REGIONE LIGURIA
DIPARTIMENTO PROGRAMMI REGIONALI, PORTI, TRASPORTI, LAVORI PUBBLICI ED EDILIZIA
Settore Progetti Infrastrutture Viabilità Porti e Logistica

Anas S.p.A.
Direzione Centrale Progettazione

InfrastruttureLiguria
GRUPPO FILSE

CONVENZIONE DEL 14 SETTEMBRE 2009 TRA REGIONE LIGURIA E INFRASTRUTTURE LIGURIA S.R.L. PER LA REALIZZAZIONE DI ATTIVITÀ PER L'ATTUAZIONE DEL PROGRAMMA DI STUDI E PROGETTAZIONI INFRASTRUTTURALI STRATEGICHE

Oggetto:

VARIANTE DI TRACCIATO ALLA S.S.1 AURELIA – CAPO NOLI

Titolo:

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE - PIANO DI MONITORAGGIO

Doc. n: 02A\AUT\AMB\R007

Rev.	Data	Sez.	Pag.	Redatto	Controllato	Approvato	Descrizione
1	26/05/14	7	21	IL	FB	SB	Per Emissione

Spazio riservato alla codifica ANAS

CODICE PROGETTO	CODICE ELABORATO	RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
DP GE05 D 11 01	T 00 IA 00 AMB RE 07	*Ing. Nicola Dinnella*

INDICE

1 PREMESSA 4

1.1 CRITERI DI BASE DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE 4

1.2 DESCRIZIONE GENERALE E OBIETTIVI DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO 4

2 ATMOSFERA 7

2.1 CRITERI DI BASE PER IL MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA 7

2.2 METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO 7

2.2.1 Polveri 8

2.2.2 Inquinanti 8

2.3 UBICAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO 9

2.4 FREQUENZE DI MONITORAGGIO 10

3 RUMORE 10

3.1 CRITERI DI BASE - MONITORAGGIO ACUSTICO 10

3.2 METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO 10

3.3 UBICAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO 11

3.4 FREQUENZE DI MONITORAGGIO 11

4 VIBRAZIONI 12

4.1 CRITERI DI BASE DEL MONITORAGGIO DELLA VIBRAZIONI 12

4.2 METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO 13

4.3 UBICAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO 13

4.4 FREQUENZE DI MONITORAGGIO 14

5 FLORA, FAUNA, VEGETAZIONE ED ECOSISTEMI 14

5.1 CRITERI DI BASE - MONITORAGGIO FLORA, FAUNA, VEGETAZIONE ED ECOSISTEMI 14

5.2 METODOLOGIE DI MONITORAGGIO 14

5.2.1 Vegetazione 14

5.2.2 Fauna 14

5.3 UBICAZIONE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO 15

5.4 FREQUENZE DI MONITORAGGIO 15

6 AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE 16

6.1 CRITERI DI BASE - MONITORAGGIO AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE 16

6.2 METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO 16

6.3 UBICAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO 17

6.4 FREQUENZE DI MONITORAGGIO 17

7 IDROGEOLOGIA 17
7.1 CRITERI DI BASE - MONITORAGGIO IDROGEOLOGICO 17
7.2 METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO 18
7.3 UBICAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO 18
7.4 FREQUENZE DI MONITORAGGIO 18

FIGURE IN CALCE AL TESTO

Figura 1: Ubicazione delle stazioni di campionamento

1 PREMESSA

1.1 CRITERI DI BASE DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), sviluppato concordemente al progetto definitivo e alla documentazione dello Studio di Impatto Ambientale, definisce l'insieme dei controlli di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali potenzialmente impattate dalla realizzazione e/o dall'esercizio delle opere in progetto.
Il progetto di Piano di Monitoraggio ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni perturbative che intervengono nell'ambiente durante la costruzione dell'opera e dopo la sua entrata in esercizio e si pone i seguenti obiettivi principali:

- prevenzione delle alterazioni ambientali;
- rappresentazione delle evoluzioni in atto nei comparti ambientali, sulla base di indicatori efficaci e sensibili per la descrizione dei fenomeni e per la segnalazione di situazioni di rischio.

La programmazione del PMA è delineata in relazione allo svolgimento delle attività di cantiere, rilevanti dal punto di vista ambientale secondo tipologie o raggruppamenti (ad esempio scavi, asportazione materiali,etc.) che potranno essere concordati con le Autorità competenti in base al programma lavori. Tale approccio consentirà di focalizzare l'attenzione su tutte le operazioni che rivestono un'importanza strategica nelle attività di controllo e di salvaguardia della salute dei cittadini, attività che si devono protrarre per tutta la durata della realizzazione dell'opera.
Le modalità di trasmissione delle risultanze delle attività di monitoraggio verranno concordate con le Autorità competenti.
Il PMA permette inoltre nel caso in cui si verifichino problemi o anomalie di disporre e definire le possibili soluzioni alle criticità insorte, a tal fine saranno definiti e concordati con le Autorità competenti le soglie di riferimento per la definizione delle situazioni anomale e critiche suscettibili di eventuali azioni preventive o correttive; tali soglie, per svolgere un'azione preventiva, saranno nella maggior parte dei casi, concordate al di sotto dei limiti imposti dalla normativa in vigore.
Al fine di garantire la trasparenza delle informazioni sia alle Autorità competenti sia al pubblico, si prevede la redazione e la pubblicazione di rapporti informativi delle attività di monitoraggio ogni 6 mesi.

