1	09/2018	REVISIONE	MITIDIERI	FRESIA	CASSANI
0	11/2017	PRIMA EMISSIONE	MITIDIERI	FRESIA	CASSANI
Revisione	**Data**	**Oggetto revisione**	**Redatto**	**Verificato**	**Approvato**

REGIONE LIGURIA

#ItaliaSicura
Presidenza del Consiglio dei Ministri

COMUNE DI GENOVA

PIANO STRALCIO PER LE AREE METROPOLITANE E LE AREE URBANE CON ALTO LIVELLO DI POPOLAZIONE ESPOSTA AL RISCHIO DI ALLUVIONI

Presidenza del Consiglio dei Ministri

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
COMMISSARIO STRAORDINARIO
delegato per l'attuazione degli interventi inseriti nell'A.d.P. del 16.09.2010 e ss.ii.
(ex art. 10 del D.L. n. 91 del 24.06.2014)

Commissario straordinario

Dott. Giovanni TOTI

PROGETTISTI

CAPOGRUPPO MANDATARIA:

ROCKSOIL S.p.A.
CONSULENZA E ASSISTENZA TECNICA
nel campo della GEOINGEGNERIA

MANDANTI:

art ambiente risorse territorio

HYDRODATA INGEGNERIA DELLE RISORSE IDRICHE

Ing. Mario CANGIANO

Ing. Paolo GALLO

Ing. Francesco DE SANCTIS

Dott.ssa Francesca GIOMI

RESPONSABILE STRUTTURA COMMISSARIALE: **Ing. Luca BERRUTI**

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO: **Ing. Stefano PINASCO**

Progettista responsabile integrazioni prestazioni specialistiche e Direttore Tecnico della mandataria.
Rocksoil S.p.A.
Ing. Giovanna Cassani
Ord. Ingg. Milano N° 20997

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
DOTT. ING. CASSANI GIOVANNA
Sez. A Settori:
a) civile e ambientale
b) industriale
c) dell'informazione
n° A 20997

Progettista/Progettisti responsabili elaborato
ART ambiente risorse territorio s.r.l
Ing. Ivo Fresia
Ord. Ingg. Torino N° 3299X

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO
Dott. Ing. IVO FRESIA n. 3299X

Dott. Giovanni Carra
Ord. Geologi Emilia Romagna N° 643

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA
GIOVANNI CARRA
Emilia-Romagna
GEOLOGO SEZ.A
N. 643 ALBO

Intervento/Opera

SECONDO LOTTO DEI LAVORI RELATIVI ALLA REALIZZAZIONE DELLA GALLERIA SCOLMATRICE DEL TORRENTE BISAGNO IN COMUNE DI GENOVA

PROGETTO ESECUTIVO

N° Progr.: ----

Codice elaborato: BIS2E - A - PMA00 - RE01 - 1

Oggetto della tavola

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Relazione descrittiva

Scala: -

Data: 14 SETT. 2018

Codice FILE: BIS2E-A-PMA00-RE01-1.DWG

I DISEGNI E LE INFORMAZIONI IN ESSI CONTENUTE SONO PROPRIETA' ESCLUSIVA DELLA STRUTTURA COMMISSARIALE E NON POSSONO ESSERE MODIFICATI, RIPRODOTTI, RESI PUBBLICI O UTILIZZATI PER USI DIFFERENTI DA QUELLI PER CUI SONO STATI REDATTI, SALVO AUTORIZZAZIONE SCRITTA.

INDICE

1 PREMESSA 3
2 OBIETTIVI E REQUISITI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE 3
3 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL M.A. 4
4 ORGANIZZAZIONE E GESTIONE DEL M.A. 4
4.1 Struttura organizzativa preposta al M.A. 4
4.2 Trattamento dei dati 5
4.2.1 Analisi e validazione dei dati 5
4.2.2 Definizione di anomalia, attenzione ed emergenza 5
4.3 Raccolta e trasferimento dei dati 6
5 ATMOSFERA 6
5.1 Ambito di monitoraggio e scelta dei punti di misura 6
5.2 Parametri da monitorare 7
5.3 Modalità di esecuzione del monitoraggio 7
5.4 Individuazione punti di monitoraggio e tempistica dei rilievi 8
6 ACQUE SUPERFICIALI 9
6.1 Ambito di monitoraggio e scelta dei punti di misura 9
6.2 Parametri da monitorare 10
6.3 Modalità di esecuzione del monitoraggio 10
6.4 Individuazione punti di monitoraggio e tempistica dei rilievi 11
7 AMBIENTE MARINO-COSTIERO 12
7.1 Ambito di monitoraggio e scelta dei punti di misura 12
7.2 Parametri da monitorare 12
7.3 Modalità di esecuzione del monitoraggio 12
7.4 Localizzazione e tempistica dei rilievi 13
8 SUOLO E SOTTOSUOLO 14
8.1 Ambito di monitoraggio e scelta dei punti di misura 15
8.2 Parametri da monitorare 15
8.3 Modalità di esecuzione del monitoraggio 15
8.4 Individuazione punti di monitoraggio e tempistica dei rilievi 16
9 ACQUE SOTTERRANEE 16
9.1 Ambito di monitoraggio e scelta dei punti di misura 16
9.2 Parametri da monitorare 17
9.3 Modalità di esecuzione del monitoraggio 17
9.4 Individuazione punti di monitoraggio e tempistica dei rilievi 18
10 RUMORE 19
10.1 Ambito di monitoraggio e scelta dei punti di misura 19
10.2 Parametri da monitorare 19
10.3 Modalità di esecuzione del monitoraggio 19
10.4 Individuazione punti di monitoraggio e tempistica dei rilievi 20
11 VIBRAZIONI 20
11.1 Ambito di monitoraggio e scelta dei punti di misura 20

11.2 Parametri da monitorare 20
11.3 Modalità di esecuzione del monitoraggio 21
11.4 Individuazione punti di monitoraggio e tempistica dei rilievi 21
12 PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI 23
12.1 Ambito di monitoraggio e scelta dei punti di misura 23
12.2 Parametri da monitorare 23
12.3 Modalità di esecuzione del monitoraggio 23
12.4 Individuazione punti di monitoraggio e tempistica dei rilievi i 23

1 PREMESSA

Il presente **Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA)** costituisce parte integrante dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) del "*Progetto esecutivo del 2° lotto dei lavori relativi alla realizzazione della galleria scolmatrice del torrente Bisagno in Comune di Genova*", in ottemperanza a quanto stabilito dall'art. 22, comma 3, lettera e) del D.lgs. 152/2006 e s.m.i.

Il PMA definisce contenuti, criteri, metodologie, organizzazione e risorse da impiegare in fase di **Monitoraggio Ambientale (M.A.)** dell'opera in progetto.

In considerazione delle valutazioni effettuate nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale (SIA), saranno oggetto di M.A. i seguenti fattori ambientali, per i quali, in coerenza con quanto documentato nello SIA, sono stati individuati potenziali impatti ambientali significativi connessi alla realizzazione e messa in esercizio dell'opera in progetto:

- Atmosfera
- Acque superficiali
- Ambiente marino-costiere
- Suolo e sottosuolo
- Acque sotterranee
- Rumore;
- Vibrazioni;
- Paesaggio, patrimonio culturale e beni materiali.

Costituisce parte integrante del PMA l'elaborato "BIS2E-A-PMA00-PL01-1 – Planimetria con indicazione dei punti di misura", al quale si rimanda per la localizzazione dei punti di monitoraggio previsti.

2 OBIETTIVI E REQUISITI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Scopo del Monitoraggio Ambientale (MA) è quello di:

- verificare la conformità alle previsioni di impatto individuate durante la progettazione relative alle fasi di costruzione e di esercizio dell'opera;
- correlare gli stati *ante operam*, corso d'opera e *post operam*, al fine di valutare l'evolversi delle condizioni ambientali in relazione alla realizzazione e all'esercizio dell'opera;
- garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e attuare tempestivamente le più opportune azioni correttive;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione definite in fase progettuale.

