deve essere assicurato il rispetto dei limiti di tolleranza della classe 1 sopra richiamata.

La catena di misura adottata deve avere il seguente campo di applicazione:

- Risposta in frequenza: 20 Hz ÷ 20 KHz;
- Gamma dinamica: 15 ÷ 139 dB;
- Range di temperatura: - 10 ÷ 50°C;
- Umidità relativa massima: 90% a 40°C.

Nel corso delle misure in continuo sia di 24 ore che di 7 giorni si effettuerà anche un rilievo dei seguenti parametri meteorologici:

- temperatura;
- umidità relativa dell'aria;
- velocità e direzione del vento;
- precipitazioni.

Durante l'esecuzione delle misure verranno rilevate anche informazioni complementari relative al sistema insediativo ed emissivo, opportunamente articolate a seconda della fase di misura:

- informazioni anagrafiche e ubicazione del ricettore;



- caratteristiche del territorio circostante il punto di misura (presenza di ostacoli, presenza e tipologia di vegetazione, ecc.);
- livelli di traffico sull'infrastrutture in progetto;
- presenza di eventuali altre sorgenti di rumore (altre infrastrutture, insediamenti rumorosi, ecc.).

16.5.1. Taratura e calibrazione della strumentazione

La strumentazione di misura deve essere provvista di certificato di taratura e controllata almeno ogni due anni per la verifica della conformità alle specifiche tecniche. Il controllo periodico deve essere eseguito presso laboratori accreditati S.I.T. e deve comunque avvenire ogniqualvolta vi sia un evento traumatico per la strumentazione o la riparazione della stessa.

Sono da considerarsi tarati gli strumenti acquistati da meno di due anni se corredati da certificato di conformità alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994.

La strumentazione e/o la catena di misura, prima e dopo ogni ciclo di misura, deve essere controllata con un calibratore di classe 1, secondo la norma IEC 942/1988 (CEI 29-14). Le misure fonometriche eseguite sono valide se le calibrazioni effettuate prima e dopo ogni ciclo di misura, differiscono al massimo di 0,5 dB. In caso di utilizzo di un sistema di registrazione e di riproduzione, i segnali di calibrazione devono essere registrati.

16.5.2. Operazioni di misura

Finalità dell'indagine è la determinazione del livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A $L_{Aeq,TR}$ nei tempi di riferimento TR ($TR = 6 \div 22h$ per il giorno e $TR = 22 \div 6h$ per la notte) secondo l'Allegato B, comma 2a, del D.M. 16/3/98. A corredo dei $L_{eq}(A)$ diurni e notturni e per una loro corretta interpretazione vengono anche acquisiti tutti gli altri parametri descritti nel paragrafo 16.3.1.

Le misurazioni sono effettuate in ambiente esterno e devono essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; e con velocità del vento inferiore a 5 m/s. Il microfono deve essere comunque munito di cuffia antivento.

La catena di misura deve essere compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano le misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

La procedura per l'effettuazione dei rilievi può essere dettagliata come segue:

- Calibrazione iniziale: inserimento del microfono all'interno del calibratore; regolazione della dinamica del fonometro o dell'alimentatore in modo tale da evitare fenomeni di saturazione. Registrazione del segnale di calibrazione e valutazione dello scostamento rispetto al livello di riferimento caratteristico del calibratore. La calibrazione è da ritenersi accettabile se il livello misurato differisce di massimo $\pm 0,5$ dB rispetto al livello di calibrazione.
- Posizionamento del microfono: la postazione di misura deve essere scelta in modo da caratterizzare completamente la rumorosità che colpisce uno o più edifici esistenti o in progetto, tenendo per esempio conto della direzione prevalente di provenienza del rumore, della forma dell'edificio, dell'eventuale presenza di ostacoli o di situazioni che potrebbero pregiudicare l'esecuzione o non ripetibilità delle misure (presenza di cani, divieti di accesso, ecc.).