1.2 DESCRIZIONE GENERALE E OBIETTIVI DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

La presente proposta di PMA ha lo scopo di pianificare le attività di monitoraggio necessarie per individuare le possibili alterazioni indotte sull'ambiente, dovute alla realizzazione e all'esercizio dell'opera.
Le componenti ambientali che saranno essere sottoposte a monitoraggio in quanto interferite dall'opera nelle fasi di costruzione ed esercizio sono:

- atmosfera;
- rumore;
- vibrazioni;
- componenti biotiche (flora, fauna, ecosistemi).
- ambiente idrico superficiale;
- idrogeologia.

Le attività d'indagine sono di seguito pianificate considerando genericamente la suddivisione cronologica in tre fasi:

- fase ante-operam (AO): il monitoraggio è volto alla definizione dei parametri di qualità ambientale di background utile alla costituzione di un database rappresentativo dello stato "zero" dell'ambiente nell'area di progetto (tracciato di progetto, aree di cantiere e viabilità interferita) prima della costruzione. La definizione dello stato "zero" consente il successivo confronto con i controlli effettuati in corso d'opera e in fase di esercizio.
  Le attività di campionamento nella fase ante-operam prevedono l'analisi dei principali indicatori ambientali, quali:
  - qualità dell'aria,
  - livelli di rumore,
  - vibrazioni,
  - analisi quali-quantitativa delle acque di falda (idrogeologia),
  - componenti biotiche.
- fase di costruzione (CO): al fine di analizzare l'evoluzione degli indicatori ambientali, rilevati nella fase precedente, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte dalla realizzazione dell'opera a progetto, durante la fase di costruzione saranno valutati gli impatti ambientali associati. L'attività di monitoraggio coprirà l'intero periodo della fase di cantiere.
  Le attività di campionamento previste per la fase di costruzione prevedono l'analisi di:
  - qualità dell'aria,
  - livelli di rumore,
  - vibrazioni,
  - qualità delle acque superficiali,
  - analisi quali-quantitativa delle acque di falda (idrogeologia),
  - componenti biotiche.
- fase di esercizio (ES): avrà inizio non appena l'infrastruttura stradale entrerà in esercizio e proseguirà durante l'anno successivo. Dopo il primo anno di monitoraggio durante la fase di esercizio si prevede che il PMA possa essere debitamente aggiornato al fine di garantire l'ottimizzazione dello sforzo di campionamento e l'indirizzamento delle attività alle componenti maggiormente interferite. I dati rilevati in questa fase saranno fondamentali per effettuare un confronto con quelli definiti durante la fase ante-operam e verificarne la compatibilità ambientale.
  Le attività di campionamento previste per la fase di esercizio prevedono l'analisi degli aspetti ambientali connessi all'esercizio dell'opera a progetto, quali:
  - qualità dell'aria,
  - livelli di rumore,
  - analisi quali-quantitativa delle acque di falda (idrogeologia),
  - componenti biotiche.

In *Tabella 1.1* sono riassunte le fasi di monitoraggio previste per le diversi componenti ambientali.

Componente Ambientale	Fase di Progetto		
	AO	CO	ES
Atmosfera	Si	Si	Si
Rumore	No	Si	Si
Vibrazioni	No	Si	No
Componenti Biotiche (Vegetazione,Flora,Fauna,Ecosistemi)	Si	Si	Si
Ambiente Idrico Superficiale	No	Si	No
Idrogeologia	Si	Si	Si

Tabella 1.1 – Componenti ambientali monitorate

In accordo con quanto sopra riportato il PMA prevede che le stazioni di monitoraggio siano codificate, per ogni componente indagata, seguendo la seguente nomenclatura:
Cod. Componente_Codice Zona_No. Stazione

2 ATMOSFERA

2.1 CRITERI DI BASE PER IL MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Le problematiche legate all'inquinamento atmosferico riguardano gli impatti che possono verificarsi per la diffusione di polveri in fase di cantierizzazione e per le emissioni del traffico veicolare in fase di esercizio dell'infrastruttura stradale.
La diffusione di polveri che si verifica nell'ambiente esterno in conseguenza dei lavori di scavo, della movimentazione di materiali da costruzione e di risulta lungo la viabilità di cantiere e sulle sedi stradali ordinarie, rappresenta un problema avvertito dalle comunità locali per due ordini di considerazioni:

- gli ambiti spaziali interessati dai fenomeni di dispersione e di sedimentazione del materiale particolato sono rappresentati da aree urbanizzate e turistiche;
- la dispersione e sedimentazione di polveri ha effetti facilmente rilevabili dalla popolazione; si tratta infatti di fenomeni visibili anche a distanza (nubi di polveri), che hanno la possibilità di arrecare disturbi diretti agli abitanti (deposito di polvere sui balconi, sui prati, sulle aree coltivate, etc., nonché inalazione delle stesse).

