

Accordo con Regione Liguria, Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure
Occidentale e Comune di Genova del 14/10/2021

COLLEGAMENTO TRA LA VALFONTANABUONA E L'AUTOSTRADA A12 GENOVA-ROMA

PROGETTO DEFINITIVO


SOMME A DISPOSIZIONE

MONITORAGGIO AMBIENTALE GENERALE

RELAZIONE GENERALE

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO Dott. Fabrizio Siliquini ESPERTO AMBIENTALE AISA N.43 T.L. PMA Elaborazione Dati	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Andrea Federico Ceppi Ord. Ingg. Milano N. A26059	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova N. 9810A T.A. Ambiente
---	---	--

CODICE IDENTIFICATIVO										ORDINATORE	
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	--
1100A3	LL00	PD	SD	PMA	00000	00000	R	MAM	7010	00	SCALA -

	ENGINEER COORDINATOR: Ing. Andrea Federico Ceppi Ord. Ingg. Milano N. A26059	SUPPORTO SPECIALISTICO:	REVISIONE	
			n.	data
			0	GIUGNO 2023
REDATTO:		VERIFICATO:		

	VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Laura Tripoli	VISTO DEL CONCEDENTE  Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
--	---	--

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	4
2.1. DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO.....	4
2.2. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO STRADALE	5
3. DEFINIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO	8
3.1. ASPETTI GENERALI E REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO.....	8
3.2. COMPONENTI AMBIENTALI	10
3.2.1. <i>COMPONENTE ATMOSFERA</i>	10
3.2.2. <i>COMPONENTE RUMORE</i>	12
3.2.3. <i>COMPONENTE VIBRAZIONI</i>	13
3.2.4. <i>COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI</i>	14
3.2.5. <i>COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE</i>	15
3.2.6. <i>COMPONENTE VEGETAZIONE</i>	18
3.2.7. <i>COMPONENTE FAUNA</i>	18
3.2.8. <i>COMPONENTE ASSETTO FISICO DEL TERRITORIO</i>	19
3.3. METODICHE DI RILEVAMENTO	21
3.3.1. <i>ATMOSFERA</i>	21
3.3.2. <i>RUMORE</i>	23
3.3.3. <i>VIBRAZIONI</i>	29
3.3.4. <i>COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI</i>	35
3.3.5. <i>COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE</i>	40
3.3.6. <i>COMPONENTE VEGETAZIONE</i>	42
3.3.7. <i>COMPONENTE FAUNA</i>	45
3.3.8. <i>ASSETTO FISICO DEL TERRITORIO</i>	48
4. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO	51
4.1. COMPONENTE ANTROPICA	51
4.1.1. <i>ATMOSFERA</i>	51
4.1.2. <i>RUMORE</i>	53
4.1.3. <i>VIBRAZIONI</i>	56
4.2. COMPONENTE IDRICA	59
4.2.1. <i>ACQUE SUPERFICIALI ED ECOSISTEMI FLUVIALI</i>	59
4.2.2. <i>ACQUE SOTTERRANEE</i>	65
4.3. SETTORE NATURALE.....	71

4.3.1. VEGETAZIONE	71
4.3.2. FAUNA	73
4.5. SETTORE ASSETTO FISICO DEL TERRITORIO.....	75
5. ASPETTI ORGANIZZATIVI.....	79
5.1. STRUTTURA OPERATIVA	79
5.2. DEFINIZIONI SOGLIE MONITORAGGIO AMBIENTALE	80
5.3. PROCEDURE DI PREVENZIONE DELLE CRITICITÀ	81
6. SISTEMA INFORMATIVO	83

TAVOLE

- **MAM0002:** Corografia generale (scala 1:10.000)
- **MAM0003:** Ubicazione dei siti di monitoraggio Tavola 1 (scala 1:5.000)
- **MAM0004:** Ubicazione dei siti di monitoraggio Tavola 2 (scala 1:5.000)

1. INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la relazione generale del **Piano di Monitoraggio Ambientale** relativo al progetto definitivo del “Collegamento tra la Valfontanabuona e l'Autostrada A12 Genova – Roma”, nei pressi dello svincolo di Rapallo.

La necessità di un collegamento diretto tra la Val Fontanabuona e la costa ligure è stata più volte espressa dal Territorio, ritenendone la realizzazione necessaria sia per la riduzione dei tempi e dei costi di percorrenza della popolazione pendolare gravitante sulla costa, che per migliorare l'accessibilità ai vari servizi alla persona (sanitari, scolastici, commerciali, ecc.) e la qualità della vita dei residenti nella valle. Altrettanto interesse è stato dimostrato da parte del comparto industriale, che vede nell'opera un intervento di prioritaria importanza per favorire il proprio sviluppo economico, sia per i settori tradizionali, che per quelli di nuovo insediamento che troverebbero spazi a costi contenuti e nuova competitività per la rapida connessione alle primarie arterie di traffico regionali costiere ed ai mercati di sbocco e di approvvigionamento. Recentemente tale esigenza si è ulteriormente rafforzata in seguito ad un crescente sviluppo economico di attività legate ai settori dell'agricoltura, dell'artigianato, del turismo naturalistico, artistico e gastronomico, nonché della logistica.

Il progetto prevede la realizzazione di due gallerie di lunghezza rispettivamente pari a 2087.71 (galleria Caravaggio) e 2584.58 m (galleria Valfontanabuona).

Il presente Piano di Monitoraggio recepisce le richieste del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica espresse con parere n. 0001454 del 13.02.2023.

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

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

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

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

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

2.1. Descrizione dell'area di intervento

La Val Fontanabuona, situata nella zona di levante della Provincia di Genova, si sviluppa parallelamente alla linea di costa, a partire da Cogorno, proseguendo per Carasco e Leivi, fino a Lumarzo e Bargagli, lungo il corso del torrente Lavagna e le confluenti valli di Neirone e del Malvaro. La Valle è accessibile attraverso strade secondarie da nord-ovest, attraverso il tunnel cosiddetto "delle Ferriere" in località Bargagli, e da sud-est, tramite la strada SP 225 che si innesta sull'Aurelia all'altezza di Lavagna. L'autostrada è raggiungibile dai caselli di Genova-Est e di Lavagna.

La valle è delimitata da alti contrafforti a nord, che superano i 1000 metri, e da più bassi a sud, che sfiorano appena i 1000 metri.

Fanno parte dell'ambito della Fontanabuona i comuni di Carasco, Cicagna, Coreglia Ligure, Favale di Malvaro, Lorsica, Lumarzo, Moconesi, Neirone, Orero, San Colombano Certenoli e Tribogna.

Il fondovalle è percorso dalla Strada Provinciale n. 225 che si snoda in sponda sinistra del Torrente Lavagna. Il bacino del torrente è disposto in direzione est-ovest ed ha forma asimmetrica, maggiormente ramificata sul versante destro.

La valle risulta sostanzialmente coperta da zone boschive (circa il 75% del territorio) nelle quali la specie maggiormente presente è il castagno, mentre l'intervento antropico interessa superfici ridotte, concentrate nel fondovalle, con una estensione delle attività agricole corrispondente a circa il 15% del territorio.

Superfici molto limitate (circa il 2% del territorio) sono state oggetto di modellazione artificiale da parte dell'uomo, tramite la realizzazione di terrazzamenti e canali d'irrigazione, attualmente soggetti a dissesti e instabilità dei fronti.

Il paesaggio vallivo è altresì caratterizzato dalla presenza di numerose cave di ardesia e discariche (queste ultime sono prevalentemente formate da cumuli di materiali lapidei non adatti alla lavorazione); l'estrazione e la lavorazione dell'ardesia ha costituito, infatti, una delle principali attività economiche della valle a partire dal 1850, assorbendo la maggior parte della manodopera agricola.

2.2. Descrizione generale del progetto stradale

Il progetto del “Collegamento tra la Val Fontanabuona e l’autostrada A12 Genova – Roma”, partendo da Sud, prevede l’innesto di un nuovo svincolo sulla Autostrada A12, tra le gallerie esistenti Giovanni Maggio, verso Genova, e Casalino, verso Livorno; per la realizzazione delle rampe di collegamento è necessario deviare l’attuale tracciato dell’A12, spostandolo in direzione sud-ovest.

Successivamente, salendo verso Nord, la strada si compone delle gallerie Caravaggio e Fontanabuona, intervallate da un tratto all’aperto in rilevato in corrispondenza della confluenza tra il Rio Gallo ed il Rio Serra.

Il progetto prevede quindi di localizzare la barriera di esazione del pedaggio nel tratto compreso tra l’imbocco della galleria Fontanabuona e l’intersezione con una rotonda a tre rami in corrispondenza della S.P. n. 22 (rotonda di Aveno).

L’intervento prevede successivamente l’utilizzo della S.P. n. 22, opportunamente adeguata, fino all’inizio dell’abitato di Moconesi, punto in cui è prevista la realizzazione di un nuovo attraversamento del Torrente Lavagna in variante rispetto al tracciato della viabilità esistente.

Infine si prevede l’innesto sulla SP n. 225 mediante una intersezione a rotonda a tre rami (rotonda di Moconesi).

Il progetto prevede la realizzazione di due gallerie di lunghezza rispettivamente pari a 2087.71 (galleria Caravaggio) e 2584.58 m (galleria Valfontanabuona).

Cantierizzazione

La cantierizzazione dell’opera prevede essenzialmente la suddivisione delle lavorazioni in due differenti ambiti, poste alle estremità del progetto, una lato svincolo A12 e l’altra lato Val Fontanabuona. Questo è dovuto all’impostazione della realizzazione degli scavi delle gallerie presenti nel progetto, che prevede lo scavo della galleria Caravaggio dall’imbocco lato Rapallo, in prossimità dell’autostrada A12 esistente, e lo scavo della galleria Fontanabuona dall’imbocco lato Val Fontanabuona.