Nel caso di edifici con facciata a filo della sede stradale, il microfono deve essere collocato a 1 m dalla facciata stessa. Nel caso di edifici con distacco dalla sede stradale o di spazi liberi, il microfono deve essere collocato nell'interno dello spazio fruibile da persone o comunità e, comunque, a non meno di 1 m dalla facciata dell'edificio. L'altezza del microfono sia per misure in aree edificate che per misure in altri siti, deve essere scelta in accordo con la reale o ipotizzata posizione del ricettore. Esso, munito di cuffia antivento, deve essere montato tramite apposito supporto microfonico su treppiede telescopico e deve essere collocato ad una altezza non inferiore a + 1,5 m dal piano campagna. E' ammesso il posizionamento della postazione su





balcone purché la soletta dello stesso non costituisca un ostacolo alla propagazione del rumore. Nei casi in cui non sia possibile rispettare le suddette prescrizioni se ne deve fornire indicazione nel rapporto di misura.

- Misurazione: registrazione da parte della strumentazione dei parametri oggetto di monitoraggio per 24 ore (metodica R2), 7 giorni (metodica R3).
- Compilazione data-sheet: 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 gli eventuali flussi di traffico sulla viabilità stradale ed i parametri meteorologici. La 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 display del fonometro. 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. Ciascuna scheda deve riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure.
- Recupero della strumentazione: al termine del rilievo la strumentazione viene smontata verificando il suo buon funzionamento e l'assenza di manomissioni che potrebbero avere compromesso i risultati del rilievo. In questa fase viene anche effettuata la verifica della calibratura in accordo a quanto previsto dalla normativa.
- Analisi dei risultati dei rilievi: 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, documentazione di componenti tonali e/o impulsive, ecc.) ed essere rappresentato in forma grafica. In questa fase vengono redatte le apposite schede di sintesi, che, 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.

16.5.3. Restituzione e analisi dei risultati

Lo svolgimento delle campagne di monitoraggio consente di acquisire informazioni dirette sui parametri ambientali condizionanti la propagazione del rumore e sugli indicatori di rumore necessari per una corretta caratterizzazione acustica dell'ambiente relativamente a tutte le fasi indagate (Ante Operam, Corso d'Opera e Post Operam).

Le informazioni minime prodotte dalle attività di monitoraggio, che dovranno essere trasmesse al termine di ogni rilievo, dovranno essere:

- descrizione del punto di monitoraggio;
- restituzione della zonizzazione acustica del territorio e dei limiti di legge;
- basi cartografiche in scala idonea con la localizzazione dei punti di misura;
- documentazione fotografica dei punti di misura;
- parametri temporali del monitoraggio;
- caratteristiche territoriali influenti sui processi di propagazione del rumore;
- caratteristiche meteorologiche di fonte pubblica/privata rilevate in stazioni meteo significative ai fini dello studio (posizione e denominazione della stazione, sintesi statistica degli indicatori osservati, etc.);
- descrizione delle sorgenti di rumore rilevate;
- note ai rilievi;
- analisi delle registrazioni;





- sintesi dei risultati;
- verifica dei limiti normativi.

16.6. Localizzazione delle postazioni e frequenza dei rilievi

La scelta dei punti oggetto di verifica strumentale per la componente rumore è stata effettuata in base alle finalità specifiche del piano relativamente alla componente rumore, alle informazioni progettuali e ambientali disponibili e a seguito di specifici sopralluoghi.

Si è ritenuto opportuno prevedere attività di monitoraggio in corrispondenza di ricettori per i quali sono prevedibili, in ragione della prossimità al futuro tracciato, i maggiori impatti sia nella fase di realizzazione sia in quella di esercizio.

Per tutte le postazioni è stato previsto un rilievo in fase Ante Operam e Post Operam con durata settimanale, e rilievi a cadenza trimestrale per la fase di Corso d'Opera con durata giornaliera.