Per il monitoraggio si farà ricorso a misure di concentrazione di inquinanti atmosferici effettuate con mezzi mobili e da misure di parametri meteoclimatici (direzione del vento, velocità del vento, temperatura, umidità relativa, pressione barometrica, radiazione solare totale, pioggia).
Durante la fase di costruzione, le attività di monitoraggio saranno mirate soprattutto al controllo dell'evoluzione degli indicatori di qualità dell'aria e degli indicatori meteo climatici 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 sarà riservata al controllo dei livelli di concentrazione del particolato fine (PM10 e PM2.5) e alle emissioni di ossidi di azoto (NOx), ossidi di zolfo (SO2), monossido di carbonio (CO), ozono (O3), idrocarburi e polveri totali sospese (PTS).
Nell'ambito del presente PMA, la scelta preliminare dei siti idonei al monitoraggio della qualità dell'aria, è stata condotta sulla base delle valutazioni effettuate nell'ambito dello SIA e grazie a sopralluoghi di verifica per l'aggiornamento della situazione attuale dell'area in esame. I siti di monitoraggio sono stati individuati in funzione di:

- presenza di ricettori sensibili (zone residenziali, scuole, centri sportivi) per valutare l'impatto sulla salute;
- presenza di aree naturali, per valutare l'impatto sulla vegetazione e gli ecosistemi;
- programmazione dei cantieri di fronte lavori;
- distanza (indicativamente entro i 100 m) dal perimetro esterno delle aree di cantiere e delle strade di accesso;
- caratteristiche meteorologiche dell'area e orografia.

2.2 METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO

I rilievi saranno eseguiti mediante utilizzo di strumentazione automatica o portatile. Tutti gli analizzatori saranno in grado di funzionare 24 ore su 24 e saranno conformi a quanto previsto dalla normativa di riferimento in materia:

- DM No. 60 del 2 Aprile 2002 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 Aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio";

- D.Lgs No. 183 del 21 Maggio 2004 “Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all’ozono nell’aria”;
- D.Lgs No. 152/2006 “Norme in materia ambientale”;
- D.Lgs 3 Agosto 2007, No. 152 “Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l’arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell’aria ambiente”.

Il PMA prevede in particolare la realizzazione di campagne di misura da eseguirsi con laboratorio mobile, ai sensi del DM 60/02, del D.Lgs 183/04 e della Direttiva 2004/107/CE e alla classificazione U.S. EPA.
Durante la fase di cantiere i monitoraggi saranno eseguiti negli stessi punti definiti per la fase ante-operam. La metodica di monitoraggio in particolare si compone delle seguenti fasi:

- sopralluogo nell’area di prevista ubicazione del cantiere: nel corso del sopralluogo saranno stabilite le posizioni dei punti di misura destinate al monitoraggio delle concentrazioni. 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. Nella fase di costruzione saranno individuate inoltre le fasi e sottofasi operative delle attività che saranno svolte, al fine di riconoscere la localizzazione dei carichi emissivi;
- svolgimento della campagna di misure;
- compilazione delle schede di rilevamento.

I risultati delle elaborazioni dati delle campagne di misura saranno confrontati con stazioni fisse di riferimento significative, non direttamente influenzate da particolari fonti di pressione ed ottemperante ai dettami della normativa. Potranno essere utilizzate allo scopo le stazione di monitoraggio facenti parte della rete di monitoraggio dell’ARPA Liguria, della Provincia di Savona o del comune di Noli
Nel presente PMA le misurazioni per la qualità dell’aria (polveri e inquinanti) sono state codificate con il codice “ATM”.
Di seguito si riportano caratteristiche e principi di funzionamento degli strumenti più comunemente utilizzati nelle centraline di monitoraggio, per le misure previste nel presente PMA.

2.2.1 Polveri

I metodi di misura delle polveri potranno prevedere l’utilizzo di:

- analizzatore automatico portatile a metodo gravimetrico per la determinazione del materiale particellare sospeso (PTS): tale metodo si basa sul principio della filtrazione dell'aria con conseguente raccolta del particolato in sospensione. La concentrazione finale del materiale particellare totale sospeso in aria, raccolto per un determinato periodo di tempo a flusso di aspirazione controllato, viene ottenuta associando al volume di aria aspirata il quantitativo di particolato misurato (misura del peso finale del filtro);
- analizzatore per PM10 e PM2.5 a raggi β: secondo il metodo di riferimento indicato dalle norme USEPA 201A, il campione viene aspirato mediante una pompa ad alto volume e le polveri in essa contenute vengono fatte depositare su un nastro di carta. Lo strumento effettua una misurazione di radiazione che attraversa il nastro prima dell’aspirazione ed un’altra misura dopo l’aspirazione. La polvere depositata sul nastro determina un’attenuazione della quantità di radiazione che riesce ad attraversare il nastro; l’attenuazione è proporzionale alla quantità di polvere depositata.

2.2.2 Inquinanti

Si riporta nel seguito la descrizione dei metodi di misura dei principali inquinanti atmosferici oggetto del PMA:

- NOx: determinazione mediante analizzatore per ossidi di azoto a chemiluminescenza. Il campione è aspirato attraverso una cella di lettura divisa in due camere buie e messo in contatto con ozono. L’eventuale monossido di azoto presente (NO) reagisce con l’ozono causando l’emissione di fotoni

(chemiluminescenza) in quantità proporzionale all'NO presente. La lettura del biossido di azoto (NO2) è invece effettuata mediante riduzione a NO e lettura dopo reazione con ozono;

- SO2: determinazione mediante analizzatore di biossido di zolfo a fluorescenza pulsata UV (350 nm);
- CO: determinazione mediante analizzatore per monossido di carbonio a infrarosso. Il campione viene aspirato attraverso una cella di lettura mantenuta a 40°C. La cella è attraversata da una radiazione con lunghezza d'onda appartenente alla regione dell'infrarosso di cui viene misurata l'estinzione in presenza di monossido di carbonio;
- O3: analizzatore a fluorescenza UV conforme alle specifiche del DPCM 28 Marzo 1983. Mediante una lampada a vapori di mercurio, sita nell'analizzatore, del campione viene monitorato l'assorbimento di una radiazione ad una lunghezza d'onda di 254 nm, specifica per la determinazione dell'ozono;
- idrocarburi: analizzatore automatico che determina con unico campionamento il metano e gli idrocarburi non metanici, con separazione cromatrografica e rivelatore FID.