I servizi essenziali di cantierizzazione sono di conseguenza replicati in entrambi gli ambiti, nei quali sono presenti: cantiere di imbocco, cantiere operativo e area di caratterizzazione.

In funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere sono stati individuati, dopo un’attenta analisi del territorio, nove aree di cantiere così suddivise per ambiti:

Ambito Rapallo

- N.1 Campo Base
- N.1 Cantiere Operativo

Ambito Fontanabuona

- N.1 Campo Base / Area di deposito temporanea
- N.2 Cantieri Operativi
- N.4 Aree di Supporto

Di seguito è riportato nel dettaglio la destinazione d’uso di ogni area.

AMBITO RAPALLO - CA02 – Cantiere N.1

Il cantiere n.1 è localizzato nel comune di Rapallo ed è raggiungibile attraverso una strada privata, comune ad altre abitazioni, che si dirama dall'inizio di via Passalacqua. Nel cantiere, della superficie totale di circa 3.400 mq, nel è prevista l'installazione del campo base.

AMBITO RAPALLO - CA04 – Cantiere N.2

Il cantiere n.2 è localizzato nel comune di Rapallo in adiacenza alla via San Pietro, dalla quale è direttamente raggiungibile. Nel cantiere, della superficie totale di 3.300 mq, è prevista l'installazione di un cantiere operativo.

CA03 – Cantiere N.3

Il cantiere n.3 è localizzato nel comune di Moconesi in adiacenza alla strada statale SS225, dalla quale è direttamente raggiungibile. Nel cantiere, della superficie totale di 11.000 mq.

Per questa area si differenziano due fasi temporali distinte, la prima configurazione prevede che l'area venga utilizzata parzialmente come area di deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi della SP22 della durata di circa 18 mesi. Quando inizieranno i lavori sul rimodellamento Fontanabuona, tale materiale verrà sistemato in maniera definitiva presso tale sito, previa caratterizzazione del materiale medesimo.

La successiva fase prevede che tale area venga adibita a campo base

AMBITO FONTANABUONA - CA07 – Cantiere N.4

Il cantiere n.4 è localizzato nel comune di Cicagna in adiacenza alla strada statale SS225, dalla quale è direttamente raggiungibile. Nel cantiere, della superficie totale di 16.000 mq, è prevista l'installazione di un cantiere operativo, di un'area dedicata alla produzione di Spritz beton, di un'area di stoccaggio e lavorazione materiale proveniente dalla galleria, dagli scavi e dalle demolizioni e di un'area per lo stoccaggio di materiali e attrezzature.

Area per la produzione dello Spritz Beton

Nell'area dedicata alla produzione sarà installato un impianto per produrre lo Spritz beton, vi sarà un'area dedicata allo stoccaggio degli inerti e allo scarico/lavaggio e parcheggio delle autobetoniere stesse. Nell'area sarà utilizzata una pala gommata per il carico degli inerti.

Area di stoccaggio e lavorazione materiale proveniente dalla galleria, dagli scavi e dalle demolizioni

Nell'area di stoccaggio e lavorazione materiale proveniente dalla galleria, dagli scavi e dalle demolizioni è prevista una zona dedicata alla frantumazione dei diversi materiali e più zone dedicate allo stoccaggio degli stessi prima e dopo la loro frantumazione. Nell'area saranno utilizzati un frantoio, un martellone, un escavatore e una pala gommata.

Area di stoccaggio materiali e attrezzature

Nell'area verranno stoccati i materiali e le attrezzature necessarie alle lavorazioni.

AMBITO FONTANABUONA - CA08 – Cantiere N.5

Il cantiere n.5 è localizzato nel comune di Tribogna in adiacenza al tratto di ampliamento del tracciato principale; il cantiere è direttamente raggiungibile dalla viabilità locale. Una porzione di cantiere sarà utilizzata per il deposito temporaneo del

materiale di scavo proveniente dalle lavorazioni della SP22. Nel cantiere, della superficie totale di circa 7.000 mq, è prevista l'installazione di un cantiere operativo.

AMBITO FONTANABUONA - CA9 – Cantiere N. 6

Il cantiere n.6 è localizzato nel comune di Tribogna in adiacenza al tratto di ampliamento del tracciato principale; il cantiere è direttamente raggiungibile dalla viabilità locale. Nel cantiere, della superficie totale di 1.100 mq, è prevista un'area di supporto che verrà utilizzata per la realizzazione del potenziamento della S.P.22 e per l'assemblaggio e il varo dell'impalcato del torrente Lavagna.

AMBITO FONTANABUONA - CA10 – Cantiere N.7

Il cantiere n.7 è localizzato nel comune di Tribogna in adiacenza al tratto di ampliamento del tracciato principale; il cantiere è direttamente raggiungibile dalla viabilità locale. Nel cantiere, della superficie totale di 2.200 mq, è prevista l'installazione di un'area di supporto che verrà utilizzata per la realizzazione del potenziamento della S.P.22 e per l'assemblaggio e il varo dell'impalcato del viadotto Garbarini.

AMBITO FONTANABUONA - CA11 – Cantiere N.8

Il cantiere n.8 è localizzato nel comune di Tribogna in adiacenza al tratto di ampliamento del tracciato principale; il cantiere è direttamente raggiungibile dalla viabilità locale. Nel cantiere, della superficie totale di 1.100 mq, è prevista l'installazione di un'area di supporto che verrà utilizzata per la realizzazione del potenziamento della S.P.22 e per l'assemblaggio e il varo dell'impalcato della campata centrale del viadotto Tongusci.

AMBITO FONTANABUONA - CA12 – Cantiere N.9

Il cantiere n.9 è localizzato nel comune di Moconesi in adiacenza ed in parte in sovrapposizione al tratto di tracciato principale; il cantiere è direttamente raggiungibile dalla SP225. Nel cantiere, della superficie totale di circa 2.200 mq, è prevista l'installazione del campo travi ed un'area di supporto che verrà utilizzata per la realizzazione del potenziamento della S.P.22 e per l'assemblaggio e il varo dell'impalcato di due campate (lato Moconesi e centrale) del viadotto Lavagna.

Oltre alle aree di cantiere sopra descritte verranno utilizzate ulteriori due aree, entrambe ricadenti all'interno delle aree interessate dall'intervento.

La prima area si trova nel comune di Rapallo e coincide con l'attuale area di parcheggio autostradale Caravaggio nelle vicinanze dell'imbocco sud dell'omonima galleria da realizzare. Quest'area in prima fase verrà utilizzata per la realizzazione e il varo dell'impalcato dello scavalco dell'A12, propedeutico allo scavo della galleria Caravaggio; successivamente, verrà utilizzata, unitamente allo scavalco dell'A12 di accesso all'area di imbocco e all'area d'imbocco stessa, per la collocazione degli apprestamenti necessari alla realizzazione della galleria e per la frantumazione di parte dello smarino proveniente dalla galleria stessa. Prevista in questa area l'impianto di produzione dello Spritz Beton, dove si prevede un'area dedicata allo stoccaggio dei componenti e allo scarico/lavaggio e parcheggio delle autobetoniere stesse.

La seconda ulteriore area, attualmente boschiva, coincide con l'area d'intervento di realizzazione del nuovo piazzale di esazione, nelle vicinanze dell'imbocco nord della galleria Fontanabuona. Quest'area verrà utilizzata, unitamente all'area d'imbocco, per la collocazione degli apprestamenti necessari alla realizzazione della galleria Fontanabuona e per la frantumazione dello smarino proveniente dalla galleria stessa, appena e man mano la sua realizzazione raggiungerà le dimensioni minime tali da consentirne la fruizione.

3. DEFINIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO

3.1. Aspetti generali e requisiti del Piano di Monitoraggio

Il presente Piano Integrato di Monitoraggio Ambientale (PMA) è stato redatto e strutturato innanzitutto sulla base delle indicazioni presenti nel Decreto VIA di riferimento (DM n. 0001454 del 13/02/2023) e parere della Regione Liguria (n.0004679 del 8.07.2022), oltre che delle Linee Guida emanate dal Ministero dell'Ambiente; tiene conto inoltre delle informazioni presenti nello Studio di Impatto Ambientale (SIA) del progetto in esame, nell'ambito del quale è stata condotta un'analisi dettagliata di tutte le componenti ambientali potenzialmente impattate dai lavori di realizzazione dell'intervento in oggetto.

La selezione delle componenti è stata operata anche in ottemperanza delle indicazioni e delle prescrizioni del sopra richiamato Decreto VIA, che ha determinato il monitoraggio per le seguenti componenti:

- Settore antropico: componente atmosfera, rumore e vibrazioni;
- Settore idrico: componente idrico superficiale e sotterraneo;
- Settore naturale: componente fauna e vegetazione;
- Settore assetto fisico del territorio.

Il Piano di Monitoraggio, che recepisce quindi le indicazioni riportate nel Decreto Ministeriale, è articolato sui settori ambientali individuati e oggetto di monitoraggio nelle fasi **ante operam, corso d'opera e post operam**.

Per quanto riguarda il protocollo di monitoraggio del settore naturale, la scelta dei siti di monitoraggio, delle fitocenosi e dei gruppi faunistici da monitorare inseriti nel presente PMA sono stati selezionati sulla base del SIA. In base agli approfondimenti richiesti nel Decreto Ministeriale sulla biodiversità, il presente documento potrà essere integrato/modificato sulle base delle risultanze degli studi specifici su fauna, vegetazione e reti ecologiche che verranno predisposti e consegnati come integrazioni/controdeduzioni all'interno della procedura di VIA.