Sulla base degli obiettivi individuati, il presente PMA, tenuto conto delle specificità dell'opera in progetto, risponde ai seguenti requisiti:

- stabilire la programmazione dettagliata spazio-temporale delle attività di monitoraggio e la definizione degli strumenti;
- definire modalità di segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze e anomalie ambientali;
- individuare parametri ed indicatori facilmente misurabili e affidabili, rappresentativi dei fenomeni da monitorare;
- definire numero, tipologie e distribuzione territoriale delle stazioni di misura e frequenza delle misure, assicurando la rappresentatività dei fenomeni da monitorare;
- prevedere la restituzione periodica programmata e su richiesta delle informazioni e dei dati in maniera strutturata e georeferenziata, di facile utilizzo e aggiornamento;

- definire la struttura organizzativa minima preposta all'effettuazione del MA;
- identificare e dettagliare il costo del monitoraggio – da inserire nel quadro economico del progetto definitivo.

Si dichiara che tutte le attività di monitoraggio dovranno essere svolte in coerenza con la normativa vigente, prevedendo l'utilizzo di metodologie validate e di comprovato rigore tecnico-scientifico.

3 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL M.A.

Per ciascuna componente ambientale oggetto di M.A., il PMA definisce le seguenti tre fasi di monitoraggio:

- **Monitoraggio ante operam (AO)**: fase di caratterizzazione ambientale in assenza di interferenze imputabili alla realizzazione dell'opera (situazione di "zero"), avente ad oggetto i fattori ambientali ritenuti pertinenti; si conclude prima dell'inizio delle attività di realizzazione delle opere in progetto e ha durata variabile in relazione al fattore ambientale indagato;
- **Monitoraggio in corso d'opera (CO)**: fase di monitoraggio corrispondente al periodo di realizzazione delle opere in progetto, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento e al ripristino dei siti;
- **Monitoraggio *post operam* (PO)**: fase di monitoraggio corrispondente al periodo di pre-esercizio ed esercizio, la cui durata è funzione del fattore ambientale indagato, in relazione alla significatività del dato misurato.

Per ognuna delle tre fasi si riportano nel seguito le relative finalità:

- **Monitoraggio *ante operam* (AO)**
  - ✓ definire lo stato fisico dei luoghi, le caratteristiche dell'ambiente naturale e antropico pre-esistenti all'avvio dei lavori;
  - ✓ rappresentare la situazione di partenza, rispetto alla quale valutare la sostenibilità ambientale dell'opera, a partire dalla quale saranno valutati gli effetti indotti dalla realizzazione della stessa;
  - ✓ consentire la valutazione comparata con i controlli effettuati in corso d'opera, al fine di evidenziare specifiche esigenze di protezione ambientali;
- **Monitoraggio in corso d'opera (CO)**
  - ✓ analizzare l'evoluzione dei fattori ambientali monitorati in fase AO, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte dalla realizzazione dell'opera, direttamente o indirettamente;
  - ✓ controllare situazioni specifiche, al fine di adeguare la conduzione dei lavori;
  - ✓ identificare eventuali criticità ambientali, non individuate in fase *ante operam*, che richiedono ulteriori esigenze di monitoraggio;
- **Monitoraggio *post operam* (PO)**
  - ✓ confrontare gli indicatori definiti nello stato *ante operam* con quelli rilevati nella fase di esercizio dell'opera;
  - ✓ controllare i livelli di ammissibilità, sia dello scenario degli indicatori definiti nelle condizioni *ante operam*, sia degli altri eventualmente individuati in fase di corso d'opera;
  - ✓ verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e compensazione, anche al fine del collaudo.

4 ORGANIZZAZIONE E GESTIONE DEL M.A.

4.1 Struttura organizzativa preposta al M.A.

Il gruppo di lavoro preposto alle attività di monitoraggio è costituito dalle seguenti figure:

- Responsabile Ambientale (Ra);
- Operatori di campo (Oc), uno per ogni componente ambientale da monitorare.

Il RA, svolgerà, in particolare, le seguenti funzioni:

- costituisce l'interfaccia operativa tra Direzione lavori e Enti di controllo ambientale;
- svolge il ruolo di responsabile e coordinatore tecnico-operativo delle attività di M.A.;
- verifica la qualità e conformità ai requisiti di PMA e della normativa vigente di tutta la documentazione tecnica di monitoraggio predisposta dagli specialisti di ciascuna componente e/o fattore ambientale;

Gli Oc disporranno delle competenze specialistiche specifiche della componente ambientale di competenza e avranno i seguenti compiti principali:

- effettuare le misure, scaricare i dati e assicurare, laddove previsto, il trasferimento dei campioni al laboratorio di analisi;
- analizzare i dati;
- compilare la scheda di misura e assicurare il trasferimento a RA;
- elaborare i rapporti periodici di componente;
- mantenere la strumentazione in perfetta efficienza e tarata a norma di legge.

4.2 Trattamento dei dati

4.2.1 Analisi e validazione dei dati

Il processo di analisi finalizzato alla validazione del dato e al riconoscimento di uno stato di attenzione ambientale dovrà necessariamente tenere presente:

- se esistente, la serie storica dello stesso dato, 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 della infrastruttura in oggetto;
- la possibilità di un confronto con gli Enti locali e di controllo per la definizione del processo di validazione stesso del dato;
- la possibilità di ripetere la misura o di prevederne una o più aggiuntive;
- eventuali segnalazioni della popolazione riguardo la comparsa di uno specifico disturbo;
- la coincidenza di particolari lavorazioni di cantiere in corso o prima o durante il rilievo/campionamento.

Le procedure di analisi dati dovranno essere stabilite in accordo con la Direzione Lavori e gli Enti di controllo territorialmente competenti.

4.2.2 Definizione di anomalia, attenzione ed emergenza

Per il raggiungimento degli obbiettivi del MA, i criteri di analisi dei dati di monitoraggio devono essere orientati al confronto tra lo stato qualitativo o livello di pressione registrato in CO e PO e una situazione di riferimento.

Allo scopo saranno definiti "valori soglia" rispetto ai quali confrontare i singoli valori rilevati durante le attività di cantiere o di esercizio, o le differenze tra tali valori e il valore di riferimento (es.: AO, valore di monte, o fondo naturale, ecc.).

Definiamo “soglia” il valore critico dell’indicatore al quale segue l’attivazione di uno scenario di Attenzione per la verifica di condizioni di Anomalia ambientale determinata dall’opera.

In presenza di Anomalia ambientale accertata, il RA, in accordo con la D.L. individua le più opportune azioni correttive atte a risolvere l’Anomalia riscontrata.

I valori soglia per i diversi parametri monitorati saranno definiti preliminarmente all’avvio del MA, in accordo con gli Enti di controllo.

Per le Componenti Vegetazione, Fauna e Paesaggio, in assenza di termini di riferimento normativi, i risultati dei monitoraggi e le relative valutazioni discenderanno dall’approccio metodologico applicato.

4.3 Raccolta e trasferimento dei dati

Nel corso del monitoraggio i dati raccolti saranno resi disponibili secondo le seguenti modalità:

- Schede di misura;
- Rapporti annuali di sintesi di C.O.;
- Relazione finale di P.O.;

Le modalità di trasferimento dei dati saranno concordate con gli enti di controllo interessati.

5 ATMOSFERA

Il monitoraggio della componente Atmosfera ha lo scopo di individuare, sulla base di una caratterizzazione del livello di qualità dell'aria nei siti interessati dal progetto, le eventuali alterazioni dovute alla presenza di emissioni, convogliate o diffuse, derivanti, direttamente o indirettamente, dalle attività di cantiere e dalla messa in esercizio dell'opera.

5.1 Ambito di monitoraggio e scelta dei punti di misura

Per l'individuazione dei recettori si tiene conto delle indicazioni emerse dagli studi previsionali contenuti nel documento di VIA e in altri studi specialistici che accompagnano gli elaborati progettuali.

Le sorgenti di potenziali impatti sull’atmosfera legati alla realizzazione dell’opera in progetto sono state individuate in fase di SIA. Sulla base di quanto emerso in tale fase, si ritiene che gli ambiti da sottoporre a monitoraggio per la componente Atmosfera siano i seguenti:

- Cantiere ex-canile;
- Area interventi sul torrente Bisagno;
- Area interventi opera di sbocco;
- Fasce adiacenti alla viabilità principale interessata dal traffico dei mezzi.