2.3 UBICAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO

L'ubicazione delle stazioni di campionamento per il monitoraggio della qualità dell'aria nelle fasi ante-operam, cantiere ed esercizio è presentata in *Figura 1* in calce al testo. La scelta di tali stazioni è basata sulla presenza di ricettori potenzialmente sensibili in funzione della localizzazione delle aree di cantiere e della viabilità associata. In particolare i criteri seguiti per l'individuazione delle aree sensibili hanno previsto la determinazione delle aree di rilievo per la protezione:

- della salute, cioè le aree urbanizzate o edificate o soggette comunque alla presenza umana;
- della vegetazione e degli ecosistemi.

La localizzazione dei punti di monitoraggio riportata in Figura 1 potrà comunque essere oggetto di integrazioni e modifiche in base alle specifiche esigenze che eventualmente dovessero emergere durante la fase di costruzione e a valle della presentazione e discussione del PMA con le Autorità competenti. In particolare potrebbe insorgere la necessità di modificare il piano di monitoraggio ipotizzato, in particolare nelle fasi di costruzione, quando è più facile che l'organizzazione dei cantieri e della viabilità annessa sia soggetta a modifiche determinate da esigenze di ottimizzazione delle tipologie e delle fasi di lavorazione.
In considerazione di quanto sopra riportato solo a seguito di tali fasi di concertazione e sviluppo di dettaglio del PMA saranno individuate le coordinate geografiche definitive per le future attività di monitoraggio.
In dettaglio sono previste 4 stazioni di misura, come di seguito specificato:

- **ATM_NOL_1** (fase AO/CO/ES) presso l'Hotel Capo Noli, per la misura delle polveri e della qualità dell'aria;
- **ATM_NOL_2** (fase AO/CO/ES) presso l'area di cantiere tra Noli e Spotorno, per la misura delle polveri e della qualità dell'aria;
- **ATM_FIN_1** (fase AO/CO/ES) presso l'imbocco lato Finale della galleria, per la misura delle polveri e della qualità dell'aria;
- **ATM_FIN_2** (fase AO/CO/ES) presso l'area di cantiere preso la spiaggia del Malpasso, per la misura delle polveri e della qualità dell'aria.

Si evidenzia inoltre che, durante le fasi di costruzione (CO), potranno essere previsti monitoraggi spot della qualità dell'aria (limitatamente al controllo delle concentrazioni di NOx e delle polveri) lungo le vie di transito dei mezzi pesanti. La localizzazione di tali punti di misura sarà concordata a in sede locale in funzione del cronoprogramma delle attività e sulla base di eventuali situazioni critiche che si venissero a riscontrare.

2.4 FREQUENZE DI MONITORAGGIO

Si riportano di seguito le frequenze di monitoraggio previste:

- fase AO: un campionamento un mese prima dell'inizio dei lavori;
- fase CO: Bimestrale;
- fase ES: Semestrale fino ad un anno dopo la conclusione dei lavori.

3 RUMORE

3.1 CRITERI DI BASE - MONITORAGGIO ACUSTICO

Per la fase ante-operam (AO) si farà riferimento ai parametri rilevati nel corso della stesura dello studio di impatto acustico.
Nella fase di costruzione (CO), il monitoraggio sarà volto:

- al controllo dell'evolversi della situazione ambientale;
- al 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.

Infine, nella fase di esercizio (ES) il PMA prevede il monitoraggio acustico al fine di valutare lo stato del clima acustico durante l'esercizio dell'opera e accertare le previsioni dello studio di impatto acustico.
I siti di monitoraggio saranno individuati in base a sopralluoghi realizzati in collaborazione con le Autorità locali competenti, tenendo in considerazione le finalità del monitoraggio, lo stato di avanzamento dei lavori di costruzione dell'opera, i limiti intrinseci del territorio, la facilità di accesso al punto di monitoraggio, la disponibilità di energia elettrica.
Nell'ambito del presente PMA, la scelta preliminare dei siti idonei al monitoraggio del clima acustico, è stata condotta sulla base delle valutazioni effettuate nell'ambito dello SIA e grazie a sopralluoghi di verifica per l'aggiornamento della situazione attuale dell'area in esame. I siti di monitoraggio sono stati in individuati in funzione di:

- presenza di ricettori sensibili (zone residenziali, scuole, ospedali, centri sportivi);
- programmazione dei cantieri di fronte lavori;
- distanza (indicativamente entro i 250 m) dal perimetro esterno delle aree di cantiere e delle strade di accesso;
- ampiezza della fascia di pertinenza acustica per l'infrastruttura stradale a progetto: ai sensi del DPR No. 142 del 30 Marzo 2004 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare" tale ampiezza è pari a 250 m;
- orografia dell'area in esame.