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

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

Settore Antropico

Dato il tipo di lavorazioni previste per la cantierizzazione e la realizzazione del progetto, quali la realizzazione di rilevati, il deposito temporaneo di materiale, lo scavo delle gallerie e l'infissione di pali, oltre al passaggio di mezzi pesanti lungo la viabilità di servizio e di cantiere, in corrispondenza dei ricettori interferiti dalle lavorazioni ora indicate si provvederà alla verifica della qualità dell'aria, del clima acustico e

vibrazionale, quest'ultimo inteso sia come disturbo alle persone, sia come danno alle strutture.

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

Settore Idrico

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

La presenza nel progetto di importanti opere in sottterraneo, in grado di alterare il regime di flusso idrico sottterraneo, unitamente ad una criticità idrogeologica dovuta all'interferenza di tali opere con l'acquifero presente ha reso necessario l'inserimento all'interno del PMA della componente Acque Sotterranee.

Settore Naturale

L'area vasta in cui si inserisce l'opera è riferibile ad un territorio collinare costiero (posto all'interno del comprensorio noto come Tigullio) che si affaccia a Sud sul Golfo del Tigullio e sul Golfo Paradiso, limitato a nord dalla Val Fontanabuona e dai prospicienti versanti dello spartiacque appenninico, a ovest dalla Val Bisagno e a Est dalla Val Graveglia e dal torrente Entella. In questa area le altitudini sono poco elevate raggiungendo e/o superando in pochi casi i 900 m s.l.m..

Il territorio è caratterizzato dalla presenza di una delle importanti valli dell'Appennino ligure, la Val Fontanabuona, al limite settentrionale dell'area vasta descritta.

L'area è un mosaico di ambienti riconducibili soprattutto a boschi solcati da piccoli impluvi che afferiscono prevalentemente nel T. Liteglia, tributario di sponda destra del T. Lavagna sul versante della Val Fontanabuona e bacino di riferimento per questo territorio. Impluvi freschi ed ombrosi, con cospicua vegetazione ripariale, che possono ospitare molte specie tipiche dell'area appenninica ligure, fra cui specie di interesse conservazionistico e biogeografico come la salamandrina di Savi (*Salamandrina perspicillata*), la rana appenninica (*Rana italica*) che si riproducono in alcuni dei corsi d'acqua. Fra i pesci il vairone (*Telestes muticellus*) è la specie dominante. Per quanto riguarda l'avifauna è presente una comunità ornitica legata soprattutto ad ambienti aperti e boscati, composti in prevalenza da latifoglie.

Sul versante di Rapallo pur dominando ancora la componente boschiva, sono più evidenti gli elementi legati all'antropizzazione e allo sfruttamento agricolo di questi versanti esposti a Sud, con presenza soprattutto di uliveti in uso e abbandonati fra nuclei abitati e case sparse. Ambienti di maggiore interesse sono ancora i corsi d'acqua, facenti parte in alcuni casi della Rete ecologica (Rio Serra, Rio del Gallo) o interessanti habitat di specie ad esempio per anfibi come salamandrina di Savi (*Salamandrina perspicillata*), la rana appenninica (*Rana italica*). Per ciò che concerne

l'avifauna, la comunità ornitica è caratterizzata prevalentemente da specie sinantropiche e legate ad aree agricole.

Per quanto riguarda la rete ecologica, diverse tipologie geomorfologiche, fluviali e vegetazionali dell'area vasta, come anche dell'ambito di studio, assolvono ad una funzione fondamentale di corridoio ecologico locale e/o di tappa di attraversamento per le specie di ambienti boschivi, acquatici, e degli ambienti aperti.

Si evidenzia tuttavia da subito che entro l'ambito di studio non ricadono né siti Natura 2000 né aree protette.

Dato il tipo di opere previste (realizzazione di viadotti, lo scavo delle gallerie e la realizzazione dei cantieri,) in corrispondenza delle aree a più alta naturalità e valenza ecologica, si provvederà alla verifica degli eventuali impatti che tali opere potranno indurre sulla vegetazione, su alcuni gruppi faunistici o sulle singole specie.

Assetto fisico del territorio

Alcune opere in progetto interferiscono con aree interessate da fenomeni franosi, attivi e/o quiescenti. Il rischio d'innescare movimenti gravitativi in seguito all'esecuzione di scavi, provvisori o definitivi, e l'intervento di rimodellamento morfologico, richiedono una specifica attenzione. In tale ottica, all'interno del Piano di Monitoraggio Ambientale, è stata prevista un'attività di monitoraggio geotecnico e definita una rete di rilevazione strumentale di superficie in corrispondenza di aree particolarmente vulnerabili e di ricettori considerati sensibili. Tale monitoraggio va ad integrare il monitoraggio geotecnico previsto dal progetto per le opere in senso stretto, in particolare per le gallerie.

3.2. Componenti ambientali

3.2.1. Componente atmosfera

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

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

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

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

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

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

- operazioni di scotico delle aree di cantiere;
- formazione dei piazzali e della viabilità di cantiere;
- scavo delle gallerie (emissioni di polveri dagli imbocchi);
- esercizio degli impianti di betonaggio;
- movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere;
- attività dei mezzi d'opera nelle aree di deposito.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Allo scopo poi di valutare il reale contributo dell'esercizio autostradale ai livelli di qualità dell'aria è prevista nella fase post operam anche l'acquisizione dei dati di traffico nel tratto interessato dall'intervento; inoltre si ricorda che i dati di qualità dell'aria potranno essere utilizzati anche per lo studio di carattere scientifico previsto dalle prescrizioni ministeriali a carico del Concessionario, e finalizzato ad individuare il punto di equilibrio tra i flussi veicolari e le emissioni degli inquinanti.

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

3.2.2. Componente rumore

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

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

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

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

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

- costruzione del tracciato;
- scavo delle gallerie;

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

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

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

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

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

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

3.2.3. Componente vibrazioni

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

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

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

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

Il progetto di monitoraggio individua i seguenti ambiti di intervento:

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

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

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

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

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

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

La movimentazione dei materiali di approvvigionamento o di risulta lungo la viabilità di cantiere comporta una emissione di vibrazioni che può risultare significativa solo se localizzata in corrispondenza di edifici residenziali ad elevata densità abitativa. Le piste di cantiere sono in corrispondenza dell'A1 o parallele a quest'ultima, quindi l'impatto vibrazionale legato alle viabilità può essere ritenuto trascurabile.

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

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

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

3.2.4. Componente acque superficiali

Le interferenze idrografiche del Tunnel di Fontanabuona ricadono negli ambiti di competenza del Piano di Bacino Stralcio del torrente Lavagna e del Piano di Bacino Stralcio DL 180/98 - Ambito 15, redatti entrambi dalla Provincia di Genova.

Le interferenze con il reticolo idrografico sono circoscritte a tre aree distinte: “Area 1” in cui il progetto si allaccia all’autostrada esistente A12, “Area 2”, in cui il progetto transita all’aperto in località Arbocò e “Area 3” in cui il progetto si allaccia alla viabilità ordinaria in località Moconesi.

Le aree 1 e 2 ricadono nel bacino del torrente Boate (Piano di Bacino Stralcio DL 180/98 - Ambito 15 - Settore D) mentre l’area 3 fa parte del bacino del torrente Lavagna.

Il progetto prevede la realizzazione di diversi tombini e un viadotto; sono inoltre previsti vari interventi di sistemazione e regimazione idraulica. Durante le lavorazioni inoltre i corsi d’acqua e le aree perifericali possono essere interessate dalla realizzazione e da eventuali contributi delle aree di cantiere necessarie all’esecuzione degli interventi di progetto.

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

La rete dei punti di controllo è stata definita sulla base del progetto autostradale, considerato nella sua globalità (tracciato e opere d’arte, aree di cantiere e campi base, viabilità di servizio, sistemazioni idrauliche e idrogeologiche, aree di deposito) e sulla base dell’inquadramento ambientale del progetto dal punto di vista del sistema idrografico, con particolare attenzione agli aspetti idrologico-idraulici e di qualità delle acque, tenendo conto degli effetti potenzialmente verificabili sul comparto idrico superficiale.

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

- modificazione delle condizioni di deflusso delle acque;
- modificazione delle caratteristiche di qualità fisico-chimica dell’acqua provocate dalle attività costruttive, e/o dallo scarico di sostanze inquinanti derivanti dalle lavorazioni e dagli insediamenti civili di cantiere;
- modificazioni delle caratteristiche di qualità dell’ambiente fluviale complessivo, a seguito di alterazioni dell’habitat nei comparti idraulico, morfologico, chimico-fisico, biologico, vegetazionale.

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

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

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

3.2.5. Componente acque sotterranee

L’area oggetto di indagine ricade all’interno del domino Ligure - emiliano che compone l’Appennino settentrionale insieme al dominio Umbro - toscano. Le unità tettono -

stratigrafiche affioranti, tutte di pertinenza ligure, sono riferibili all'unità Antola e Gottero presenti nell'Appennino Ligure Emiliano

Nell'area in esame sono presenti per gran parte unità idrogeologiche formate da rocce metamorfiche fratturate con permeabilità secondaria medio-bassa.

In tale contesto la circolazione idrica sotterranea mostra un andamento parietale ("falda di versante"), in cui vi è una sostanziale coincidenza tra spartiacque sotterranei e superficiali, ovvero la congruenza tra bacini imbriferi principali e bacini idrogeologici.