Per definire il numero di rilievi relativamente alla fase di Corso d'Opera, la durata del cantiere è di 2 anni. In presenza di postazioni relative al fronte di avanzamento (FAL) il numero di misure riportato è da considerarsi un numero massimo possibile e, in fase operativa, potrà essere ridotto qualora si verificasse che in corrispondenza della postazione le attività effettive hanno durata inferiore rispetto alla durata complessiva dei lavori. Nella definizione dei punti di monitoraggio si è anche tenuto conto della localizzazione di ricettori segnalati come a rischio di superamento dei limiti di immissione acustica anche post mitigazione. Nella Tabella 16.1 si riporta l'elenco delle postazioni e dei rilievi da effettuare.

Codice punto	Metodica	Parametri da rilevare	pk	cantiere	AO			CO			PO		
					durata AO (anni)	rilievi/anno AO	Tot AO	durata CO (anni)	rilievi/anno CO	Tot CO	durata PO (anni)	rilievi/anno PO	Tot PO
RUM -01	R3	Leq, percentili, analisi in frequenza	257		1	1	1	2	0	0	1	1	1
RUM_01	R2	Leq, percentili, analisi in frequenza		CO			0	2	4	8			0
RUM -02	R3	Leq, percentili, analisi in frequenza	0+000		1	1	1	2	0	0	1	1	1
RUM -02	R2	Leq, percentili, analisi in frequenza		FAL			0	2	4	8			0

Tabella 16.1 Sintesi dei rilievi per la componente rumore

16.7. Soglie di riferimento

Per la Componente Rumore i livelli di riferimento da adottare, nel presente progetto, come soglie di intervento sono quelli dettati nella normativa vigente e di seguito riassunti.

- Per la fase Ante Operam, al di fuori delle fasce di pertinenza stradali, si prenderanno in considerazione i limiti della zonizzazione acustica, mentre in prossimità dell'infrastruttura o di altre strade saranno considerati i limiti di immissione prescritti dal DPR n.142 del 30 marzo 2004.
- Nella fase CO, in cui il rumore è correlato a più fonti, si dovranno raffrontare i dati di rilievo con i limiti della zonizzazione acustica comunale, come da prescrizione CIPE.
- Per la fase Post Operam si prenderanno in considerazione i limiti di immissione prescritti dal DPR n.142 del 30 marzo 2004 per i ricettori localizzati all'interno della fascia di pertinenza acustica ovvero quelli della zonizzazione acustica per le indagini effettuate in corrispondenza di ricettori extra fascia.

Nella seguente tabella si riassumono, per il progetto in esame, le norme di riferimento per l'individuazione dei limiti da rispettare, nelle diverse fasi di monitoraggio.

Norme di riferimento





Fase del monitoraggio	Componente Rumore
Ante Operam	DPCM 14/11/1997
	DPR 142/2004
Corso d'opera	DPCM 14/11/1997
Post Operam	DPCM 14/11/1997
	DPR 142/2004

Tabella 16.2. Norme di riferimento utilizzate per individuazione dei limiti normativi

Il superamento dei limiti di immissione riscontrato in corso di monitoraggio determina la necessità di adottare opportune mitigazioni.

Dal punto di vista organizzativo la figura responsabile della gestione delle eventuali anomalie è il Responsabile Ambientale che ha il compito di interpretare e valutare i risultati delle campagne di misura e definire tutti i più opportuni interventi correttivi alle attività di cantiere e le eventuali misure di protezione da adottarsi in riferimento al palesarsi di eventuali situazioni di criticità ambientale.

16.8. Gestione delle anomalie

Si definisce “condizione anomala” ogni situazione in cui si ha il superamento del limite di legge.

Si ritiene opportuno che ogni parametro anomalo registrato (nella fattispecie il valore di Leq) venga segnalato tramite apposita scheda che riporti un preciso riferimento al punto in cui è avvenuto il superamento, al parametro in oggetto e alle possibili cause.

Qualora venisse riscontrata una situazione anomala si procederà aprendo una scheda anomalia riportante le seguenti indicazioni e che dovrà essere inviata al responsabile del M.A.:

- date di emissione, sopralluogo e analisi del dato;
- parametro o indice indicatore di riferimento;
- superamento della soglia di impatto o descrizione dell'impatto qualitativo rilevato;
- cause ipotizzate e possibili interferenze;
- note descrittive e eventuale foto;
- verifica dei risultati ottenuti (da compilare successivamente).