Queste le linee di condotta seguite:

- per le tipologie di sorgenti quali quelle in esame (attività di cantiere e transiti di mezzi d’opera), l'individuazione di una fascia di studio di ampiezza pari a 250 metri in cui individuare i recettori maggiormente esposti alle emissioni in atmosfera indotte dalla sorgente è generalmente sufficientemente cautelativa;
- all’interno della fascia di studio, i punti di monitoraggio saranno scelti preferenzialmente non immediatamente adiacenti alle aree di cantiere e alle loro pertinenze; in tal modo i risultati ottenuti saranno maggiormente affidabili, in quanto non risentiranno di eventuali effetti di “bias” legati e dinamiche atmosferiche locali indotte dalla stessa attività delle sorgenti (per esempio

turbolenze legate al passaggio dei mezzi); campagne di monitoraggio presso punti campione permetteranno di definire, con maggiore dettaglio, l'ampiezza dell'area di studio.

5.2 Parametri da monitorare

Le analisi svolte in ambito di SIA hanno evidenziato che le principali problematiche atmosferiche connesse alla realizzazione dell'opera sono rappresentate dalle emissioni di polveri in fase di cantiere. Per tale ragione lo scopo principale dell'attività di monitoraggio ambientale è il monitoraggio della concentrazione di particolato atmosferico.

Tuttavia, in virtù del fatto che, come rimarcato da Arpal, la concentrazione di ossidi di azoto costituisce un elemento di criticità generalizzato e costante per la qualità dell'aria nell'ambito urbano di Genova, si ritiene necessario prevedere, nel PMA, anche il monitoraggio degli ossidi di azoto associato al monitoraggio del particolato. Si specifica, comunque, che le sole sorgenti di ossidi di azoto associate all'attività di cantiere sono quelle dei motori dei camion e dei mezzi d'opera.

Per ognuno dei due inquinanti individuati, sono previsti i parametri riportati nel seguito (Riferimento normativo metodologico: D.Lgs. 155/2010):

- **Particolato PM_{10}**: Concentrazione media giornaliera;
- **NO_2**: Concentrazione oraria.

Per quanto riguarda il particolato, nell'ambito del PMA sarà oggetto di verifica solo il particolato PM_{10} (particolato con diametro aerodinamico non superiore a 10 µm) e non la frazione ultrafine $PM_{2.5}$. (particolato con diametro aerodinamico non superiore a 2.5 µm). È infatti noto nella letteratura di settore che il $PM_{2.5}$ è un inquinante potenzialmente significativo nei casi in cui le emissioni di polveri sono dovute a processi di combustione (centrali elettriche, termovalorizzatori di rifiuti …); al contrario, nei casi di emissioni di polveri dovute ad azioni di tipo meccanico (escavazione, movimento terra e attività di cantiere in genere, risollevamento da sede stradale legato a traffico di veicoli e mezzi, …), si ha una prevalenza delle frazioni di particolato a granulometria maggiore, quindi il PM_{10} costituisce l'indicatore più significativo.

Per quanto riguarda gli inquinanti considerati, la normativa indica due parametri di riferimento, definiti uno sul breve periodo (concentrazione oraria o media giornaliera) e uno sul lungo periodo (concentrazione media annuale). L'approccio di lungo periodo non è tuttavia coerente con l'ipotesi di sviluppo di un Piano di Monitoraggio Ambientale che, per sua natura, deve essere caratterizzato da rilievi diffusi sul territorio, in grado di fornire indicazioni puntuali e correlabili alle situazioni specifiche. Si è quindi ritenuto opportuno considerare come indicatore fondamentale per il monitoraggio dell'atmosfera la concentrazione media di PM_{10} valutata su 24 ore e come indicatore aggiuntivo la concentrazione oraria di ossidi di azoto.

5.3 Modalità di esecuzione del monitoraggio

Il monitoraggio è articolato in tre fasi distinte: *ante operam* (AO), corso d'opera (CO) e *post operam* (PO).

Fase AO

E' finalizzata alla caratterizzazione dello stato dell'atmosfera prima dell'inizio delle attività interferenti e fornisce gli elementi conoscitivi necessari per permettere l'individuazione delle eventuali variazioni di stato della componente durante la costruzione e l'esercizio dell'opera.

In questa fase è previsto il monitoraggio di un punto di misura ubicato presso l'area del cantiere ex-canile e un punto di misura posto presso la zona che sarà interessata dall'intervento di realizzazione delle opere di presa lungo il torrente Bisagno.

Poiché i siti interessati dal monitoraggio sono tipici dell'area urbana di Genova, per la caratterizzazione dello stato *ante operam* della qualità dell'aria i risultati del monitoraggio rilevati verranno integrati con i valori misurati dalle centraline della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria.

Per quanto riguarda la tempistica di monitoraggio, si ritiene inoltre che il monitoraggio AO per un'attività di cantiere non dovrebbe necessariamente sottostare agli stessi obiettivi di qualità delle stazioni di misurazione della rete di monitoraggio (obiettivi stabiliti dal D.lgs. 155/2010).

Tuttavia, a seguito delle osservazioni di ARPAL sulla durata prevista per i campionamenti, si è scelto di adeguare la durata del monitoraggio AO all'obiettivo di copertura minima del 14% su base annua, e quindi di prevedere una durata complessiva di campionamento di 8 settimane in un anno.

Se compatibile con la tempistica di avvio dei lavori, la durata della Fase AO sarà di un anno, con 4 campionamenti di polveri (di durata bisettimanale e frequenza trimestrale); in caso di incompatibilità, il numero dei campionamenti AO potrà essere ridotto, ma sarà comunque effettuato almeno un campionamento di due settimane prima dell'avvio dei lavori.

Fase CO

E' finalizzata alla caratterizzazione dello stato di qualità dell'aria durante l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera al fine di individuare eventuali interferenze rispetto alle previsioni dello SIA, nonché definire le eventuali azioni correttive/mitigative aggiuntive da adottare, se necessarie. Ha una durata pari alla durata delle attività di realizzazione dell'opera.

L'articolazione temporale del monitoraggio prevede:

- per i punti di misura presso il cantiere ex-canile e presso l'intervento sul torrente Bisagno, n. 2 campionamenti di PM_{10} e NO_2 all'anno, di durata bisettimanale, con frequenza semestrale, e n. 8 campionamenti brevi (durata 72 ore) di PM_{10} e NO_2 all'anno, con frequenza in funzione della tempistica delle attività di cantiere e delle condizioni generali della qualità dell'aria;
- per i punti di misura presso l'intervento opera di sbocco, campionamenti brevi di PM_{10} e NO_2 (durata 72 ore), con un numero di ripetizioni annuali non inferiori a 8, in funzione della tempistica delle attività di cantiere e delle condizioni generali della qualità dell'aria;
- per le misure lungo la viabilità principale interessata dal traffico dei mezzi (in particolare dei mezzi diretti ai siti di ripascimento) si prevedono indicativamente quattro punti di misura, due nel settore levante e due nel settore ponente, con campionamenti brevi di PM_{10} e NO_2 (durata tra 24 e 48 ore), con un numero di misure, per ogni punto, compreso tra 3 e 6, in funzione della tempistica delle attività di cantiere.

Fase PO

Data l'assenza di impatti sull'atmosfera nella fase di esercizio dell'opera, sono previste misure solamente presso l'area del cantiere ex-canile, per la verifica dello stato dell'atmosfera, per il primo anno successivo alla conclusione dell'opera. In particolare, sono previste due misure di PM_{10} e NO_2 presso l'area del cantiere ex-canile, di durata bisettimanale e frequenza semestrale.

5.4 Individuazione punti di monitoraggio e tempistica dei rilievi

Le stazioni di misura saranno individuate tra i ricettori identificati per la componente privilegiando gli eventuali ricettori maggiormente sensibili, secondo il seguente schema:

- **Cantiere principale area ex-canile**: n. 1 stazione di misura (ATM0101) scelta tra i ricettori R1 - Recettore residenziale pluripiano, R2 – Recettore sensibile (edificio scolastico), R4 - Recettore residenziale pluripiano;

- **Intervento sul torrente Bisagno**: n. 1 stazione di misura (ATM0201) scelta tra i ricettori R5 - Recettore residenziale pluripiano, R6 - Recettore residenziale pluripiano;
- **Intervento opera di sbocco a mare**: n. 1 stazione di misura (ATM0301) scelta tra i ricettori R7 - Recettore residenziale pluripiano, R8 - Recettore residenziale pluripiano.