I dati acquisiti sui punti d'acqua e i risultati delle analisi idrochimiche e chimico-isotopiche eseguite sulle acque sotterranee hanno consentito la caratterizzazione dei circuiti di alimentazione dei pozzi e sorgenti censiti nell'area di studio. Sono state individuate in linea di massima tre circolazioni:

- una circolazione corticale epidermica ("local");
- una circolazione più profonda ("intermediate");
- una circolazione profonda ("regional").

La circolazione corticale epidermica ("local") si trova nella fascia di decompressione delle fratture, di norma particolarmente attiva orientativamente nei primi 20-50 m dal piano campagna, con regime dei circuiti fortemente variabile in funzione della ricarica stagionale ma influenzata sostanzialmente anche delle precipitazioni brevi e intense.

La circolazione più profonda ("intermediate"), generalmente più lenta e con maggiori tempi di residenza sotterranei, ma ancora variabile e poco influenzata dai cicli di ricarica stagionali.

La circolazione profonda ("regional"), lenta e con i tempi di residenza sotterranei più elevati, scarsamente variabile o influenzata solo dai cicli di ricarica stagionali; tale circolazione è più attiva nei settori tettonizzati, e prevalentemente nelle dislocazioni in regime trascorrente o distensivo, dove la fratturazione risulta maggiormente pervasiva in profondità.

Elementi indicativi di circolazione "locale" (superficiale)

- Composizione isotopica delle acque

quota isotopica di ricarica prossima alla quota di risorgenza.

- Parametri chimici.

Sulla base dei dati di chimismo delle acque, sono stati considerati indicativi di circuiti brevi e superficiali gli indici di una maturità idrochimica delle acque, nell'ambito della linea evolutiva da facies bicarbonato-calcica verso facies più tipicamente clorurato e solfato calciche e i relativi rapporti caratteristici tra specie ioniche.

- Capacità di immagazzinamento acquifero

Vengono considerate indicative di circuiti superficiali, acquiferi con portata estive (misure agosto - settembre 2011) molto basse, tali da evidenziare scarso immagazzinamento e capacità di regolazione. E' stato preso a riferimento di tale condizione il valore di $Q < 2$ - l/min per le unità prevalentemente flyshoidi oggetto di indagine.

- Parametri chimico-fisici

E' stata considerata indicativa di circuiti "giovani" ovvero con alimentazione da circuiti brevi e superficiali, la risorgenza di acque con bassa mineralizzazione. E' stato preso a riferimento di tale condizione, una conducibilità elettrica specifica delle acque inferiore al valore media - dev. Standard, corrispondente a $C < 340$ μ S/cm.

- *Evidenze geologiche-morfologiche di circuiti superficiali rilevate in sito*

Si tratta di osservazioni specifiche, riportate nel campo note del database, effettuate nel corso dei sopralluoghi di censimento e caratterizzazione delle sorgenti, quali in particolare: sorgenti diffuse in detrito o corpi frana, circolazioni di subalveo o riemersione di corpi idrici superficiali, ecc..

- Estensione del giudizio attribuito a sorgenti limitrofe e con caratteristiche analoghe, tali da costituire un “gruppo” omogeneo connesso al medesimo circuito idrogeologico di alimentazione.

Elementi indicativi di circolazione “intermedia” e “profonda”

- *Composizione isotopica delle acque:*

quota isotopica di ricarica largamente superiore alla quota di risorgenza.

- *Parametri chimici.*

Sulla base dei dati di chimismo delle acque, sono stati considerati indicativi di circuiti da intermedi a profondi gli indici di una maturità idrochimica delle acque, nell’ambito della linea evolutiva da facies bicarbonato-calcio verso facies più tipicamente clorurato e solfato calciche e i relativi rapporti caratteristici tra specie ioniche.

- *Capacità di immagazzinamento acquifero*

Vengono considerate indicativa di alimentazione da circuiti intermedi e profondi superficiali, la permanenza di portate rilevante, in rapporto alle medie locali nelle condizioni di magra estive (misure agosto - settembre 2011), tali da evidenziare elevato immagazzinamento e capacità di regolazione. E’ stato preso a riferimento di tale condizione il valore di $Q > 7$ l/min.

- *Parametri chimico-fisici*

E’ stata considerata indicativa di circuiti “evoluiti” ovvero con alimentazione da circuiti ben sviluppati in condizioni di zonalità verticale almeno “intermedie” o “profonde”, la risorgenza di acque medio mineralizzate. E’ stato preso a riferimento di tale condizione una conducibilità elettrica specifica delle acque $C > 450$ μ S/cm.

- *Evidenze geologico strutturali.*

Sono stati considerati “intermedi” o “profondi” i circuiti per i quali sia fortemente probabile un ruolo di alimentazione da parte di linee tettoniche regionali. Eventuali osservazioni in campo sugli elementi strutturali e sul ruolo degli stessi derivanti da osservazioni in campo (es. sorgenti per soglie di permeabilità) sono riportate nel campo note del database medesimo.

- Estensione del giudizio attribuito a sorgenti limitrofe e con caratteristiche analoghe, tali da costituire un “gruppo” omogeneo connesso al medesimo circuito idrogeologico di alimentazione.

Le alterazioni qualitative che possono determinarsi dal contatto tra acque sotterranee e materiali di rivestimento possono essere di diverso tipo, come riportato anche in letteratura; possono verificarsi in caso di interferenza diretta tra corpi idrici e gallerie e nel caso di circuiti idrogeologici brevi e superficiali.

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

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

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

3.2.6. Componente Vegetazione

La proposta di monitoraggio si basa sull'analisi di aree campione in cui saranno eseguiti rilievi finalizzati allo studio della vegetazione e della flora presente allo scopo di verificare eventuali variazioni dovute alla realizzazione dell'opera.

Il monitoraggio, svolto nelle fasi di ante operam, di corso d'opera e di post operam, è mirato a controllare l'eventuale presenza dei seguenti potenziali fattori di impatto:

- sottrazione di vegetazione;
- alterazione della struttura della vegetazione e del patrimonio floristico;
- impatto sulla vegetazione per inquinamento e/o depauperamento dell'ambiente idrico;
- impatto sulla vegetazione per emissioni gassose in atmosfera;
- impatto sulla vegetazione per sollevamento di polveri;
- impatto sulla vegetazione per alterazioni prodotte dai mutamenti morfologici (scavi, riporti, depositi di inerti) e dall'introduzione di infrastrutture (viadotti, rilevati, ecc.);
- impatto sulla vegetazione per modifica della struttura e tessitura del suolo (ad es. fenomeni di costipazione del suolo).

In particolare per la tratta in oggetto si prevedono siti di monitoraggio per il controllo degli impatti derivanti dalla realizzazione dei cantieri ricadenti in zone di maggior pregio naturalistico, siti di monitoraggio ubicati agli imbocchi delle gallerie di nuova realizzazione e siti di monitoraggio per il controllo della vegetazione presente in corrispondenza dei nuovi attraversamenti sui corsi d'acqua.

La scelta delle aree di monitoraggio è stata effettuata considerando la tipologia dell'opera alla luce di quanto è emerso dal SIA e sulla base degli approfondimenti relativi alla biodiversità richiesti dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Ecologia con Nota ID_VIP 8255 del 13/02/2023.

3.2.7. Componente Fauna

Il Piano di Monitoraggio (svolto nelle fasi di ante operam, corso d'opera e di post operam) si pone come obiettivo il controllo degli eventuali impatti che potrebbero verificarsi in seguito alla realizzazione delle opere in progetto.

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

In generale il monitoraggio della fauna tenderà a verificare la presenza delle specie in relazione ai seguenti ipotetici impatti:

- la sottrazione di habitat e/o di fonti alimentari per la fauna nelle diverse aree interessate dall'opera;
- il possibile disturbo alla fauna da inquinamento acustico;
- l'impatto sulla fauna per inquinamento dell'ambiente idrico;
- l'impatto sulla fauna per alterazioni prodotte dai mutamenti morfologici (scavi, riporti, depositi di inerti);
- l'introduzione di infrastrutture che determinano un effetto barriera nei confronti degli spostamenti della fauna terrestre.

In particolare per la tratta in oggetto si prevedono siti di monitoraggio per il controllo degli impatti derivanti dalla realizzazione dei cantieri ricadenti in zone di maggior pregio naturalistico, siti di monitoraggio ubicati agli imbocchi delle gallerie di nuova realizzazione e siti di monitoraggio in corrispondenza dei corsi d'acqua interessati dalla realizzazione di nuovi attraversamenti.

La scelta delle aree di monitoraggio è stata effettuata considerando la tipologia dell'opera alla luce di quanto è emerso dal SIA e sulla base degli approfondimenti relativi alla biodiversità richiesti dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Ecologia con Nota ID_VIP 8255 del 13/02/2023.

3.2.8. Componente assetto fisico del territorio

L'attività di monitoraggio, relativa alla componente Assetto Fisico del Territorio, ha lo scopo di individuare e monitorare potenziali condizioni di interferenza, delle opere autostradali, sulla stabilità del territorio e dei versanti. Si tenga conto che, per l'opera oggetto di tale Piano di Monitoraggio, il progetto prevede già un monitoraggio geotecnico per lo scavo delle gallerie naturali e per le opere in sotterraneo, sia durante la fase di corso d'opera che durante la fase di esercizio. Il monitoraggio descritto in tale PMA, pertanto, rappresenta un'integrazione a quanto già previsto dal progetto e riguarda soprattutto quelle aree in cui le interferenze possono interessare ricettori sensibili quali abitazioni, edifici in genere, movimenti franosi noti, viabilità ecc...