Successivamente si procederà tenendo il parametro anomalo sotto controllo, eventualmente aumentando il numero delle campagne con un'ulteriore ripetizione di misura e controllando che il parametro rientri.

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

- dare preferenza al periodo diurno per l'effettuazione delle lavorazioni;
- impartire idonee direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi;
- per il caricamento e la movimentazione del materiale inerte, dare preferenza all'uso di pale cariatrici piuttosto che escavatori in quanto quest'ultimo, per le sue caratteristiche d'uso, durante l'attività lavorativa viene posizionato sopra al cumulo di inerti da movimentare, facilitando così la propagazione del rumore, mentre la pala caricatrice svolge la propria attività, generalmente, dalla base del cumulo in modo tale che quest'ultimo svolge una azione mitigatrice sul rumore emesso dalla macchina stessa;
- rispettare la manutenzione ed il corretto funzionamento di ogni attrezzatura;
- nella progettazione dell'utilizzo delle varie aree del cantiere, privilegiare il deposito temporaneo degli inerti in cumuli da interporre fra le aree dove avvengono lavorazioni rumorose ed i ricettori;



- usare barriere acustiche mobili da posizionare di volta in volta in prossimità delle lavorazioni più rumorose tenendo presente che, in linea generale, la barriera acustica sarà tanto più efficace quanto più vicino si troverà alla sorgente sonora;
- per una maggiore accettabilità, da parte dei cittadini, di valori di pressione sonora elevati, programmare le operazioni più rumorose nei momenti in cui sono più tollerabili evitando, per esempio, le ore di maggiore quiete o destinate al riposo; per le operazioni più rumorose prevedere, per una maggiore accettabilità del disturbo da parte dei cittadini, anche una comunicazione preventiva sulle modalità e sulle tempistiche di lavoro;
- effettuare le operazioni di carico dei materiali inerti in zone dedicate, sfruttando anche tecniche di convogliamento e di stoccaggio di tali materiali diverse dalle macchine di movimento terra, quali nastri trasportatori, tramogge, ecc.;
- individuare e delimitare rigorosamente i percorsi destinati ai mezzi, in ingresso e in uscita dal cantiere, in maniera da minimizzare l'esposizione al rumore dei ricettori.
- ottimizzare la movimentazione di cantiere di materiali in entrata ed uscita, con l'obiettivo di minimizzare l'impiego della viabilità pubblica.



17. VIBRAZIONI

17.1. Premessa

Il presente elaborato sviluppa nel dettaglio le attività di monitoraggio relative alla componente vibrazioni, indicando le finalità specifiche per la componente, le metodiche previste, la localizzazione e la frequenza delle misure relativamente alla tre fasi in cui verranno sviluppate le attività (ante operam, corso d'opera e post operam).

Le attività di monitoraggio consentiranno di verificare e controllare l'entità degli impatti che l'esercizio e la realizzazione dell'opera potranno determinare sulla componente vibrazioni. Per ciò che riguarda la fase di esercizio non si prevedono impatti particolarmente significativi in ragione della tipologia di sorgente, infrastruttura stradale. Viceversa in fase di cantiere in corrispondenza di specifiche attività caratterizzate dall'impiego di macchinari in grado di produrre significative sollecitazioni di carattere vibratorio (ad esempio rulli compressori) non sono livelli di accelerazione potenzialmente fastidiosi.

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

Monitoraggio ante-operam

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

Monitoraggio in corso d'opera

I rilievi sono finalizzati a:

- controllo dell'evolversi della situazione ambientale, al fine di verificare che la dinamica dei fenomeni vibrometrici sia coerente rispetto alle previsioni del SIA;
- controllo dei fenomeni vibratorii indotti dalle lavorazioni al fine di evitare il manifestarsi di emergenze specifiche e, eventualmente, adottare eventuali misure integrative di mitigazione degli impatti.