Non sono indicate le posizioni dei punti di misura relativi alla viabilità principale interessata dal traffico dei mezzi, che dovranno essere scelte in base all'andamento del cantiere e alle condizioni locali (in particolare le scelte dei percorsi dei mezzi).

La tabella seguente riassume la definizione spaziale e temporale dei rilievi di PM_{10} previsti.

Intervento	Punto di monitoraggio	Tempistica		
		AO	CO (per anno di attività)	PO
Cantiere ex-canile	ATM1	4 misure PM_{10} e NO_2 Durata bisettimanale Frequenza trimestrale	2 misure PM_{10} e NO_2 Durata bisettimanale Frequenza semestrale 8 misure PM_{10} e NO_2 Durata 72 ore	2 misure PM_{10} e NO_2 Durata bisettimanale Frequenza semestrale
Intervento Bisagno	ATM2	4 misure PM_{10} e NO_2 Durata bisettimanale Frequenza trimestrale	2 misure PM_{10} e NO_2 Durata bisettimanale Frequenza semestrale 8 misure PM_{10} e NO_2 Durata 72 ore	
Intervento Sbocco a mare	ATM3		8 misure PM_{10} e NO_2 Durata 72 ore	
Intervento viabilità levante	ATM401		Da 3 a 6 misure PM_{10} e NO_2 Durata da 24 a 48 ore	
	ATM402		Da 3 a 6 misure PM_{10} e NO_2 Durata da 24 a 48 ore	
Intervento viabilità ponente	ATM501		Da 3 a 6 misure PM_{10} e NO_2 Durata da 24 a 48 ore	
	ATM502		Da 3 a 6 misure PM_{10} e NO_2 Durata da 24 a 48 ore	

Tabella 1 – Punti di monitoraggio Atmosfera

6 ACQUE SUPERFICIALI

Il monitoraggio ambientale della componente Acque superficiali ha lo scopo di rilevare le eventuali variazioni qualitative e quantitative determinate dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera, sui corpi idrici superficiali direttamente o indirettamente interferiti.

6.1 Ambito di monitoraggio e scelta dei punti di misura

I corpi idrici oggetto di monitoraggio sono il torrente Bisagno, interferito dalle attività in progetto nel tratto compreso tra il Ponte Ugo Gallo e il Ponte Feritore, il rio Sciorba e il rio Superiore in quanto ricettori dei due scarichi di cantiere previsti nell'area di Cantiere ex canile.

In corrispondenza di ogni potenziale interferenza sono previsti due punti di monitoraggio secondo il criterio idrografico "monte" e "valle", allo scopo di consentire l'individuazione e valutazione delle eventuali modificazioni di stato tra i due punti determinati dalle interferenze con le opere e le attività in progetto.

6.2 Parametri da monitorare

Sono previste cinque tipologie di parametri:

- **in situ**: temperatura dell'acqua, potenziale redox, pH, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto, ossigeno %, temperatura dell'aria;
- **chimico-fisici**: azoto totale, fosforo totale, solidi sospesi totali, cloruri, solfati, idrocarburi totali (>C12 e <C12 e aromatici), IPA, azoto ammoniacale, azoto nitrico, tensioattivi totali, BOD5, COD;
- **metalli disciolti**: alluminio, cromo totale, zinco, ferro, rame, nichel, piombo, arsenico, cadmio, mercurio;
- **biologici**: IBE.

E' previsto l'impiego dello stesso set di parametri nelle tre fasi di monitoraggio (*ante operam*, corso d'opera e *post operam*), ad eccezione dei metalli, per i quali nelle fasi di corso d'opera e *post operam* , il set da monitorare dovrà essere definito in funzione delle caratteristiche del calcestruzzo utilizzato nelle diverse lavorazioni.

6.3 Modalità di esecuzione del monitoraggio

Il monitoraggio è articolato in tre fasi distinte: *ante operam* (AO), corso d'opera (CO) e *post operam* (PO).

Fase AO

E' finalizzata alla caratterizzazione delle acque superficiali prima dell'inizio delle attività interferenti e fornisce gli elementi conoscitivi necessari per permettere l'individuazione delle eventuali variazioni di stato durante la costruzione e l'esercizio dell'opera.

In questa fase è previsto il monitoraggio dei soli punti di misura ubicati a monte delle potenziali interferenze con i corsi d'acqua (lavori in alveo, scarichi idrici).

Se compatibile con la tempistica di avvio dei lavori, la durata della Fase AO è di un anno, con 2 campionamenti (frequenza semestrale); in caso di incompatibilità, sarà effettuato un solo campionamento, prima dell'avvio dei lavori.

Fase CO

E' finalizzata alla caratterizzazione delle acque superficiali durante l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera al fine di individuare eventuali interferenze rispetto alle previsioni dello SIA, nonché definire le eventuali azioni correttive/mitigative aggiuntive da adottare, se necessarie. Ha una durata pari alla durate delle attività di realizzazione dell'opera.

In questa fase saranno monitorati i punti di misura di monte e valle corrispondenti alle potenziali interferenze con i corsi d'acqua derivanti dalle attività di cantiere (lavorazioni in alveo, scarichi di cantiere).

L'articolazione temporale del monitoraggio prevede:

<u>per le lavorazioni in alveo:</u>

- n. 1 campionamento al mese durante il periodo di interferenza diretta delle lavorazioni con il corso d'acqua;
- n. 2 campionamenti all'anno (frequenza semestrale), a conclusione delle lavorazioni in alveo, fino alla significatività del dato.

<u>per gli scarichi di cantiere:</u>

- - n. 1 campionamento al mese per l'intero periodo di corso d'opera.

Fase PO

E' finalizzata alla caratterizzazione delle acque superficiali durante l'esercizio dell'opera, al fine di individuare eventuali impatti ambientali, verificare la loro coerenza rispetto alle previsioni dello SIA e allo stato *ante operam*, valutare l'efficacia delle misure di mitigazione.

In questa fase saranno monitorati i punti di misura di monte e di valle delle opere poste sul torrente Bisagno.

Con fase PO si intende "fino alla significatività del dato" ovvero fino alla verifica di assenza di variazioni di stato dei parametri monitorati. Pertanto, la durata di tale fase, analogamente a quella del corso d'opera, non può essere definita a priori, ma sulla base dei risultati delle analisi in campo.

Le interferenze dovute all'esercizio dell'opera, quali, ad esempio, eventuali scarichi in acque superficiali, non sono oggetto del monitoraggio PO in quanto riguardanti attività oggetto di specifica autorizzazione connessa all'esercizio dell'opera da parte dei competenti enti.

6.4 Individuazione punti di monitoraggio e tempistica dei rilievi

Le interferenze con i corsi d'acqua da monitorare sono costituite da:

- lavorazioni nell'alveo del torrente Bisagno;
- scarico di cantiere ex canile nel rio Sciorba;
- scarico di cantiere ex canile nel rio Superiore.

I punti di monitoraggio sono stati ubicati a monte e a valle di ognuna delle interferenze individuate, in modo da cogliere le eventuali modificazioni sulla qualità delle acque dei corsi d'acqua indotte dagli interventi in progetto.

La tabella seguente riassume la definizione spaziale e temporale dei rilievi previsti sul singolo corpo idrico monitorato.

Corpo idrico	Punto di monitoraggio	Tempistica		
		A.O.	C.O. (per anno di attività)	P.O.
Torrente Bisagno	Asup1 (monte)	2 misure Frequenza semestrale	1 campionamento al mese durante il periodo di interferenza diretta delle lavorazioni con il corso d'acqua; 2 campionamenti all'anno (frequenza semestrale), a conclusione delle lavorazioni in alveo, fino alla significatività del dato	1 misura
	Asup2 (valle)		1 campionamento al mese durante il periodo di interferenza diretta delle lavorazioni con il corso d'acqua; 2 campionamenti all'anno (frequenza semestrale), a conclusione delle lavorazioni in alveo, fino alla significatività del dato	1 misura
	Asup2-bis Inserita su		1 campionamento al mese durante il periodo di	1 misura

	indicazione ARPAL		interferenza diretta delle lavorazioni con il corso d'acqua; 2 campionamenti all'anno (frequenza semestrale), a conclusione delle lavorazioni in alveo, fino alla significatività del dato	
Rio Sciorba	Asup3 (monte)	2 misure Frequenza semestrale	campionamento al mese	1 misura
	Asup4 (valle)		campionamento al mese	1 misura
Rio superiore	Asup5 (monte)	2 misure Frequenza semestrale	campionamento al mese	1 misura
	Asup6 (valle)		campionamento al mese	1 misura

Tabella 2 – Punti di monitoraggio Acque superficiali

7 AMBIENTE MARINO-COSTIERO

7.1 Ambito di monitoraggio e scelta dei punti di misura

Il monitoraggio dell'ambiente marino verrà condotto in cinque aree, tre comprese tra Arenzano, Vesima e Genova Voltri (punti A-B-C-D-E), e due comprese tra Quarto dei Mille e Quinto al mare e Nervi (punti F-G-H-I-L), su un numero totale di 10 punti di monitoraggio, corrispondenti alle zone di ripascimento.