L'individuazione dei siti da sottoporre a monitoraggio passa attraverso due momenti salienti:

- individuazione delle "aree sensibili", definite sulla base della propensione al dissesto associabile alla litologia presente;
- individuazione delle tipologie di "opere sensibili", ossia potenzialmente soggette ad influenzare le condizioni di stabilità dei versanti.

Dalla sovrapposizione delle "opere sensibili" su "aree sensibili" si individuano le aree da monitorare a cui viene attribuito un diverso grado di dettaglio ed estensione.

Per analizzare la possibilità di interazioni tra progetto ed aspetti geologici del territorio interessato si è fatto riferimento *all'assetto geomorfologico* dei versanti, con particolare attenzione a tutte le forme di versante dovute alla gravità e *all'assetto idrogeologico* (acquiferi incontrati, falde presenti e loro opere di captazione, acque sorgive). Nel contesto geologico, sia l'aspetto geomorfologico che quello idrogeologico individuano le condizioni per definire la *sensibilità* di un territorio.

Gli aspetti idrogeologici e geomorfologici, inoltre, riassumono e sintetizzano gli altri elementi caratteristici della geologia dell'area, quali litologia, rapporti stratigrafici, assetto geostrutturale, acclività, circolazione idrica sotterranea, ecc. e le loro diverse

combinazioni possono innescare fenomeni gravitativi od escludere che questi si verifichino.

Sono considerate opere sensibili e dunque potenzialmente interferenti con il territorio circostante, le seguenti categorie:

- Opere di imbocco delle gallerie;
- Gallerie parietali e/o a debole profondità;
- Spalle dei viadotti;
- Settori a mezzacosta;

Il progetto, come anticipato, prevede già un monitoraggio della stabilità delle opere in senso stretto (imbocchi di gallerie, spalle viadotti, trincee ecc...). L'attività di monitoraggio geotecnico di superficie, prevista per la componente assetto fisico del territorio, va ad integrare lo specifico piano di monitoraggio geotecnico-strutturale previsto per le opere in progetto. Esso ha lo scopo di verificare e controllare il comportamento areale dell'ammasso nell'intorno delle strutture individuate e definite potenzialmente critiche. Il monitoraggio geotecnico previsto da progetto, invece, ha tempistiche e definizioni molto più complesse che sono strettamente legate alle fasi esecutive dei lavori. All'interno di tale piano verranno prese in considerazione le situazioni di criticità riguardanti possibili interferenze tra opere e ricettori. Si è fatto riferimento al rischio di innesco di fenomeni gravitativi a seguito all'esecuzione degli scavi provvisori e definitivi sia nei terreni instabili (dalle scadenti caratteristiche geotecniche) caratterizzati dalla presenza di corpi franosi per i quali esiste la possibilità di una riattivazione, sia in terreni con bassa propensione al dissesto, laddove sono previsti da progetto interventi tali da determinare mobilizzazioni di versante.

L'attività di monitoraggio si sviluppa attraverso le seguenti fasi:

- *ante operam*: identifica condizioni del territorio prima dell'inizio di quelle lavorazioni che in qualche modo possono incidere sulle condizioni di stabilità dei versanti;
- *corso d'opera*: identifica esclusivamente il periodo di esecuzione di una specifica opera che ricade in un'area instabile o potenzialmente instabile e non necessariamente all'intero periodo richiesto per il completamento dell'opera nella sua interezza, né tanto meno dei lavori di un intero Lotto. In altre parole, una volta terminate le fasi lavorative che influenzano la stabilità, la fase di "corso d'opera" cessa.
- *post operam*: identifica il periodo di tempo successivo alla fase di corso d'opera e si riferisce alla condizione del territorio al termine delle lavorazioni potenzialmente impattanti.

3.3. Metodiche di rilevamento

3.3.1. Atmosfera

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

- Metodica A2: misura delle polveri sottili (PM10 e PM2.5) per 15 giorni in prossimità di aree di cantiere;

Metodica A2 - Rilievo delle Polveri Sottili (PM10 e PM2.5) con campionatore sequenziale

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

Le campagne di misura delle polveri sottili PM10 e PM2.5 per 15 giorni (metodica A2) vengono definite attraverso delle procedure di misura standardizzate che, in prossimità di sorgenti di emissione quali le attività di cantiere e/o viabilità di cantiere, permettono di monitorare il particolato disperso nei bassi strati dell'atmosfera.

L'ambito di riferimento di tali procedure è quello della verifica delle concentrazioni delle polveri sottili nell'aria al fine di valutare il rispetto degli standard di qualità indicati dal D.lgs. n. 155 del 13/08/2010, dal D.M. 33/2017 e dalle altre normative di settore.

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

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

- Filtri a membrana: sono dei filtri in fibre di vetro o quarzo di diametro 47 mm circa;
- Supporto per filtrazione: il filtro è sostenuto durante tutto il periodo di tempo in cui è attraversato dall'aria aspirata da un apposito supporto costruito in materiale metallico resistente alla corrosione e con pareti interne levigate. Le dimensioni prescritte per il supporto sono indicate nel D.Lgs 155/10. Le due parti del supporto una volta montato il filtro, devono combaciare in modo da evitare qualunque trafileamento d'aria: a tal scopo le due parti risultano premute l'una contro l'altra per mezzo di un dispositivo di blocco tale da non deformare e da non danneggiare il filtro. Il filtro è sostenuto da un disco di materiale sinterizzato o altro mezzo idoneo che impedisca ogni possibile deformazione del filtro e che sia perfettamente resistente alla corrosione. Il diametro della superficie di filtrazione non deve essere inferiore a 36 mm.
- Pompa aspirante: l'aspirazione dei campioni d'aria viene svolta per mezzo di pompe meccaniche a funzionamento elettrico dotate di regolatori di portata.
- Misuratore volumetrico: la misurazione del campione d'aria prelevato viene eseguita mediante contatori volumetrici, con possibilità di totalizzazione.
- Bilancia analitica con sensibilità di 0.001 mg.

- Generatore elettrico: nei casi in cui l'energia elettrica necessaria per il funzionamento della pompa aspirante non possa essere prelevata dalla rete elettrica.
- Sistema di sostituzione dei filtri, indispensabile per rendere automatico il campionamento.

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

La taratura dei filtri viene svolta con le seguenti modalità:

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

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

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

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

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

- Sopralluogo all'area di monitoraggio, verifica delle sorgenti di emissione presenti all'interno dell'ambito spaziale di dispersione delle polveri, selezione della posizione di installazione più idonea, anche in relazione a possibili interferenze con le attività svolte dai residenti e all'obiettivo del monitoraggio (ante operam o corso d'opera).
- Installazione del cavalletto di supporto in corrispondenza del punto di misura georeferenziato in modo che lo stesso risulti in piano e, quando possibile, sufficientemente protetto in caso di pioggia.
- Installazione della linea di prelievo nel seguente ordine: supporto di filtrazione, tubo di mandata, cella di deumidificazione al gel di silice, tubo di mandata, pompa aspirante con regolatore di portata e regolatore volumetrico. Il supporto di filtrazione deve venire a trovarsi a circa 1.2, 2.0 m di altezza piano campagna.
- Si collocano i filtri tarati sugli appositi supporti di filtrazione utilizzando una pinzetta e si blocca quindi la ghiera di fissaggio.
- Allacciamento della pompa aspirante alla rete elettrica o, in caso di indisponibilità di utenze elettriche, al gruppo elettrogeno. In questo ultimo caso è necessario che il gruppo elettrogeno operi sopravento ad una distanza di non effetto rispetto alla pompa di prelievo (non inferiore a 25 m) e, quando possibile, deve essere disposto in posizione schermata.

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

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

3.3.2. Rumore

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

Le metodiche di monitoraggio utilizzate sono le seguenti:

- Metodica R2 Misure di 24 ore, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi attività di cantiere.
- Metodica R3 Misure di 7 giorni, postazioni fisse non assistite da operatore, per rilievi di traffico veicolare.
- Metodica R4 Misure di breve periodo in ambiente abitativo per la verifica del limite differenziale
- Metodica R4bis Misure di breve periodo in ambiente abitativo per la verifica degli interventi di mitigazione diretti sui ricettori.

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

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

Per le postazioni ante operam, riferite alla caratterizzazione delle aree dei cantieri principali e secondari, dei fronti di avanzamento cantierizzati per la realizzazione dei nuovi tracciati o per l'ampliamento di quelli attuali, degli imbocchi di gallerie, delle cave

e depositi, sono state ipotizzate misure con metodiche tipo R2, R4 presso i ricettori più significativi, per consentire la verifica del livello assoluto e differenziale.

Per le postazioni corso d'opera è stata ipotizzata la ripetizione delle misure negli stessi punti e con le stesse metodiche previste per le postazioni ante operam delle aree dei cantieri principali e secondari, degli imbocchi di gallerie, delle cave e depositi.

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

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

La caratterizzazione acustica di un ambiente o di una sorgente richiede la definizione di una serie di indicatori fisici (Leq, SEL, Lmax, Ln, composizione spettrale...) per mezzo dei quali "etichettare" il fenomeno osservato.

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

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

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

R2 – misure di 24 ore con postazione semi-fissa

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

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

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

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

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

Riconoscimento di componenti impulsive

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

- ripetitività di n eventi impulsivi ($n \geq 10$ /ora di giorno e $n \geq 2$ /ora di notte);
- differenza tra LA_{max} e LAS_{max} superiore a 6 dB;
- durata dell'evento a -10 dB dal valore LAF_{max} inferiore a 1 s.

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

Riconoscimento di componenti tonali

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

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

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

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

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

Operazioni di analisi

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

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

Vengono redatte apposite schede di sintesi. Queste, similmente alle schede compilate in campo, oltre a riportare la descrizione del ricettore e delle operazioni di misura,

contengono anche i risultati delle analisi dei rilievi. Esse sono corredate dagli output grafici di documentazione delle misure.