Durante la fase di costruzione i rilevamenti saranno condotti in funzione delle tipologie di cantiere (ubicazione, estensione) e dei tempi dettati dai programmi lavori (mensili e settimanali) delle imprese affidatarie.

3.2 METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO

I rilievi acustici saranno effettuati in prossimità dei ricettori, in punti ritenuti rappresentativi per l'area d'appartenenza, secondo le modalità previste dal Decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico". I ricettori e le modalità delle indagini fonometriche sono stati scelti allo scopo di caratterizzare il più fedelmente possibile il clima acustico delle aree frequentate da persone e comunità più vicine e quindi più sensibili all'impatto acustico prodotto dalla nuova opera.

Sono previste, secondo le modalità previste dallo DM 16/03/1998, misure di 24 ore, con acquisizione dello spettro, determinazione delle componenti tonali ed impulsive, in prossimità dei ricettori sensibili.
Le misure saranno eseguite con l'impiego di una centralina per misure in esterno.

3.3 UBICAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO

L'ubicazione delle stazioni di campionamento per il monitoraggio del clima acustico nelle fasi ante-operam, cantiere ed esercizio è presentata in *Figura 1* in calce al testo.
La scelta di tali stazioni è basata sulla presenza di ricettori potenzialmente sensibili. In particolare per l'individuazione dei siti di monitoraggio è stato preso in considerazione il documento di progetto "Valutazione previsionale di impatto acustico", effettuata nell'ambito dello SIA e del Progetto Definitivo. In generale i criteri seguiti per l'individuazione delle aree sensibili sono:

- ubicazione delle aree di massima interazione opera-ambiente, con particolare attenzione agli effetti sinergici determinati da sorgenti di rumore presenti sul territorio;
- ubicazione dei principali centri abitati attraversati da mezzi di cantiere;
- presenza di ricettori particolarmente vulnerabili (scuole, ospedali, ecc.);

Le stazioni di monitoraggio del clima acustico individuate sono state mantenute per tutte le fasi del monitoraggio ambientale in modo da poter tenere sotto controllo l'evoluzione del clima acustico durante le diverse fasi di realizzazione dell'opera.
Il posizionamento delle stazioni di monitoraggio del clima acustico potrà subire modifiche o integrazioni a valle della presentazione e discussione del PMA con le Autorità competenti.
In dettaglio sono previste 3 stazioni di misura, coincidenti con quelle di rilevamento previste dalla Valutazione Previsionale di Impatto Acustico, come di seguito specificato:

- **RUM_NOL_1** (fase CO/ES) presso l'area di sosta antistante l'Hotel Capo Noli, per la misura di 24 ore con acquisizione dello spettro, determinazione delle componenti tonali ed impulsive;
- **RUM_NOL_2** (fase CO/ES) presso l'Hotel Capo Noli, per la misura di 24 ore con acquisizione dello spettro, determinazione delle componenti tonali ed impulsive;
- **RUM_FIN_1** (fase CO/ES) presso l'area adiacente all'Aurelia in località Le Cave, per la misura delle polveri e della qualità dell'aria;

Si evidenzia inoltre che, durante le fasi di costruzione (CO), potranno essere previsti monitoraggi spot del rumore lungo le vie di transito dei mezzi pesanti con modalità e tempistiche da definire in funzione dell'effettiva entità dei traffici. La localizzazione di tali punti di misura sarà concordata a in sede locale a valle dell'approvazione del progetto di viabilità di cantiere da parte delle amministrazioni competenti, in funzione del cronoprogramma delle attività e sulla base di eventuali situazioni critiche che si venissero a riscontrare.

3.4 FREQUENZE DI MONITORAGGIO

Si riportano di seguito le frequenze di monitoraggio previste:

- fase CO: Mensile;
- fase ES: Semestrale fino ad un anno dopo la conclusione dei lavori.

4 VIBRAZIONI

4.1 CRITERI DI BASE DEL MONITORAGGIO DELLA VIBRAZIONI

Il monitoraggio delle vibrazioni sarà condotto a valle di dedicati sopralluoghi lungo l'intero tracciato in modo da consentire la corretta individuazione dei siti di monitoraggio, posti di norma, all'interno di edifici ad uso residenziale.
Lo sviluppo delle campagne di monitoraggio delle vibrazioni, dovrà essere concordato in collaborazione con le Autorità locali competenti, tenendo in considerazione le finalità del monitoraggio, lo stato di avanzamento dei lavori di costruzione dell'opera, i limiti intrinseci del territorio, la facilità di accesso al punto di monitoraggio, la disponibilità di energia elettrica.
Nell'ambito del presente PMA, la scelta preliminare dei siti idonei al monitoraggio delle vibrazioni, è stata condotta sulla base delle valutazioni effettuate nell'ambito dello SIA e delle indagini condotte per la redazione del progetto definitivo, tenendo in considerazione le indicazioni della norma tecnica UNI 9614. Tale norma prevede che i locali o gli edifici in cui vengono immesse le vibrazioni vengano classificati secondo la loro destinazione d'uso in:

- aree critiche (sale operatorie, ambienti altamente protetti etc.);
- abitazioni;
- uffici;
- fabbriche.