7.2 Parametri da monitorare

Per le cinque aree si prevede il monitoraggio dei seguenti parametri:

- **parametri chimico fisici** della colonna d'acqua: temperatura, ossigeno disciolto, torbidità, salinità, clorofilla;
- **caratterizzazione delle biocenosi** costiere di fondo mobile e calcolo **indici OSI e AMBI** (questo secondo indice solo per AO e per monitoraggio a 36 mesi PO).

Per l'area di Vesima, caratterizzata da una prateria di posidonia in stato di regressione e da vari affioramenti rocciosi e per tutta l'area del levante genovese, prospiciente il SIC IT1332576 (Fondali Boccadasse-Nervi) si andranno a monitorare i seguenti elementi come suggerito dalla Delibera di Giunta Regionale n.773 del 16/7/2003):

- determinazione della densità assoluta;
- determinazione del ricoprimento (anche mediante sistema Tritone);;
- calcolo della densità relativa;
- definizione dello stato di conservazione di ogni porzione di prateria considerata.

7.3 Modalità di esecuzione del monitoraggio

Il monitoraggio è articolato in tre fasi distinte: *ante operam* (AO) e *post operam* (PO).

Fase AO

Questa fase, finalizzata alla caratterizzazione dell'ambiente marino - costiero prima dell'inizio delle attività interferenti, fornisce gli elementi conoscitivi necessari per permettere l'individuazione delle eventuali variazioni di stato a seguito dei ripascimenti. In particolare, durante il monitoraggio AO andranno indagati i

fondali prossimi alle spiagge interessate dalle pratiche di ripascimento, al fine di escludere la presenza di micro habitat o singole specie protette.

Il monitoraggio sarà costituito da una campagna da effettuarsi in autunno.

Fase PO

E' finalizzata alla caratterizzazione a seguito dell'esecuzione dei lavori, al fine di individuare eventuali interferenze e monitorare nel tempo gli effetti sul sistema interferito dalle opere in progetto (ripascimenti).

I parametri chimico fisici della colonna d'acqua verranno ottenuti attraverso l'impiego di una sonda multiparametrica sui 10 punti previsti nelle zone di ripascimento;

I sedimenti necessari per i parametri delle biocenosi di fondo mobile e degli indici OSI e AMBI verranno campionati con benna Van-Veen. L'indice AMBI verrà calcolato solo nel monitoraggio AO e per il monitoraggio a 36 mesi PO.

I parametri delle porzioni di prateria di Posidonia oceanica verranno rilevati in immersione da due operatori scientifici subacquei (OSS), con la presenza di un assistente di superficie a bordo di un mezzo da lavoro autorizzato, lungo transetti di 100 m perpendicolari alla costa (ricoprimento, densità relativa ed assoluta e definizione dello stato di conservazione). Inoltre, per meglio analizzare il ricoprimento del posidonieto si prevede di condurre un video monitoraggio che permetta di effettuare una valutazione complessiva dell'estensione della prateria e dei fondali del precoralligeno. Tale monitoraggio viene condotto attraverso il Sistema Tritone che prevede l'accoppiamento dell'informazione video del fondale (ripresa attraverso una telecamera HD filoguidata al traino) con le informazioni a posizione e di profondità. Le informazioni sono poi caricate su portale WebGIS per la visualizzazione dei tracciati video.

In base alle rilevazioni condotte nel monitoraggio AO, potrà essere previsto un monitoraggio specifico su eventuali specie marine protette rilevate.

Si prevede il trasferimento di tutti i dati relativi ad eventuali specie di interesse per l'Osservatorio della Biodiversità – Libioss di ARPAL.

7.4 Localizzazione e tempistica dei rilievi

Oltre al monitoraggio di AO, un primo monitoraggio dell'ambiente marino viene condotto al termine degli interventi, un secondo monitoraggio dopo 12 mesi dal termine dei lavori, i successivi monitoraggi a distanza di 3 anni, fino alla significatività del dato.

Le attività di monitoraggio sono svolte in autunno.

I punti di monitoraggio sono ubicati lungo la linea di costa delle aree interessate dai ripascimenti.

La tabella seguente riassume la definizione spaziale e temporale dei rilievi previsti in ognuno dei siti interessati da ripascimento.

Siti ripascimento	Punto di monitoraggio	Tempistica		
		A.O.	C.O.	P.O.
Arenzano	MAR1	1 misura		- primo monitoraggio: al termine dei lavori, -secondo monitoraggio: dopo 12 mesi dal termine dei lavori, successivi monitoraggi: a distanza di 3 anni, fino alla significatività del dato
	MAR2	1 misura		- primo monitoraggio: al termine dei lavori, -secondo monitoraggio: dopo 12

				mesi dal termine dei lavori, -successivi monitoraggi: a distanza di 3 anni, fino alla significatività del dato
Vesima	MAR3	1 misura		- primo monitoraggio: al termine dei lavori, -secondo monitoraggio: dopo 12 mesi dal termine dei lavori, -successivi monitoraggi: a distanza di 3 anni, fino alla significatività del dato
Voltri	MAR4	1 misura		- primo monitoraggio: al termine dei lavori, -secondo monitoraggio: dopo 12 mesi dal termine dei lavori, -successivi monitoraggi: a distanza di 3 anni, fino alla significatività del dato
	MAR5	1 misura		- primo monitoraggio: al termine dei lavori, -secondo monitoraggio: dopo 12 mesi dal termine dei lavori, -successivi monitoraggi: a distanza di 3 anni, fino alla significatività del dato
Levante	MAR6	1 misura		- primo monitoraggio: al termine dei lavori, -secondo monitoraggio: dopo 12 mesi dal termine dei lavori, -successivi monitoraggi: a distanza di 3 anni, fino alla significatività del dato
	MAR7	1 misura		- primo monitoraggio: al termine dei lavori, -secondo monitoraggio: dopo 12 mesi dal termine dei lavori, -successivi monitoraggi: a distanza di 3 anni, fino alla significatività del dato
	MAR8	1 misura		- primo monitoraggio: al termine dei lavori, -secondo monitoraggio: dopo 12 mesi dal termine dei lavori, -successivi monitoraggi: a distanza di 3 anni, fino alla significatività del dato
	MAR9	1 misura		- primo monitoraggio: al termine dei lavori, -secondo monitoraggio: dopo 12 mesi dal termine dei lavori, -successivi monitoraggi: a distanza di 3 anni, fino alla significatività del dato
	MAR10	1 misura		- primo monitoraggio: al termine dei lavori, -secondo monitoraggio: dopo 12 mesi dal termine dei lavori, -successivi monitoraggi: a distanza di 3 anni, fino alla significatività del dato

Tabella 3 – Punti di monitoraggio ambiente marino - costiero

8 SUOLO E SOTTOSUOLO

Il monitoraggio ambientale della componente Suolo e sottosuolo ha lo scopo di rilevare le eventuali variazioni qualitative determinate dalla realizzazione dell'opera nelle aree interessate da occupazione del suolo.

8.1 Ambito di monitoraggio e scelta dei punti di misura

L'ubicazione dei punti di monitoraggio è stata effettuata in funzione delle possibili attività interferenti, focalizzando l'attenzione sulle aree di cantiere ritenute l'interferenza potenziale di maggiore significatività, sia che l'area di cantiere sia destinate, a conclusione dei lavori, al suo uso originario sia che sia destinata ad altri usi.

Sono state pertanto individuate le seguenti aree da sottoporre a monitoraggio:

- lavorazioni nell'alveo del torrente Bisagno;
- area di cantiere ex canile comunale;
- area di cantiere di sbocco a mare.