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

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

R3 – misure di 7 giorni con postazione fissa

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

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

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

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

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

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

Operazioni di analisi

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

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

R4 – verifica del limite differenziale in ambiente abitativo

La metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione del livello differenziale di rumore (LD), ottenuto come differenza aritmetica tra il livello di rumore ambientale LA (livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A prodotto da tutte le sorgenti di rumore) ed il livello di rumore residuo LR (livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A rilevato escludendo la sorgente sonora disturbante). La verifica è da compiersi in ambiente abitativo all'interno nel periodo di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h). I rilievi in periodo notturno verranno eseguiti solo in presenza di lavorazioni presso le aree di cantiere. I rilevamenti devono essere compiuti sia a finestre aperte che chiuse. La verifica deve essere eseguita in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s.

Misurazione del rumore ambientale a finestre aperte

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

Misurazione del rumore ambientale a finestre chiuse

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

Misurazione del rumore residuo a finestre aperte

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

Misurazione del rumore residuo a finestre chiuse

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

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

Riconoscimento di componenti impulsive

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

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

- differenza tra LA_{lmax} e LA_{Smax} superiore a 6 dB;
- durata dell'evento a -10 dB dal valore LA_{Fmax} inferiore a 1 s.

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

Riconoscimento di componenti tonali

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

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

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

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

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

Operazioni di analisi

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

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

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

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

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

R4 bis – verifica degli interventi diretti sul ricettore in ambiente abitativo

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

Misurazione del rumore ambientale a finestre chiuse

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

I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A Laeq,1s
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAI_{max}, LAF_{max}, LAS_{max})
- i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99.

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

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

Operazioni di analisi

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

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

3.3.3. Vibrazioni

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

Le metodiche di monitoraggio utilizzate sono le seguenti.

Metodica V1 Misure di breve periodo finalizzate al disturbo;

Metodica V2 Misure di breve periodo finalizzate al danno.

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

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

V1 – valutazione del disturbo negli edifici

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

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

Le operazioni di monitoraggio avvengono esclusivamente in edifici sedi di attività umana. I rilievi vibrometrici sono da effettuarsi nei locali abitati in corrispondenza dei quali il fenomeno vibratorio è presumibilmente maggiore. È prevista almeno una verifica in un locale del primo e dell'ultimo solaio abitati dell'edificio prescelto. Essa deve essere effettuata sul pavimento in corrispondenza della posizione prevalente del soggetto esposto. Qualora questa non sia individuabile, i rilievi sono effettuati a centro ambiente. Gli assi di monitoraggio sono l'asse verticale Z, perpendicolare al pavimento, e l'asse orizzontale X-Y, perpendicolare alla parete del locale più vicina alla sorgente eccitante.

Misurazione delle vibrazioni residue

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

Misurazione delle vibrazioni oggetto dell'indagine

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

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

Qualora si verifichi la presenza di fenomeni di tipo impulsivo è da adottarsi esclusivamente la metodologia di misura di tipo indiretto con registrazione del segnale con DAT e successiva analisi in laboratorio. Nei restanti casi sono ammesse sia la metodologia diretta sia quella indiretta. In tutti i casi le misure sono da eseguirsi in

concomitanza con il fenomeno vibratorio e devono avere una durata tale da caratterizzarlo, comunque non inferiore a 60 secondi. Adottando la metodologia diretta i rilievi dovranno essere effettuati in LINEARE, filtri di 1/3 di ottava, costante di integrazione SLOW e scansione temporale di 1 secondo.

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

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

Operazioni di analisi (vibrazioni stazionarie o transitorie)

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

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

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

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

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

L'analisi consiste nelle seguenti fasi:

Mascheramento

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

Ponderazione in frequenza e calcolo dell'accelerazione complessiva

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

Verifica delle vibrazioni residue

Confronto tra il livello di accelerazione complessiva ponderata in frequenza ed il livello di accelerazione residua. Eventuale calcolo del livello di accelerazione complessiva corretta ai sensi della norma UNI 9614 e verifica della significatività della misura. La

misura non è da ritenersi significativa se la differenza tra il livello complessivo ponderato delle vibrazioni misurate e quelle residue è inferiore a 6 dB.

Valutazione del disturbo

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

Operazioni di analisi (vibrazioni impulsive)

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

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

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

Filtraggio FFT

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

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

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

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

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

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

Ponderazione in frequenza e calcolo dell'accelerazione complessiva

Filtraggio del segnale mediante i filtri di ponderazione indicati dalla norma UNI 9614 tali da circoscrivere l'analisi all'interno del dominio di frequenza 1÷80 Hz. A riguardo, a titolo cautelativo, è preferibile optare per i filtri di ponderazione previsti per la postura

non nota o variabile (assi combinati). Determinazione del livello di accelerazione di picco ponderata in frequenza.

Valutazione del disturbo

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

V2 – valutazione del danno agli edifici

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

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

Le operazioni di monitoraggio avvengono in corrispondenza di edifici. I rilievi vibrometrici sono da effettuarsi presso le zone degli edifici nelle quali il fenomeno vibratorio è presumibilmente maggiore. È prevista almeno una verifica alla base ed all'ultimo solaio delle costruzioni. Nel caso di assenza di fondazioni la verifica deve essere effettuata alla base del muro di sostegno esterno. Gli assi di monitoraggio sono l'asse verticale Z, perpendicolare al terreno, e l'asse orizzontale X-Y, perpendicolare alla parete dell'edificio prossima alla sorgente di vibrazione.

Misurazione delle vibrazioni residue

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

Misurazione delle vibrazioni oggetto dell'indagine

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

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

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

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

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

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

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

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

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classificazione UNI 9916), la descrizione delle due postazioni individuate al primo e all'ultimo solaio, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, dell'asse di misura e di eventuali note. Tale scheda deve essere possibilmente simile a quella utilizzata per la presentazione finale delle analisi dei dati.

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

Operazioni di analisi

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

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

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

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

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

L'analisi consiste nelle seguenti fasi:

Filtraggio

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

Verifica delle vibrazioni residue

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

Valutazione del rischio

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

3.3.4. Componente acque superficiali

La valutazione dei potenziali effetti indotti sul comparto idrico superficiale dalla realizzazione del collegamento tra la Val Fontanabuona e l'autostrada A12 Genova-Roma, avverrà attraverso l'analisi e il confronto dei dati di monitoraggio raccolti prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera, con riferimento al quadro evolutivo dei fenomeni naturali aggiornato nel corso delle indagini. Verrà fatto riferimento agli indicatori specifici descritti nel seguito, la cui interpretazione sarà comunque sempre riferita al quadro di qualità ambientale complessivo.

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

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

- Indagini quantitative: misure di portata

- Indagini qualitative: specifici parametri chimico-fisici, chimici e batteriologici, biologici e fisiografici – ambientali;

Indagini quantitative

Il monitoraggio quantitativo è mirato alla contestualizzazione dei valori provenienti dalle analisi qualitative chimiche, fisiche e batteriologiche.

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

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

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

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

Si elencano di seguito i passi seguiti per l'elaborazione.

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

Indagini qualitative

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

Norme IRSA-CNR

Norme UNICHIM-UNI

Norme ISO

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

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

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

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

ISO/TC 147 (Water quality);

ISO STANDARDS COMPENDIUM-ENVIRONMENT/WATER QUALITY.

Parametri chimico-fisici

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

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Temperatura (acqua e aria)
- pH
- Conducibilità elettrica
- Ossigeno disciolto

Nelle acque superficiali il pH è caratterizzato da variazioni giornaliere e stagionali, ma anche dal rilascio di scarichi di sostanze acide e/o basiche; la conducibilità elettrica specifica esprime il contenuto di sali disciolti ed è strettamente correlata al grado di mineralizzazione e quindi della solubilità delle rocce a contatto con le acque; brusche variazioni di conducibilità possono evidenziare la presenza di inquinamenti. La concentrazione dell'ossigeno disciolto dipende da diversi fattori naturali, tra i quali la pressione parziale in atmosfera, la temperatura, la salinità, l'azione fotosintetica, le condizioni cinetiche di deflusso. Brusche variazioni di ossigeno disciolto possono essere correlate a scarichi civili, industriali e agricoli. Una carenza di ossigeno indica la presenza di quantità di sostanza organica o di sostanze inorganiche riducenti. La solubilità dell'ossigeno è in funzione della temperatura e della pressione barometrica; pertanto, i risultati analitici devono essere riferiti al valore di saturazione caratteristico delle condizioni effettive registrate al momento del prelievo. La presenza di organismi fotosintetici: (alghe, periphyton e macrofite acquatiche) influenza il valore di saturazione di ossigeno, comportando potenziali condizioni di ipersaturazione nelle ore diurne e di debito di ossigeno in quelle notturne.

Parametri chimici e microbiologici acque

Le analisi chimiche e microbiologiche daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di "bianco" dei corsi d'acqua. Verranno analizzati parametri tipicamente legati ai fenomeni di inquinamento

da traffico veicolare, fra cui i metalli pesanti e parametri maggiormente legati ad eventuali impatti con le lavorazioni, come attività di macchine operatrici di cantiere, sversamenti e scarichi accidentali, lavaggio di cisterne e automezzi, getti e opere in calcestruzzo, dilavamento di piazzali, presenza di campi e cantieri. Verranno rilevati i seguenti parametri:

- C.O.D.
- Idrocarburi totali
- Cromo totale
- Nichel
- Zinco
- Cadmio
- Cloruri
- Piombo
- Solfati
- Calcio
- Alluminio
- Escherichia coli
- Tensioattivi
- IPA
- Solidi Sospesi Totali

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

I solidi in sospensione totali sono indicativi di potenziali alterazioni riconducibili ad attività dirette di cantiere o a interventi in grado di alterare il regime delle velocità di flusso in alveo o l'erosività del suolo (sistemazioni idrauliche, aree di cantiere, di cava o discarica; sistemazioni idrogeologiche, dissesti ecc.). L'entità e la durata di concentrazioni acute di solidi in sospensione ha ripercussioni sulla qualità degli habitat per macroinvertebrati e fauna ittica.