Monitoraggio post-operam

Le attività di monitoraggio devono garantire:

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

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

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

- effetti sulla popolazione: il disturbo sulle persone, classificato come "annoyance", dipende in misura variabile dall'intensità e dalla frequenza dell'evento disturbante e dal tipo di attività svolta. L'"annoyance" deriva dalla combinazione di effetti che coinvolgono la percezione uditiva e la percezione tattile delle vibrazioni. Gli effetti sulle persone non hanno un organo bersaglio ma sono estesi all'intero corpo e possono essere ricondotti genericamente ad un aumento dello stress, con conseguente attivazione di ripetute reazioni di orientamento e di adattamento, e con eventuale insorgenza o aggravamento di malattie ipertensive;
- interferenza con attività produttive e ospedaliere: alcuni settori dell'industria, della ricerca e della diagnostica in campo medico utilizzano apparecchiature di precisione, microscopi ottici ed elettronici, ecc. potenzialmente disturbabili da livelli di vibrazioni inferiori alla soglia di percezione umana. La sensibilità di queste strumentazioni dipende, oltre che dalle caratteristiche costruttive, anche dalla presenza di sistemi atti a isolare il basamento della macchina dalle vibrazioni;
- effetti su edifici e beni storico-monumentali: le vibrazioni possono in alcune situazioni, o in presenza di caratteristiche di e-strema suscettività strutturale o di elevati/prolungati livelli di sollecitazione dinamica, causare danni a edifici e beni storico-monumentali.





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

17.2. Riferimenti normativi

17.2.1. Normativa nazionale

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

17.2.2. Normativa tecnica

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

- ISO 2631-2: Valutazione dell'esposizione degli individui alle vibrazioni globali del corpo Parte 2: Vibrazioni continue ed indotte da urti negli edifici
- UNI 9614: Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo
- UNI 11048: Vibrazioni meccaniche ed urti - Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo.
- UNI 9916: Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.

17.3. Definizione degli indicatori da monitorare

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

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

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

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

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

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

17.3.1. Filtraggio con filtro passa banda e con filtro di ponderazione

L'accelerazione misurata sui tre assi $a_x(t)$, $a_y(t)$, $a_z(t)$ deve essere filtrata con un filtro passa banda (band-limiting) con le caratteristiche riportate nella ISO 2631-2[3] e UNI EN ISO 8041-1:2017 punto 5.6.2) e





successivamente con il filtro di ponderazione W_m . Si ottiene per l' j -esimo asse, l'accelerazione ponderata $a_{w,j}(t)$.

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

17.3.2. Calcolo dell'accelerazione ponderata efficace

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

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

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

17.3.3. Calcolo della massima accelerazione ponderata

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

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

17.3.4. Calcolo della massima accelerazione statistica

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

dove:

$$\overline{a_{w,max}}$$

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

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

σ è lo scarto tipo della distribuzione delle massime accelerazioni ponderate.

17.3.5. Calcolo dell'accelerazione associata alla sorgente

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

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

17.4. Definizione della strumentazione di misura

In accordo alla norma UNI 9614, la strumentazione utilizzata deve rispondere alle norme IEC 184, IEC 222 e IEC 225.

La strumentazione per la misura delle vibrazioni è costituita essenzialmente da un trasduttore in grado di trasformare la vibrazione in un segnale elettrico, da una apparecchiatura per il condizionamento dei segnali e da un sistema per la registrazione delle grandezze misurate.



Nel rapporto di prova dovrà essere completamente descritta la catena di misura ed acquisizione utilizzata e dovranno essere precisate le caratteristiche di risposta in frequenza del sistema di misura completo.

La catena di misura e di analisi, in relazione agli standard di misurazione richiesti ed alle finalità delle misure, è così articolata:

- trasduttori di accelerazione (terna di accelerometri su assi X, Y e Z);
- filtri antialiasing;
- cavi schermati per la trasmissione del segnale;
- sistema di acquisizione dati con almeno 6 canali in contemporanea.