8.2 Parametri da monitorare

La scelta dei parametri è stata dettata dalla necessità di poter disporre di valori di concentrazione limite, previsti dalla vigente normativa, rispetto ai quali confrontare le concentrazioni rilevate, al fine di poter individuare da un lato eventuali situazioni che richiedono approfondimenti nella comprensione dei fenomeni in atto prima dell'avvio lavori, dall'altro, soprattutto per la fase PO, eventuali fenomeni di inquinamento potenzialmente connessi alle lavorazioni effettuate.

Il riferimento normativo è costituito dal D.lgs. 152/06, Parte IV, Titolo V, Tabella 1, colonna A e colonna B. I parametri da monitorare e i relativi valori limite sono riportati nella seguente Tabella 4.

Parametro	Colonna A	Colonna B
	Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale (mg kg-1espressi come s.s.)	Suoli ad uso Commerciale o Industriale (mg kg-1 espressi come s.s.)
Arsenico	20	50
Cadmio	2	15
Cromo totale	150	800
Cromo VI	2	15
Mercurio	1	5
Nickel	120	500
Piombo	100	1000
Rame	120	600
Vanadio	90	250
Zinco	150	1500
Idrocarburi C<12	10	250
Idrocarburi C>12	50	750

Tabella 4 – Set di parametri da analizzare

Circa il monitoraggio dei movimenti del terreno (mire topografiche, assestimetri e inclinometri, ecc.), si rimanda agli specifici elaborati di PE nei quali è prevista l'installazione di strumentazione per il monitoraggio dei cedimenti potenzialmente connessi alla realizzazione delle opere in progetto.

8.3 Modalità di esecuzione del monitoraggio

Il monitoraggio della componente Suolo prevede l'esecuzione unicamente delle fasi *ante operam* e *post operam*.

Lo scopo della fase AO è caratterizzare il suolo e il sottosuolo nelle aree soggette a interferenza di lunga durata (cantieri).

Nella fase PO sarà invece verificata l'assenza di inquinamento del suolo e del sottosuolo per cause connesse al periodo di utilizzo dell'area di cantiere, finalizzate a fornire una descrizione complessiva delle caratteristiche fisico-chimiche dei suoli.

Il prelievo dei campioni è effettuato con l'ausilio di un escavatore. Lo scavo avrà una profondità di 2 m dal p.c. All'interno di ogni foro saranno prelevati i seguenti campioni compositi:

- campione n. 1: da 0 a 1 m dal. p.c.;
- campione n. 2: nella zona di fondo scavo;
- campione n. 3: nella zona intermedia tra i due.

8.4 Individuazione punti di monitoraggio e tempistica dei rilievi

Il numero e l'ubicazione dei punti di prelievo sono stati definiti tenuto conto delle dimensioni delle aree di cantiere oggetto di monitoraggio e delle attività in esse previste:

- lavorazioni nell'alveo del torrente Bisagno: n. 2 punti di campionamento.
- area di cantiere ex canile comunale: n. 6 stazioni di monitoraggio;
- area di cantiere di sbocco a mare: n. 2 punti di campionamento.

La tabella seguente riassume la definizione spaziale e temporale dei rilievi previsti sul singolo corpo idrico monitorato.

Intervento	Punto di monitoraggio	Tempistica		
		A.O.	C.O.	P.O.
Cantiere ex-canile	SUO1	1 misura		1 misura
	SUO2	1 misura		1 misura
	SUO3	1 misura		1 misura
	SUO4	1 misura		1 misura
	SUO5	1 misura		1 misura
	SUO6	1 misura		1 misura
Cantiere di sbocco a mare	SUO7	1 misura		1 misura
	SUO8	1 misura		1 misura
Alveo del torrente Bisagno	SUO9	1 misura		1 misura
	SUO10	1 misura		1 misura

Tabella 5 – Punti di monitoraggio Suolo e sottosuolo

9 ACQUE SOTTERRANEE

Le attività di costruzione potenzialmente interferenti con la componente Acque sotterranee sono essenzialmente quelle che comportano la realizzazione di manufatti in profondità. L'ubicazione dei punti di monitoraggio è effettuata pertanto in funzione della tipologia di intervento previsto nonché delle caratteristiche idrogeologiche dell'area interessata dall'intervento (permeabilità dell'acquifero, profondità della falda…).

9.1 Ambito di monitoraggio e scelta dei punti di misura

Sulla base della tipologia degli interventi previsti nonché delle caratteristiche idrogeologiche dell'area interessata dagli stessi, sono stati individuati i seguenti ambiti da sottoporre a monitoraggio:

- un intorno del tracciato della galleria scolmatrice ritenuto significativo in relazione alle caratteristiche idrogeologiche dell'area interessata dall'opera;
- l'alveo del torrente Bisagno nei pressi dell'area d'intervento.

9.2 Parametri da monitorare

I parametri di monitoraggio sono stati scelti in funzione della loro significatività ai fini della stima dei possibili effetti, sulla componente ambientale indagata, derivanti dalla realizzazione ed esercizio dell'opera in progetto.

Sono previste due tipologie di parametri:

- **in situ**: ossigeno disciolto, ossigeno %, temperatura dell'aria, temperatura dell'acqua, potenziale redox, pH, conducibilità elettrica e livello statico;
- **di laboratorio**: cloruri, solfati, Idrocarburi totali, IPA, ione ammonio, tensioattivi anionici, COD, alluminio, cadmio, cromo totale, zinco, rame, nichel, piombo, arsenico, calcio, magnesio, potassio, sodio, ferro, manganese, bario, selenio, berillio, mercurio disciolto.

Il monitoraggio dei parametri in situ e di laboratorio è eseguito nelle fasi *ante operam* e corso d'opera. Nella fase *post operam* è previsto il monitoraggio del solo livello statico.

Per i metalli, il monitoraggio del set completo è stato previsto ed effettuato solo nella fase ante operam, allo scopo di caratterizzare il sito di indagine, mentre nelle fasi di corso d'opera e post operam, il set da monitorare dovrà essere definito in funzione delle caratteristiche del calcestruzzo utilizzato.

9.3 Modalità di esecuzione del monitoraggio

Il monitoraggio è articolato nelle tre fasi di *ante operam* (AO), corso d'opera (CO) e *post operam* (PO).

Fase AO

E' finalizzata alla caratterizzazione delle acque sotterranee prima dell'inizio delle attività interferenti e fornisce gli elementi conoscitivi necessari per permettere l'individuazione delle eventuali variazioni di stato durante la costruzione e l'esercizio dell'opera.

La durata della fase è di un anno, con 4 letture del livello statico (frequenza trimestrale) e 2 campionamenti per gli altri parametri (frequenza semestrale). In caso di impossibilità di effettuare il monitoraggio AO saranno considerati i dati provenienti dalle Attività di monitoraggio ambientale riguardante l'intervento denominato DSU100 Sscolmatore del Torrente Bisagno in Comune di Genova – Progetto definitivo (Gennaio 2010 – dicembre 2012) a firma del Direttore dei Lavori Dott. Perasso.

Fase CO

E' finalizzata alla caratterizzazione delle acque sotterranee durante l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera, al fine di individuare eventuali interferenze rispetto alle previsioni dello studio di impatto ambientale, nonché le contromisure da adottare e la loro efficacia.

Durante lo svolgimento di lavorazioni profonde, sono applicate le stesse tempistiche e frequenze previste per l'AO fino alla significatività del dato. Per quanto concerne la realizzazione della galleria, i punti di monitoraggio saranno attivati mano a mano che si procederà con l'avanzamento del fronte di scavo. Il monitoraggio sui piezometri è esteso in fase CO fino alla significatività del dato.

Fase PO

Questa fase avrà una durata di due anni a partire dal termine delle attività di costruzione e consisterà nella misurazione quadrimestrale del livello statico.

9.4 Individuazione punti di monitoraggio e tempistica dei rilievi

I punti di monitoraggio sono individuati in corrispondenza dei piezometri realizzati nelle diverse fasi di indagine che hanno seguito l'iter progettuale dello scolmatore.

Nel caso del torrente Bisagno i punti di monitoraggio sono stati individuati secondo il criterio idrografico "monte" e "valle", allo scopo di consentire l'individuazione e valutazione delle eventuali modificazioni di stato delle acque di falda tra i due punti determinati dalle interferenze con le opere e le attività in progetto.