Parametri biologici e fisiografici – ambientali

Per quanto riguarda i parametri biologici, le popolazioni di macroinvertebrati bentonici sono condizionate dagli ambienti fisici che le ospitano, le cui variazioni in termini morfologico-idraulici e fisico-chimici producono alterazioni nelle caratteristiche della distribuzione tipologica e quantitativa delle specie e, conseguentemente, modificazioni degli indicatori biologici. Le lavorazioni autostradali possono inoltre provocare

modifiche ed alterazioni alla vegetazione perifluviale e alle caratteristiche morfologiche e conseguente perdita o diminuzione della salute ecologica dei corsi d'acqua. Tramite la determinazione di questi parametri si avrà quindi la possibilità di valutare lo stato ecologico dei corsi d'acqua e l'effetto di alterazioni ed inquinamenti delle acque sulle popolazioni di microrganismi. Vengono determinati i seguenti indici:

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

Il Metodo MHP (Multi-habitat proporzionale), o MacrOper, si basa su un approccio multihabitat, che prevede una raccolta dei macroinvertebrati in corsi d'acqua in linea con le richieste della legge europea 2000/60/EC. Tale raccolta, che deve essere effettuata con un retino Surber (un particolare tipo di retino che consente che permette di raccogliere gli organismi presenti in un'area delimitata da una cornice metallica rettangolare e quindi di dimensioni note) per habitat con profondità inferiori a 0.5m oppure con un retino immanicato nel caso di habitat caratterizzati da profondità maggiori di 0,5m, deve essere proporzionale all'estensione relativa dei diversi habitat osservati in un sito fluviale. La presenza degli habitat nel sito di campionamento oggetto d'indagine deve essere stimata prima di procedere al campionamento stesso. I macroinvertebrati bentonici sono caratterizzati da una limitata mobilità, da un lungo ciclo vitale, dalla presenza di gruppi con differente sensibilità alle cause di alterazione e da molteplici ruoli nella catena trofica. Inoltre la relativa facilità di campionamento e di identificazione di questi organismi, e la loro ampia diffusione nei corsi d'acqua, rendono i macroinvertebrati bentonici particolarmente adatti all'impiego nel biomonitoraggio e nella valutazione della qualità dei fiumi. La maggior parte delle popolazioni di invertebrati bentonici è soggetta a cicli vitali stagionali; pertanto, per poter correttamente definire la composizione tassonomica di un sito, le abbondanze degli individui e la diversità, le stagioni di campionamento devono essere chiaramente stabilite (si ricorda tuttavia che la stagione di campionamento più adatta è soprattutto legata al tipo fluviale in esame). Va evitato il campionamento in una o più delle seguenti situazioni: durante o subito dopo eventi di piena; - durante o subito dopo periodi di secca estrema; per impedimenti a causa di fattori ambientali nella stima dell'estensione relativa degli habitat (ad esempio in caso di elevata torbidità). In quest'ultimo caso, se il campionamento viene effettuato egualmente, è possibile segnalare sulla Scheda che il campionamento è avvenuto in condizioni non ottimali per la corretta quantificazione della presenza dei diversi microhabitat. Il sito campionato deve essere rappresentativo di un tratto più ampio del fiume in esame cioè, se possibile, dell'intero corpo idrico come previsto dalla Direttiva 2000/60. La procedura di campionamento richiede un'analisi della struttura in habitat del sito e pertanto, dopo aver selezionato la sezione migliore procedendo con il riconoscimento e la descrizione dei microhabitat, si procede al campionamento. Questo deve essere iniziato dal punto più a valle dell'area oggetto d'indagine proseguendo verso monte, in modo da non disturbare gli habitat prima del campionamento. Il "Protocollo di campionamento dei macroinvertebrati bentonici dei corsi d'acqua guadabili" (predisposto dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici in stretta collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) definisce le tecniche di campionamento da adottare anche in base al tipo di habitat e di substrato. Una volta raccolto il campione si procede in campo all'identificazione dei taxa. In genere il campione può essere smistato in toto sul campo. Gli individui raccolti tramite rete vengono trasferiti in vaschette e quindi si procede allo smistamento e alla stima delle abbondanze dei diversi taxa. In generale si richiede il conteggio preciso degli organismi fino alla soglia dei dieci individui. Per i taxa il cui numero di individui superi tale soglia si ritiene praticabile fornire direttamente un'indicazione della stima mediante conteggio approssimativo, anziché limitarsi a

valutare solo la classe di abbondanza. Per gli organismi che richiedono controlli o approfondimenti tassonomici, sarà necessaria una verifica in laboratorio.

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

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

3.3.5. Componente acque sotterranee

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

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

Tali controlli consisteranno in indagini del seguente tipo:

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

Indagini quantitative

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Portata volumetrica su sorgenti;

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

Al momento dell'avvio del monitoraggio ante operam verranno aggiornati i dati relativi alle sorgenti esistenti e la redazione di schede sintetiche descrittive dei dati caratteristici di tutti i punti monitorati.

Indagini qualitative

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

Norme IRSA-CNR

Norme UNICHIM-UNI

Norme ISO

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

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

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

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

ISO/TC 147 (Water quality);

ISO STANDARDS COMPENDIUM-ENVIRONMENT/WATER QUALITY.

Indagini qualitative – parametri chimico-fisici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Temperatura
- pH
- Conducibilità
- Ossigeno disciolto e ossigeno disciolto %
- Potenziale Redox

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

Indagini qualitative – parametri chimici e microbiologici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Bicarbonato
- Calcio
- Sodio
- Cloruri
- Solfati
- Magnesio
- Potassio
- Nitrati
- Silice
- Escherichia Coli

La determinazione di specifici parametri chimici, oltre a fornire una caratterizzazione di massima della circolazione idrica sotterranea, è finalizzata alla valutazione delle eventuali problematiche di interferenza qualitativa tra acquifero ed opere in sottterraneo (dilavamento di acque di cantiere, dissoluzione spritz-beton dal rivestimento delle gallerie, contatto con i materiali di rivestimento) o eventuali sversamenti accidentali collegati all'attività dei cantieri e dei campi cantiere (idrocarburi totali, escherichia coli...). Le opere in sottterraneo sono potenzialmente in grado di determinare il drenaggio delle falde oppure l'alterazione dal punto di vista qualitativo per contatto tra acque sotterranee e materiali di rivestimento. Le alterazioni qualitative che possono determinarsi dal contatto tra acque sotterranee e materiali di rivestimento delle gallerie sono numerose e possono verificarsi in caso di interferenza diretta tra corpi idrici e gallerie, e nel caso di circuiti idrogeologici brevi e superficiali; effetti di questo tipo sono quindi prospettabili per le captazioni poste a valle delle opere in galleria o dove l'entità della copertura in calotta risulta limitata.

3.3.6. Componente Vegetazione

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

Rilievi fitosociologici (metodica E1)

Un rilievo fitosociologico consiste essenzialmente nel descrivere la vegetazione in base alle specie vegetali che la compongono, precisando la composizione e la struttura del popolamento vegetale anche attraverso la definizione dei rapporti quantitativi tra le singole specie.

Il rilievo, previsto due volte all'anno (uno nel periodo primaverile-estivo ed uno nel periodo tardo estivo-autunnale), deve essere eseguito sul «popolamento elementare», cioè su tratti di vegetazione omogenea che costituiscono un campione rappresentativo di una determinata tipologia vegetazionale.

La superficie da monitorare viene determinata per incremento successivo di area: partendo da una piccola superficie si annotano tutte le specie rinvenute, per poi raddoppiare varie volte l'area considerata fino a quando si hanno incrementi di nuove specie bassissimi o si ha un incremento molto elevato che indica un mutamento di condizioni ecologiche e quindi la presenza di un popolamento vegetale differente.

Normalmente, mentre per la vegetazione erbacea sono sufficienti superfici di 15-20 m², per la vegetazione arbustiva o arborea è opportuno effettuare rilevamenti su circa 200 m² di superficie.

I rilievi fitosociologici eseguiti con il metodo Braun-Blanquet prevedono la raccolta di dati stazionali riguardanti non solo la composizione floristica, ma anche l'orografia ed il substrato della stazione, al fine di meglio definire i parametri ecologici che influenzano la composizione e la struttura del popolamento.

Completato l'elenco floristico ad ogni specie vengono assegnati alcuni indici, normalmente espressi mediante scale di valori convenzionali, quali l'abbondanza (numero di individui di ogni specie che entra nella costituzione del popolamento vegetale del territorio preso in esame), la dominanza (estensione, areale o volumetrica, occupata dagli individui della stessa specie in rapporto alla superficie o al volume occupato dall'insieme del popolamento analizzato) e l'associabilità tra gli individui.