Si è tenuto inoltre conto dei seguenti aspetti:

- programmazione dei cantieri di fronte lavori;
- distanza del ricettori dalle aree di cantiere.

Durante la fase di costruzione i rilevamenti saranno condotti in funzione delle tipologie di cantiere (macchinari coinvolti, ubicazione, estensione) e dei tempi dettati dai programmi lavori (mensili e settimanali) delle imprese affidatarie.
Il PMA si pone l'obiettivo di monitorare gli effetti delle vibrazioni indotte dalle attività in progetto e in particolare i potenziali effetti sugli edifici, per quello che riguarda i possibili danni materiali alle strutture.
Per la definizione dello "stato zero" saranno incluse le aree interessate dalle attività di cantiere e dal transito dei mezzi d'opera; lo stato di bianco sarà riferito orientativamente ad aspetti quali:

- campo vibrazionale e sua variazione nel tempo;
- stato di integrità delle strutture degli edifici;
- grado di disturbo degli utenti;
- identificazione e caratterizzazione delle sorgenti di vibrazioni presenti.

Per quanto riguarda il monitoraggio durante la costruzione si provvederà all'acquisizione degli elementi di valutazione individuati nella fase precedente, al confronto con i valori limite e, eventualmente, alla formulazione di indicazioni per l'attuazione di opportune misure di mitigazione.
Si prevede di rilevare le vibrazioni dovute:

- alle attività svolte nei cantieri operativi in corrispondenza di ricettori ad essi limitrofi;
- alle attività svolte per la costruzione della galleria in corrispondenza di ricettori vicini al fronte di avanzamento lavori;
- al traffico dei mezzi di trasporto sui ricettori a ridosso della viabilità da essi utilizzata.

Per le rilevazioni in corso d'opera si terrà conto del fatto che le sorgenti vibrazionali sono numerose e possono realizzare sinergie d'emissione, oltre che generare l'esaltazione del fenomeno se s'interessano le frequenze di risonanza delle strutture degli edifici monitorati.
Le rilevazione durante la fase di cantiere saranno effettuate in corrispondenza degli stessi punti di misura previsti nella fase ante-operam, con analoghe modalità e strumentazioni.

4.2 METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO

Il monitoraggio delle vibrazioni prevedrà indicativamente l'utilizzo di catene di misura delle vibrazioni (celle accelerometriche, registratori multicanale, software di gestione, etc.) e di strumenti di misura/rilievo delle restanti grandezze significative ai fini del monitoraggio (parametri geolitologici o geotecnici, misure geometriche, lesioni/cedimenti strutturali, rilievi fotografici, etc.).
Gli strumenti di misura utilizzati sono di norma accelerometri monoassiali/triassiali. Tali strumenti sono dotati di trasduttori atti a misurare grandezze fisiche (siano esse cinematiche, meccaniche o di altro tipo) sia in campo statico sia in campo dinamico. La catena complessiva di misura (trasduttori, apparecchi per il condizionamento del segnale ed il sistema di registrazione dati) è calibrata in accordo con le specifiche del costruttore.
I metodi di misura delle vibrazioni negli edifici e i metodi di valutazione del disturbo seguiranno gli standard definiti dalle norme ISO.
La metodica di monitoraggio si compone delle seguenti fasi:

- sopralluogo degli edifici da monitorare;
- installazione dei dispositivi di rilevamento;
- georeferenzazione dei punti di misura;
- rilevamento delle vibrazioni;
- attività di monitoraggio delle sorgenti;
- elaborazione dati, relazione di dettaglio del singolo sito e relazione di sintesi dell'intera fase monitoraggio.

Il rilevamento delle vibrazioni avrà una durata di 24 ore effettive, con acquisizione in continuo dei segnali provenienti dagli accelerometri, ma memorizzando solo quegli eventi che determinano una vibrazione superiore al valore di soglia prefissata e pre-impostata (misura di 24 ore in continuo a soglia individuata valutando le vibrazioni indotte dalle attività lavorative e dal transito di mezzi).

4.3 UBICAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO

In *Figura 1* in calce al testo, si presenta la localizzazione dei ricettori idonei al monitoraggio delle vibrazioni nelle fasi ante-operam e di cantiere.
Il posizionamento delle stazioni di monitoraggio delle vibrazioni è stato definito a valle di specifici sopralluoghi e, soprattutto per la galleria, in considerazione delle lavorazioni previste e in funzione:

- della distanza orizzontale calcolata tra l'asse del tracciato e il potenziale ricettore (indicativamente minore di 25 m);
- della distanza calcolata tra il piano campagna e le fondazioni del ricettore individuato come potenzialmente interferito in funzione alla distanza orizzontale (come descritto al punto precedente) e la quota dell'estradosso della calotta della galleria (in corrispondenza della mezzeria della strada).

Come precedentemente riportato per la componente rumore, si evidenzia inoltre che, durante le fasi di costruzione (CO), potranno essere previsti monitoraggi spot delle vibrazioni lungo le vie di transito dei mezzi pesanti con modalità e tempistiche da definire in funzione dell'effettiva entità dei traffici. La localizzazione di tali punti di misura sarà concordata a in sede locale a valle dell'approvazione del progetto di viabilità di cantiere da parte delle amministrazioni competenti, in funzione del cronoprogramma delle attività e sulla base di eventuali situazioni critiche che si venissero a riscontrare.