Di seguito si riportano le caratteristiche tecniche minime degli accelerometri che devono essere utilizzati:

- Sensibilità: 1 V/g
- Range di frequenza: 0.3-500 Hz
- Range di misura: ± 1 g
- Risoluzione: 0,0000005 g ms
- Linearità: $\pm 1\%$
- Sensibilità trasversale: $< 5\%$

17.5. taratura e calibrazione della strumentazione

La taratura della strumentazione deve essere verificata entro un periodo non superiore a due anni. Il controllo deve comunque avvenire dopo un evento traumatico per la strumentazione o per la riparazione della stessa.

La taratura è ottenibile tramite il confronto delle funzioni di risposta in frequenza prodotte dall'accelerometro da calibrarsi e da un accelerometro di riferimento sottoposti alla medesima funzione di sollecitazione su tavola vibrante. Se la funzione di trasferimento non risulta conforme con il margine di errore dichiarato dal produttore, la strumentazione è inviata ad un centro di taratura accreditato S.I.T. per le necessarie verifiche.

Sono da considerarsi tarati gli strumenti acquistati nuovi da meno di due anni se corredati da certificato di conformità alle norme IEC 184, IEC 222 e IEC 225.

La calibrazione dell'accelerometro avviene tramite la verifica della funzione di eccitazione prodotta da un eccitatore di calibrazione in conformità norma ISO 5347. Essa deve essere effettuata all'inizio ed al termine di ciascun ciclo di misure.

17.6. Operazioni di misura

Finalità dell'indagine è la determinazione dell'accelerazione efficace complessiva ponderata secondo la norma UNI 9614 nel dominio di frequenza $1 \div 80$ Hz. Le operazioni di monitoraggio avvengono esclusivamente in edifici sedi di attività umana e in particolare in presenza di attrezzature o strumentazioni che risultano particolarmente sensibili al fenomeno vibratorio. 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 l'asse X, Y e Z e il rilievo viene svolto in continuo per 24 ore.





La procedura per l'effettuazione dei rilievi può essere dettagliata come segue:

- **Calibrazione iniziale:** avvitamento dell'accelerometro sulla testa vibrante del calibratore; regolazione della dinamica dell'analizzatore o del preamplificatore in modo tale da evitare fenomeni di saturazione; registrazione del segnale di calibrazione e valutazione dello scostamento rispetto al livello di riferimento caratteristico del calibratore. La calibrazione è da ritenersi accettabile se il livello di accelerazione misurato è pari a 140 ± 2 dB (errore di $\pm 3\%$). In caso contrario, agendo sull'analizzatore, si procede ad una taratura reiterata sino al raggiungimento della condizione suddetta.
- **Fissaggio dell'accelerometro:** le modalità di fissaggio devono essere conformi alla norma ISO 5348. Esse si differenziano a seconda dell'ambiente di misura e delle condizioni ambientali. Negli ambienti interni, in presenza di superfici lisce e pulite (piastrelle, marmo, legno), l'accelerometro si fissa direttamente sulla superficie vibrante mediante un sottile strato di c'era d'api. In caso contrario, si ricorre ad un blocchetto metallico da appoggiare sulla superficie, opportunamente maschiato. Nel caso in cui il contatto si realizzi attraverso una superficie costituita da materiale non rigido (moquette, tappeto in gomma), è possibile utilizzare una lastra metallica di idoneo spessore alla quale fissare il trasduttore. Negli ultimi due casi si deve comunque aver cura di evitare che la massa dell'accelerometro e del suo supporto sia inferiore al 5% della massa vibrante. Qualora si opti per l'adozione di resine incollanti ad essiccazione rapida, l'accelerometro deve risultare avvitato su apposita piastrina maschiata al fine di evitare il danneggiamento dello stesso durante il distacco. Sono sconsigliati sistemi di fissaggio con dischi biadesivi o con puntale. Qualora si rendano necessarie misure in ambienti esterni si deve evitare il fissaggio dell'accelerometro con cera d'api in presenza di superfici sporche e ruvide e di temperature superiori a 40°C . In tal caso si predilige l'utilizzo di un'apposita massa metallica maschiata di $10 \div 20$ Kg da appoggiare direttamente sulla superficie vibrante. Il fissaggio deve essere tale da evitare la presenza di correnti di terra o di fenomeni di interferenza elettromagnetica dovuti alla presenza di macchinari elettrici o linee elettriche. Al fine di impedire la comparsa di rumore triboelettrico il cavo di collegamento tra accelerometro e preamplificatore deve essere fissato alla superficie vibrante con nastro adesivo in modo da evitarne il movimento relativo.
- **Compilazione data-sheet:** 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, 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.