La tabella seguente riassume la definizione spaziale e temporale dei rilievi previsti sul singolo corpo idrico monitorato.

Intervento	Punto di monitoraggio	Tempistica		
		A.O.	C.O. (per anno di attività)	P.O. (per anno)
Torrente Bisagno	Asot1 (monte)	n. 4 letture del livello statico (frequenza trimestrale) e n. 2 campionamenti per gli altri parametri (frequenza semestrale	Vedi A.O.	n. 4 letture del livello statico (frequenza trimestrale)
	Asot2 (valle)	n. 4 letture del livello statico (frequenza trimestrale) e n.2 campionamenti per gli altri parametri (frequenza semestrale	Vedi A.O.	n. 4 letture del livello statico (frequenza trimestrale)
Galleria scolmatrice	Asot3	con 4 letture del livello statico (frequenza trimestrale) e 2 campionamenti per gli altri parametri (frequenza semestrale	Vedi A.O.	n. 4 letture del livello statico (frequenza trimestrale)
	Asot4	n. 4 letture del livello statico (frequenza trimestrale) e n. 2 campionamenti per gli altri parametri (frequenza semestrale	Vedi A.O.	n. 4 letture del livello statico (frequenza trimestrale)
	Asot5	n. 4 letture del livello statico (frequenza trimestrale) e n. 2 campionamenti per gli altri parametri (frequenza semestrale	Vedi A.O.	n. 4 letture del livello statico (frequenza trimestrale)
	Asot6	n. 4 letture del livello statico (frequenza trimestrale) e n. 2 campionamenti per gli altri parametri (frequenza semestrale	Vedi A.O.	n. 4 letture del livello statico (frequenza trimestrale)
	Asot7	n. 4 letture del livello statico (frequenza trimestrale) e n. 2 campionamenti per gli altri parametri (frequenza semestrale	Vedi A.O.	n. 4 letture del livello statico (frequenza trimestrale)

	Asot8	n. 4 letture del livello statico (frequenza trimestrale) e n 2 campionamenti per gli altri parametri (frequenza semestrale	Vedi A.O.	n. 4 letture del livello statico (frequenza trimestrale)

Tabella 6 – Punti di monitoraggio Acque sotterranee

10 RUMORE

10.1 Ambito di monitoraggio e scelta dei punti di misura

Scopo del monitoraggio acustico in corso d'opera e quello di fornire una garanzia del rispetto dei limiti e delle prescrizioni a cui il cantiere è soggetto.

Il monitoraggio è finalizzato alla verifica dell'impatto acustico sui recettori prossimi al cantiere e all'adozione di azioni correttive piuttosto che ad una semplice funzione informativa.

I cantieri per la realizzazione della galleria scolmatrice del Bisagno si trovano in contesti urbanistici in cui altre sorgenti producano livelli sonori comparabili con quelli del cantiere.

Le principali sorgenti interferenti sono le infrastrutture di trasporto e i ricettori più esposti spesso si trovano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, cosicché la loro rumorosità non va aggiunta a quella del cantiere per verificare il rispetto dei limiti di zona (vedi D.P.C.M. 14/11/97 art 3 comma 2 e 3).

10.2 Parametri da monitorare

Prima dell'inizio delle misure è indispensabile acquisire tutte le informazioni che possono condizionare la scelta del metodo, dei tempi e delle posizioni di misura. I rilievi di rumorosità devono pertanto tenere conto delle variazioni sia dell'emissione sonora delle sorgenti che della loro propagazione.

Devono essere rilevati tutti i dati che conducono ad una descrizione delle sorgenti che influiscono sul rumore ambientale nelle zone interessate dall'indagine.

Parametri:

- **LAeq**: Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A";
- **Ln**: Livello percentile L95, L5.

10.3 Modalità di esecuzione del monitoraggio

Le misure dovranno essere eseguite in linea con quanto stabilito dal DM 16/03/98 - Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico (allegato B).

In presenza di altre sorgenti di rumore il monitoraggio dovrà essere eseguito in modo da garantire la determinazione della immissione sonora del solo cantiere "UNI 10855 del dicembre 1999 – "Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti".

Le condizioni meteorologiche devono essere conformi a quanto stabilito dal D.M. 16 marzo 1998 l'allegato B art.7 "Le misurazioni devono essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s. Il microfono deve essere comunque munito di cuffia antivento".

10.4 Individuazione punti di monitoraggio e tempistica dei rilievi

I rilevamenti fonometrici dovrebbero essere eseguiti all'interno dell'unità abitativa del recettore oggetto di indagine. In alternativa in prossimità della facciata del recettore a non meno di 1m.

La tipologia di misurazioni è del tipo breve e non in continuo, ma presidiata.

Durante i rilievi fonometrici è necessaria la presenza di un operatore per poter distinguere il caso in cui il superamento dei limiti sia attribuibile al cantiere o ad altre sorgenti diversamente regolate o comunque non sotto il controllo dell'impresa affidataria.

Frequenza delle misurazioni: per ogni nuova fase critica e ad ogni impiego di nuovi macchinari.

Le misure di monitoraggio acustico dovranno essere effettuate con fonometro mediatore integratore e analizzatore di spettro conforme alla Classe 1 di precisione, calibrato con calibratore di Classe 1, in accordo con le specifiche imposte dal D.M. 16 marzo 1998.

Le misure acustiche dovranno essere effettuate e sottoscritte, ai sensi dell'art. 2, comma 6 della L. n. 447/95, da un Tecnico Competente in Acustica Ambientale.

Postazioni di misura

Cantiere principale area ex-canile

- Recettore R1 - Recettore residenziale pluripiano
- Recettore R2 – Recettore sensibile (edificio scolastico)
- Recettore R4 - Recettore residenziale pluripiano

Interventi opera di presa

- Recettore R5 - Recettore residenziale pluripiano
- Recettore R6 - Recettore residenziale pluripiano

Cantiere sbocco a mare

- Recettore R7 - Recettore residenziale pluripiano
- Recettore R8 - Recettore residenziale pluripiano

11 VIBRAZIONI

11.1 Ambito di monitoraggio e scelta dei punti di misura

Data la tipologia di opere e il significativo sviluppo lineare, sarà previsto un monitoraggio in corso d'opera da svilupparsi secondo tempistiche articolate sulla base dell'effettivo andamento delle lavorazioni, previa verifica dell'assenza di condizioni al contorno tali da alterare in maniera significativa le risultanze del monitoraggio stesso. Mediante il monitoraggio vibrometrico si consentirà di poter prontamente apportare, in funzione dei risultati ottenuti, eventuali modifiche o integrazioni sia ai sistemi di smorzamento che ai tempi di lavorazione.

11.2 Parametri da monitorare

La UNI 9916 (2004) "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici "fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratori per permettere la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

Il 7 settembre 2017 è entrata in vigore la norma UNI 9614:2017 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo", che sostituisce la precedente versione (del 1990) e definisce il metodo di misurazione delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti interne o esterne agli edifici e i criteri di valutazione del disturbo delle persone all'interno degli edifici stessi.

La norma modifica, in modo sostanziale, la versione precedente introducendo un approccio innovativo e profondamente diverso nelle modalità di valutazione dei disturbi da vibrazione.

Essa fa riferimento alla ISO 2631-2:2003, prevalentemente per i metodi di misurazione e valutazione, ed alla norma norvegese NS 8176.E.

11.3 Modalità di esecuzione del monitoraggio

La vibrazione può essere misurata attraverso una qualunque delle grandezze cinematiche: accelerazione; velocità; spostamento.

L'accelerazione è la grandezza più facilmente misurabile grazie alla disponibilità di strumenti (accelerometri) molto efficienti che possiedono sensibilità e risposta in frequenza adeguate e robustezza e facilità d'impiego elevata.

La velocità è la grandezza normalmente utilizzata per definire parametri e valori di riferimento nella valutazione del danno essendo direttamente legata all'energia cinetica.

Relativamente alla componente vibrazioni dovranno essere svolti rilievi finalizzati a valutare il possibile disturbo sulle popolazioni e le possibili interazioni con impianti di precisione.