In dettaglio è prevista 1 stazione di misura, come di seguito specificato:

- **VIB_NOL_1** (fase CO) presso l'imbocco lato Noli della galleria, per acquisizione in continuo dei segnali provenienti dagli accelerometri, con registrazione delle vibrazione superiori al valore di soglia prefissata e pre-impostata.

4.4 FREQUENZE DI MONITORAGGIO

Si riportano di seguito le frequenze di monitoraggio previste:

- fase CO: sopralluoghi mensili, monitoraggio in continuo.

5 FLORA, FAUNA, VEGETAZIONE ED ECOSISTEMI

5.1 CRITERI DI BASE - MONITORAGGIO FLORA, FAUNA, VEGETAZIONE ED ECOSISTEMI

La proposta di monitoraggio si basa sull'analisi delle principali emergenze naturalistiche segnalate per l'area di intervento all'interno. Per l'individuazione delle aree maggiormente significative e per la definizione delle associazioni vegetali e dei gruppi faunistici da monitorare in ogni singola area ci si è basati sulle rilevanze evidenziate nello Studio per la Valutazione di Incidenza.
Il monitoraggio della vegetazione sarà mirato ad individuare l'eventuale presenza e l'entità dei fattori di impatto durante la costruzione (impatto sulla vegetazione per, impatto sulla vegetazione per emissioni gassose in atmosfera, impatto sulla vegetazione per sollevamento di polveri, impatto sulla vegetazione per alterazioni prodotte dai mutamenti morfologici (scavi, riporti, depositi di inerti).
Il monitoraggio della componente faunistica permetterà una valutazione delle eventuali variazioni comportamentali delle specie interessate, con particolare riferimento alle abitudini nidificato rie del falco pellegrino.
Le aree che saranno oggetto di monitoraggio sono quelle adiacenti agli imbocchi della galleria.

5.2 METODOLOGIE DI MONITORAGGIO

5.2.1 Vegetazione

Il PMA proposto prevede l'aggiornamento dei rilievi fitosociologici eseguiti in fase di progettazione al fine di descrivere l'evoluzione degli individui individuati, precisando la composizione e la struttura del popolamento vegetale anche attraverso la definizione dei rapporti quantitativi tra le singole specie.

5.2.2 Fauna

Il PMA qui proposto prevede la realizzazione di censimenti sulle seguenti componenti faunistiche individuate dallo Studio per la valutazione di incidenza

- anfibi e rettili;
- uccelli.

Gli studi di caratterizzazione faunistica saranno condotti su aree campione e saranno finalizzati alla:

- creazione di un inventario faunistico;
- definizione della distribuzione e dell'abbondanza delle singole specie e delle loro preferenze ambientali, di siti maggiormente frequentati, di siti riproduttivi, ecc.;

- definizione del valore faunistico di ciascuna area campione;
- individuazione dei microhabitat presenti.

5.3 UBICAZIONE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO

Le aree in cui si prevede effettuare i monitoraggi della vegetazione e della fauna nelle tre fasi di progetto è presentata nella Figura 1 in calce al testo. Le aree in cui si prevede l'esecuzione di monitoraggio sono quelle adiacenti agli imbocchi della galleria, ovvero:

- **BIO_NOL** (fase AO/CO/ES) presso l'imbocco lato Noli della galleria;
- **BIO_FIN** (fase AO/CO/ES) presso l'imbocco lato Finale della galleria;

5.4 FREQUENZE DI MONITORAGGIO

Si riportano di seguito le frequenze di monitoraggio previste:

- Fase AO: un rilievo fitosociologico un mese prima dell'inizio dei lavori;
- fase CO: censimento con scadenza semestrale e nei periodi di nidificazione, riilevo fitosociologico annuale;
- fase ES: la rivegetazione del pendio dovrà essere controllata durante i primi tre anni con frequenza mensile per evitare la colonizzazione incontrollata di gabbiani che potrebbero impedire la ricolonizzazione vegetale ed animale del pendio. Dovrà, inoltre, essere tenuta controllata l'espansione di una vegetazione avventizia ed invasiva costituita da piante nitrofile e molto competitive che potrebbero togliere spazio vitale alle specie naturali che sono tipioche degli habitat in ricostruzione.

6 AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE

6.1 CRITERI DI BASE - MONITORAGGIO AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE

Sulla base delle indicazioni progettuali emerse durante la progettazione definitiva si evidenzia che non si riscontrano importanti interferenze sui corpi idrici superficiali individuati nello SIA: esse infatti saranno in sostanza limitate alla sistemazione del Rio Prete Bernardini.
Il Rio Prete, tuttavia, risulta privo di flusso idrico per la quasi totalità dell'anno solare, per cui non è possibile monitorare lo stato delle sue acque.
Si è perciò ritenuto significativo eseguire il monitoraggio delle acquemarine in adiacenza alle zone interessate dai cantieri.
Si prevede il posizionamento di punti di campionamento per l'analisi in situ dei principali parametri chimico-fisici e per il prelievo di campioni d'acqua destinati alle analisi di laboratorio, in corrispondenza dei cantieri principali, al fine di poter intervenire tempestivamente con azioni mirate in caso questi superino le soglie di attenzione.