- **Analisi dei risultati dei rilievi:** 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 il record di misura è trasferito da fonometro a computer per essere ulteriormente analizzato (eventuali mascheramenti, ponderazione in frequenza e calcolo dell'accelerazione complessiva, ...) ed essere rappresentato in forma grafica. In questa fase vengono redatte le apposite schede di sintesi, che, 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.

17.7. Articolazione temporale

Per il monitoraggio della componente vibrazioni sono state previste tre tipologie di misura di seguito riportate.

Misure di caratterizzazione dei livelli vibratorii attuali





La misura è mirata all'acquisizione dei livelli vibratori attualmente presenti (ante operam). La misura è costituita da un rilievo della durata di ventiquattro ore.

Durante i rilievi verranno acquisiti in continuo i livelli vibratori presenti e l'operatore dovrà annotare il verificarsi di eventi particolari che inducano della sismicità non normalmente riscontrabile sul sito. Tali eventi dovranno essere mascherati in fasi di post-elaborazione della misura.

Misure in corrispondenza di ricettori prospicienti al fronte di avanzamento lavori

La misura è mirata alla valutazione dell'Annoyance indotta dalle attività di costruzione (corso d'opera). Tale misura deve essere dunque eseguita nella finestra temporale in cui, nelle vicinanze del ricettore monitorato, vengono eseguite le attività critiche in relazione all'emissione di vibrazioni nel terreno. La misura avrà la durata di due ore durante le quali verranno misurate in continuo le vibrazioni indotte dalle lavorazioni. Al fine di determinare relazioni di causa-effetto tra operazione di cantiere e annoyance rilevata occorre che la postazione di misura sia presidiata: l'operatore annoterà ogni evento determinante fenomeni vibranti sensibili. Inoltre, l'operatore dovrà annotare anche eventi sensibili non ascrivibili ad attività di cantiere che saranno riconosciuti in fase di post-elaborazione della misura.

Gli eventi vibratori registrati saranno suddivisi, in base alla sorgente che li ha generati, nelle seguenti categorie:

- Eventi generati da infrastrutture di trasporto;
- Eventi generati da attività interne all'edificio;
- Eventi generati dall'attività di cantiere;
- Eventi generati dalla movimentazione dei mezzi di cantiere.

Una volta suddivisi gli eventi, per ogni tipologia di sorgente, verrà restituito lo spettro medio della vibrazione. Per ogni evento registrato e per ogni trasduttore accelerometrico installato sarà restituito il valore RMS dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza secondo filtro per assi combinati UNI 9614, oltre alla time-history anzidetta.

Le indagini saranno concentrate, in accordo con la D.L., nei periodi in cui si effettuano le lavorazioni più onerose (trincee, fondazioni, pali, diaframmi, ecc.).

Per le rilevazioni in corso d'opera si terrà conto del fatto che le sorgenti di vibrazione sono numerose e possono realizzare sinergie d'emissione, oltre che generare l'esaltazione del fenomeno se si considerano le frequenze di risonanza delle strutture degli edifici monitorati.

In parallelo alla registrazione delle vibrazioni, deve essere svolta anche la caratterizzazione delle sorgenti di emissione che interessano il rilevamento.

Nel caso di vibrazioni dovute alle lavorazioni di cantiere si dovranno annotare l'insieme delle lavorazioni eseguite e, in particolare, quelle che hanno generato superamenti del valore di soglia.