La stazione di monitoraggio dovrà essere costituita da una unità di registrazione munita di geofono triassiale, per la misura della velocità di vibrazione, e di un microfono per la misura della sovrapressione aerea.

11.4 Individuazione punti di monitoraggio e tempistica dei rilievi

Le attività di monitoraggio in corso d'opera dovranno essere estese per tutta la durata dei lavori, con la possibilità di "regolare" i tempi di effettuazione delle campagne in relazione all'avanzamento dei lavori e alle specifiche problematiche che verranno riscontrate.

Prima dell'inizio dei lavori, si dovrà valutare, al fine di tutelare l'amministrazione da eventuali richieste di danno, l'opportunità di eseguire uno stato di consistenza in corrispondenza degli edifici compresi all'interno delle aree indicate.

Prima di procedere alla realizzazione della galleria di servizio per accesso al camerone di montaggio della TBM sarà necessario un monitoraggio sismico preliminare per valutare la possibilità di realizzare lo scavo con esplosivo.

Frequenza delle misurazioni

Si procederà al riesame di tutti i punti di monitoraggio in base al cronoprogramma delle lavorazioni e si stabilirà per ogni tipologia di recettori un apposito monitoraggio che permetterà dove possibile la riduzione del periodo di monitoraggio o l'anticipazione del monitoraggio in base alla durata effettiva dei lavori e al tipo di parametri da indagare.

La strumentazione sarà costituita da sensori di misura trasduttori atti a misurare grandezze fisiche (siano esse cinematiche, meccaniche o di altro tipo) sia in campo statico sia in campo dinamico.

La stazione di monitoraggio dovrà essere costituita da una unità di registrazione munita di geofono triassiale, per la misura della velocità di vibrazione, e di un microfono per la misura della sovrappressione aerea.

Il posizionamento e l'accoppiamento dei trasduttori sono i due fattori più importanti per assicurare la precisione della registrazione delle velocità di vibrazione indotte.

In caso di valori di accelerazione significativi è comunque meglio prevedere un ammorsamento rigido alle strutture.

Il monitoraggio strumentale dovrà essere condotto, con particolare attenzione e scrupolo, sugli edifici che intersecano il tracciato della galleria e caratterizzate da coperture inferiori a 40 m.

Recettore	PK [m]	Ricoprimento [m]	Tipologia di scavo
6	0+200.00	15m	TBM
27	0+600.00	20m	TBM
74	2+200.00	40m	TBM
82	3+735.00	40m	TBM
87	6+550.00	25m	Cunei idraulici

Tabella 7 – Recettori oggetto di monitoraggio Vibrazioni

Durante le operazioni di scavo per la realizzazione della galleria di servizio l'impresa esecutrice dovrà predisporre delle stazioni di monitoraggio sugli edifici evidenziati in rosso sull'immagine sottostante.

Il monitoraggio, non in continuo, dovrà essere effettuato fino al completamento della galleria di servizio.

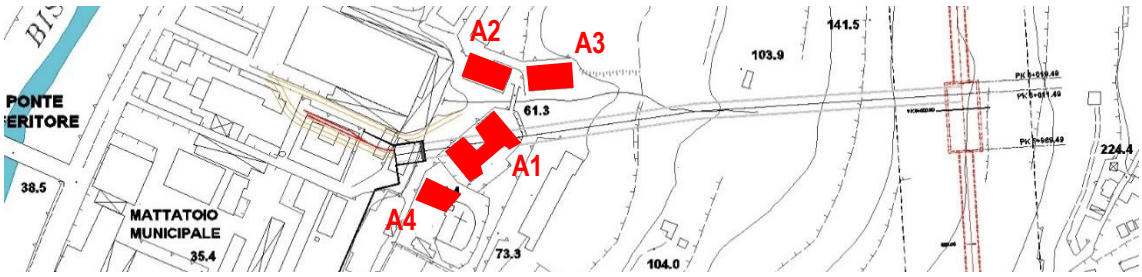


Figura 11-1 – Recettori con sistema di monitoraggio fisso

Si rende necessario realizzare *ante operam* un'attenta indagine fotografica dei recettori evidenziati per la mappatura del quadro fessurativo e lo stato di conservazione.

Recettore	Destinazione d'uso
A1	Edificio scolastico
A2	Edificio residenziale pluripiano
A3	Edificio residenziale pluripiano
A4	Edificio religioso

Tabella 8 – Recettori oggetto di monitoraggio Vibrazioni – Sistema monitoraggio fisso

12 PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI

Il monitoraggio ambientale della componente Paesaggio, patrimonio culturale e beni materiali ha lo scopo di rilevare eventuali alterazioni della percezione visiva dei caratteri paesistici del territorio determinate dall'opera in progetto.

12.1 Ambito di monitoraggio e scelta dei punti di misura

I punti di monitoraggio sono costituiti da punti di ripresa panoramica da e verso elementi significativi dell'opera individuati sulla base di due tipologie di percezione visiva:

1. *Percezione dinamica del paesaggio*: sperimentata da osservatori in movimento sulla viabilità principale e/o sulle strade di valenza storica e paesaggistica/panoramica, qualora individuate dai piani urbanistici comunali;

2. *Percezione statica del paesaggio*: sperimentata da osservatori localizzati presso i principali beni di valore storico testimoniale che guardano in direzione della futura opera.

Entrambe le tipologie di ricettori sono definite da tre elementi geometrici:

- un punto (definito planimetricamente da coordinate georeferenziate);
- un vettore (che indica la direzione e il verso principale di vista);
- un semipiano (orientato perpendicolarmente alla direzione del vettore).

Nel caso dei ricettori di tipo 1, la direzione del punto di vista è determinata dall'asse della strada individuata e il verso è dettato dal senso di marcia per il quale è visibile uno scenario impattante appartenente all'opera. Nel caso dei recettori di tipo 2, si assume come direzione quella del vettore congiungente il ricettore al tratto d'infrastruttura caratterizzato da una delle tipologie impattanti nel punto di minima distanza.

12.2 Parametri da monitorare

Il monitoraggio della componente è effettuato tramite un'immagine fotografica panoramica acquisita utilizzando apposita attrezzatura in modo da fornire una rappresentazione a 180° della visuale dai punti di rilievo.

Il semipiano a 180° è ottenuto dalla ripresa in sequenza di foto con diverse direzioni su un piano orizzontale. Un numero sufficiente d'immagini parzialmente sovrapposte permette, una volta accostate, la ricostruzione dell'intero orizzonte.

12.3 Modalità di esecuzione del monitoraggio

Il monitoraggio della componente verrà realizzato nelle fasi di *ante operam* (AO) e *post operam* (PO).

In ognuna delle due fasi, i rilievi fotografici saranno eseguiti due volte nell'arco di un anno, nei seguenti due periodi:

- primo periodo: compreso tra giugno e luglio, riferito al paesaggio estivo;
- secondo periodo: compreso tra gennaio e febbraio, riferito al paesaggio invernale.

12.4 Individuazione punti di monitoraggio e tempistica dei rilievi i

I punti di monitoraggio della componente sono riportati nella tabella seguente che indica per ogni punto di monitoraggio oltre alla localizzazione, l'elemento progettuale interferente con il contesto paesaggistico e la tipologia di percezione visiva considerata.

Punto di monitoraggio	Localizzazione	Elemento	Tipologia statico/dinamico	Tipologia (statico/dinamico)
PAE1-N	Ponte Ugo Gallo-direzione Nord	Briglia e opera di sfioro	D	D
PAE1-S	Ponte Ugo Gallo-direzione Sud	Briglia e opera di sfioro – cantiere area ex canile comunale	D	D
PAE2	Via Emilia – Direzione E	Briglia e opera di sfioro	D	D
PAE3	Via Emilia – Direzione W	Briglia e opera di sfioro		
PAE4-N	Ponte pedonale sul Bisagno -direzione Nord	Briglia e opera di sfioro	D	D
PAE4-S	Ponte pedonale sul Bisagno -direzione Sud	Cantiere area ex canile comunale	D	D
PAE5	Villa Brignole-Sale Via Spalato	Cantiere area ex canile comunale	S - beni paesaggistici (5)	S
PAE6	Arenile prospiciente Corso Italia - direzione Nord	Sbocco in mare	D	
PAE7	Arenile prospiciente Corso Italia – direzione Sud	Sbocco in mare	D	

Tabella 9 – Punti di monitoraggio Paesaggio