6.2 METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO

Si prevede il monitoraggio dei parametri chimico-fisici delle zone di costa interessate dalle lavorazioni.
Le campagne di misura verranno eseguite nella fase di costruzione con frequenza tale da consentire il corretto monitoraggio delle lavorazioni di cantiere e in modo da poter evidenziare eventuali modifiche ed alterazioni.
I controlli mirati all'accertamento dello stato quali-quantitativo delle risorse idriche superficiali consistono in campagne periodiche di rilevamento dei parametri chimico-fisici.
In particolare i campionamenti avranno frequenza mensile durante tutto il periodo interessato dalle lavorazioni in alveo e fino al loro completo smantellamento.
I parametri monitorati saranno i seguenti:

- temperatura;
- ossigeno disciolto;
- ossigeno disciolto;
- pH;
- conducibilità;
- potenziale redox;
- solidi sospesi totali;
- cloruri;
- solfati;
- idrocarburi totali;
- azoto ammoniacale;
- tensioattivi anionici;
- tensioattivi non ionici;
- COD;
- TOC;
- cromo;
- alluminio;
- ferro.

Le analisi di laboratorio saranno effettuate in accordo agli standard in uso presso laboratori certificati che seguiranno tecniche analitiche standard (ad esempio secondo le procedure indicate da APAT CNR IRSA, EPA). Le misurazioni saranno accompagnate da idoneo certificato.

6.3 UBICAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO

In *Figura 1* in calce al testo, si presenta la localizzazione delle stazioni di monitoraggio delle acque superficiali nella fase di costruzione.
Solo a seguito delle fasi di concertazione e sviluppo di dettaglio del PMA saranno individuate le coordinate geografiche definitive per le future attività di monitoraggio.
Le stazioni previste sono ubicate nei tratti di costa a valle delle aree di cantiere.

In dettaglio sono previste 4 stazioni di misura, come di seguito specificato:

- **IDR_NOL_1** (fase CO) presso l'Hotel Capo Noli, per l'analisi quali-quantitativa delle acque superficiali;
- **IDR_NOL_2** (fase CO) presso l'area di cantiere tra Noli e Spotorno, per l'analisi quali-quantitativa delle acque superficiali;
- **IDR_FIN_1** (fase CO) presso l'imbocco lato Finale della galleria, per l'analisi quali-quantitativa delle acque superficiali;
- **IDR_FIN_2** (fase CO) presso l'area di cantiere preso la spiaggia del Malpasso, per l'analisi quali-quantitativa delle acque superficiali.

6.4 FREQUENZE DI MONITORAGGIO

Si riportano di seguito le frequenze di monitoraggio previste:

- fase CO: Bimestrale o in occasione di eventi imprevisti.

7 IDROGEOLOGIA

7.1 CRITERI DI BASE - MONITORAGGIO IDROGEOLOGICO

Come evidenziato già nelle valutazioni riportate nello SIA non esiste una falda continua, il monitoraggio delle acque sotterranee si concentrerà pertanto sul monitoraggio di sorgenti, pozzi, piezometri presenti nell'intorno dell'area di intervento e sarà orientato sui seguenti aspetti:

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

I criteri per la definizione degli elementi della rete di monitoraggio sono basati sulla considerazione del rischio di interferenza tra opere in progetto e corpi idrici sotterranei in relazione a quanto emerso dagli studi idrogeologici.

In accordo con l'Acquedotto di Savona si prevede il monitoraggio della sorgente presente all'interno della dismessa galleria ferroviaria con particolare attenzione ad eventuali variazioni di portata.

La valutazione dei potenziali effetti indotti sul comparto idrico sotterraneo dalla costruzione e dall'esercizio della galleria avverrà attraverso l'analisi e il confronto dei dati di monitoraggio raccolti prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera, con riferimento al quadro evolutivo dei fenomeni naturali aggiornato nel corso delle indagini.

7.2 METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO

Si prevede di effettuare una caratterizzazione quantitativa circa lo stato di qualità delle acque di falda e circa l'evoluzione della falda stessa in relazione alle problematiche di interferenza con le opere a progetto in costruzione e anche una caratterizzazione geochimica delle acque di falda per la valutazione delle eventuali problematiche di interferenza qualitativa tra acquifero ed opere in sotterraneo e cantieri.
Si prevede la determinazione dei i seguenti parametri chimicofisici:

- portata volumetrica;
- temperatura;
- pH;
- potenziale redox;
- conducibilità;
- ossigeno disciolto.

Potrà essere concordata con le Autorità competenti l'effettuazione di analisi chimiche di laboratorio sui campioni prelevati in situ.
Le analisi di laboratorio saranno effettuate in accordo agli standard in uso presso laboratori certificati che seguiranno tecniche analitiche standard (ad esempio secondo le procedure indicate da APAT CNR IRSA, EPA). Le misurazioni saranno accompagnate da idoneo certificato.

7.3 UBICAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO

In *Figura 1* in calce al testo, si presenta la localizzazione della sorgente.

FLD_NOL_1 (fase A0/CO/ES) presso galleria ferroviaria, per l'analisi quali-quantitativa delle acque di falda.

7.4 FREQUENZE DI MONITORAGGIO

Si riportano di seguito le frequenze di monitoraggio previste:

- fase AO: un campionamento un mese prima dell'inizio dei lavori;
- fase CO: Mensile;
- fase ES: Trimestrale fino ad un anno dopo la conclusione dei lavori.