Misure caratterizzazione dei livelli vibratori post operam

Le misure avranno lo scopo di acquisire i livelli vibratori presso i ricettori interessati dalla nuova infrastruttura durante il periodo diurno (07:00 – 22:00) e notturno (22:00 – 07:00) e confrontarli con le rilevazioni, effettuate nelle medesime posizioni, durante la fase ante operam.

Tale confronto è necessario al fine di valutare l'eventuale incremento dei fenomeni vibratorii, dovuti alla presenza della nuova infrastruttura viaria e controllare il rispetto dei valori limite.



Durante i rilievi dovranno essere acquisiti in continuo i livelli vibratori presenti e l'operatore dovrà annotare il verificarsi di eventi particolari che inducano della sismicità non normalmente riscontrabile sul sito.

Codice punto	Parametri da rilevare	pk	cantiere	AO			CO			PO		
				durata AO (anni)	rilievi/ anno AO	Tot AO	durata CO (anni)	rilievi/ anno CO	Tot CO	durata PO (anni)	rilievi/ anno PO	Tot PO
VIB -01	Leq, percentili, analisi in frequenza	0+000	FAL	1	1	1	2	2	4	1	1	1

Tabella 17.1 Sintesi dei rilievi per la componente Vibrazioni

17.8. Soglie di riferimento

La valutazione del disturbo è effettuata confrontando il parametro descrittore della vibrazione della sorgente V_{sor} con i limiti di riferimento riportati ai punti 9.1 e 9.2 della norma.

Di seguito vengono riportati per i diversi tipi di ambiente e per i diversi periodi della giornata i valori limite di disturbo

Tipologia	Valore limite
	V_{sor} [mm/s ²]
Ambiente ad uso abitativo	
periodo diurno	7,2
periodo notturno	3,6
periodo diurno giornate festive	5,4
Luoghi lavorativi	14
Ospedali, case di cura e affini	2
Asili e case di riposo	3,6
Scuole	5,4

17.9. Gestione delle anomalie

Si definisce “condizione anomala” ogni situazione in cui si ha il superamento del limite di legge.

Si ritiene opportuno che ogni parametro anomalo registrato venga segnalato tramite apposita scheda che riporti un preciso riferimento al punto in cui è avvenuto il superamento, al parametro in oggetto e alle possibili cause.

Qualora venisse riscontrata una situazione anomala si procederà aprendo una scheda anomalia riportante le seguenti indicazioni e che dovrà essere inviata al Responsabile del M.A.:

- date di emissione, sopralluogo e analisi del dato;
- parametro o indice indicatore di riferimento;
- superamento della soglia di impatto o descrizione dell'impatto qualitativo rilevato;
- cause ipotizzate e possibili interferenze;
- note descrittive e eventuale foto;
- verifica dei risultati ottenuti (da compilare successivamente).

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

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



comunque da ricercare nel sistema di gestione ambientale che sarà redatto. Tra le attività da intraprendere che permettono una riduzione dell'impatto vi sono:

- dare preferenza al periodo diurno per l'effettuazione delle lavorazioni;
- impartire idonee direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente disturbanti;
- rispettare la manutenzione ed il corretto funzionamento di ogni attrezzatura;
- nella progettazione dell'utilizzo delle varie aree del cantiere, privilegiare il deposito temporaneo degli inerti in cumuli da interporre fra le aree dove avvengono lavorazioni rumorose ed i ricettori;
- per una maggiore accettabilità, da parte dei cittadini, di valori di pressione sonora elevati, programmare le operazioni più disturbanti nei momenti in cui sono più tollerabili evitando, per esempio, le ore di maggiore quiete o destinate al riposo; per le operazioni più impattanti prevedere, per una maggiore accettabilità del disturbo da parte dei cittadini, anche una comunicazione preventiva sulle modalità e sulle tempistiche di lavoro;
- effettuare le operazioni di carico dei materiali inerti in zone dedicate, sfruttando anche tecniche di convogliamento e di stoccaggio di tali materiali diverse dalle macchine di movimento terra, quali nastri trasportatori, tramogge, ecc.