La stima dell'abbondanza-dominanza viene eseguita usando la scala di Braun-Blanquet che prevede i seguenti valori:

5: COPERTURA MAGGIORE DEL 75%
4: COPERTURA DAL 50 AL 75%
3: COPERTURA DAL 25 AL 50%
2: COPERTURA DAL 5 AL 25%
1: COPERTURA DALL'1 AL 5%
+ : SPORADICA, CON COPERTURA TRASCURABILE
R: RARA, UNO O POCHI INDIVIDUI ISOLATI

In seguito all'esecuzione del rilievo fitosociologico, verranno calcolati i seguenti indicatori:

- Ricchezza floristica;
- Flora antropogena;
- Indice di diversità di specie secondo Shannon;
- Indice di Equiripartizione o di Evenness;
- Indice di Coerenza corologica.

Sopralluogo di monitoraggio (metodica E26)

In corrispondenza di ogni uscita relativa agli studi vegetazionali, per ogni sito di monitoraggio della componente vegetazione, viene condotto un sopralluogo nell'area limitrofa al cantiere (area più vasta rispetto a quella monitorata tramite il rilievo

fitosociologico), allo scopo di controllare e annotare su apposite schede di controllo gli aspetti generali dell'area impattata, ed in particolare i seguenti aspetti:

- stato generale dell'habitat;
- alterazioni morfologiche dell'area;
- presenza di materiali estranei;
- presenza di specie invasive;
- stato fitosanitario;
- presenza di polvere depositata sulla superficie fogliare;

Rilievi floristici per il monitoraggio delle specie vegetali alloctone (metodica SA)

Il rilievo per il monitoraggio delle specie vegetali alloctone sarà eseguito nelle aree dove sarà prevista movimentazione delle terre, pertanto il monitoraggio verrà eseguito sui cumuli di terreno vegetale accantonato nelle aree di pertinenza dei cantieri.

Il protocollo di monitoraggio prevederà sia un controllo speditivo per rilevare la presenza di specie alloctone, sia un censimento floristico lungo transetti distribuiti casualmente all'interno del sito di monitoraggio. In ciascun sito individuato i transetti (in numero minimo di 10 e della lunghezza massima di 20 metri ciascuno) saranno controllati una volta al mese nel periodo aprile - luglio. I transetti, una volta individuati e localizzati, dovranno rimanere costanti per tutto il periodo di monitoraggio.

Il monitoraggio delle specie vegetali alloctone sarà eseguito nella fase di corso d'opera.

Rilievi biometrici e qualitativi per il monitoraggio del successo dei ripristini (metodica E11)

Questo gruppo di metodiche ha lo scopo di valutare il successo delle opere a verde. Le aree interessate dai ripristini individuate come siti di monitoraggio, saranno suddivise in unità cartografiche di maglia idonea a garantire le esigenze informative richieste, di adattarsi facilmente a forme e dimensioni anche limitate; il numero di unità monitorate dovrà essere sufficiente per rappresentare situazioni diversificate.

E' possibile distinguere due gruppi di rilievi a seconda che vengano monitorate le specie arboreo-arbustive o quelle erbacee.

Per ogni sito, una volta individuata una superficie rappresentativa (unità) dell'intera area di intervento, saranno eseguite le seguenti misurazioni:

1) Analisi della Vegetazione Erbacea messa a dimora

Sulle unità individuate si effettua la raccolta dati e le analisi rappresentate dal:

- rilievo floristico di tutta la copertura dell'unità da effettuarsi nel periodo di massimo rigoglio vegetativo (inizio estate) e fine ciclo (inizio autunno);
- il rilievo dello stato fitosanitario dell'unità, da effettuarsi nel periodo di massimo rigoglio vegetativo (inizio estate) e fine ciclo (inizio autunno);
- il rilievo biometrico rappresentato dalla biomassa presente in un metro quadrato (ripetuto 2 –3 volte per ogni unità), da effettuarsi nel periodo di massimo rigoglio vegetativo;
- rilievo fotografico delle singole unità, da effettuarsi nel periodo di massimo rigoglio vegetativo (inizio estate) e di fine ciclo (autunno);

2) Analisi della Vegetazione Arboreo-arbustiva messa a dimora:

Per la componente arborea si deve prevedere una raccolta dati delle piante messe a dimora e per ogni sito si dovranno raccogliere informazioni relative a:

- % attecchimento di ogni specie adottata, rilievo da eseguire verso la fine del ciclo o meglio all'inizio del ciclo vegetativo successivo;
- rilievo dello stato fitosanitario, da effettuarsi nel periodo di massimo rigoglio vegetativo (inizio estate) e di fine ciclo (inizio autunno);

3.3.7. Componente Fauna

Indicatori faunistici

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

Di seguito si elencano i gruppi proposti per il monitoraggio:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Per evitare di conteggiare gli individui più di una volta, i punti di ascolto saranno posti ad una distanza minima tra loro di 200 m. Saranno necessari circa 10 punti per ciascuna stazione di studio, che potranno essere marcati con paletti o strisce per consentirne il ritrovamento alle visite successive.

Le indagini verranno condotte come indicato di seguito:

- durante la stagione riproduttiva (nei mesi aprile, maggio e giugno) dovranno essere effettuati monitoraggi in modo da assicurare il rilievo sia delle specie che nidificano all'inizio della stagione riproduttiva sia di quelle che nidificano a stagione già inoltrata e in modo da tenere conto delle variazioni stagionali nella rilevabilità delle singole specie;
- durante l'inverno dovranno essere effettuate due uscite in modo da rilevare le specie svernanti.

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

I mesi in cui saranno eseguiti i rilievi potrà essere modulato ed ottimizzato sulla base di fattori variabili come ad esempio le condizioni climatiche o la fenologia delle specie.

In seguito ai rilievi saranno calcolati i seguenti indici:

- Ricchezza specifica;
- Valore di frequenza percentuale;
- Rapporto tra Non Passeriformi e Passeriformi;
- Valore ornitico;

Anfibi (metodica FN): i rilievi saranno finalizzati alla definizione qualitativa della comunità presente, con raccolta dati quantitativa sulle specie presenti e all'evoluzione dei popolamenti durante le interferenze dovute alle lavorazioni.

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

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

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

Nel momento in cui venissero rilevate specie di interesse conservazionistico, il monitoraggio potrà essere ottimizzato nelle tecniche e nella periodicità in funzione delle specie rilevate.

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

In seguito ai rilievi saranno calcolati i seguenti indici:

- Ricchezza specifica;
- Valore di frequenza percentuale;
- Sex ratio;
- N° ovature;

Ittiofauna (metodica FI): saranno eseguiti rilievi qualitativi sistematici lungo l'asta principale dei corsi d'acqua individuati con la finalità di caratterizzare la composizione dei popolamenti ittici.

La caratterizzazione dell'ittiofauna verrà effettuata nei periodi di magra. Tutti i campionamenti verranno condotti con il sistema della pesca elettrica. Questa tecnica consente di pescare efficacemente in un ampio tratto di fiume ed in tempi brevi senza nuocere al pesce che può essere rilasciato subito dopo le operazioni di riconoscimento sistematico e di misurazione. Per le indagini con elettropesca verranno utilizzati elettrostorditori a corrente continua, pulsata e non, ed a voltaggio modulabile (300 * 600 V), in funzione della tipologia ambientale e delle specie potenzialmente presenti, al fine di catturare anche gli individui di taglia minore, su cui l'effetto della corrente è inferiore.

I campionamenti saranno condotti su tratti rappresentativi non inferiori ai 100 m lineari, considerando tutti i microhabitat presenti. L'indagine prevederà la determinazione dal punto di vista sistematico dei pesci catturati. Per ogni stazione di campionamento verrà compilata una scheda, su cui sono state annotate le specie ittiche rinvenute.

Tramite il monitoraggio dell'ittiofauna verranno determinati l'indice di ricchezza specifica e la struttura della popolazione.

Chiroteri (metodica FP): i rilievi saranno finalizzati alla definizione quali-quantitativa della comunità presente con raccolta dei dati tramite l'utilizzo di *bat.detector*.

I microchiroteri a cui appartengono tutte le specie italiane, si orientano in volo ed identificano la preda grazie ad un sofisticato sistema di ecolocalizzazione. I segnali acustici vengono prodotti con continuità per consentire all'animale, grazie ad un "biosonar" di costruire ed aggiornare "un'immagine acustica" del mondo circostante. Gli impulsi di eco localizzazione ricadono, nella maggior parte dei casi, in un intervallo di frequenze superiori alla soglia massima di sensibilità dell'orecchio umano (ca. 20 kHz). Si tratta cioè di ultrasuoni.

La funzione principale dei *bat detector* è quella di convertire i segnali ultrasonori emessi dai chiroteri in suoni udibili. Ascoltando direttamente il segnale in uscita dal *bat detector* o analizzando quest'ultimo con uno spettrografo acustico o con un apposito software, si riesce, in alcuni casi, ad identificare la specie.

Contando il numero di passaggi dei chiroteri (sequenze di segnali di ecolocalizzazione) si può quantificare l'attività della chiroterofauna; è così possibile compiere comparazioni tra l'attività tra habitat diversi ed in periodi diversi. Quando possibile, il riconoscimento delle specie consente di raccogliere informazioni su presenza e utilizzo dell'habitat per una o più specie.

La valutazione dell'abbondanza e dell'attività della fauna a chiroteri sarà eseguita tramite punti di ascolto dislocati a distanza crescente dal punto impattato dalle lavorazioni. Il numero dei punti di ascolto e le relative distanze dovranno essere congrue alla conformazione del territorio ed al raggio di rilevabilità dello strumento.

L'indice di abbondanza sarà fornito dal rapporto tra il numero di individui rilevati ed il numero di punti di ascolto. Inoltre si potranno confrontare anche i singoli punti d'ascolto in modo da utilizzare quelli posizionati a distanza maggiore dal punto di impatto (causato dalle lavorazioni) come stazione di "bianco" rispetto agli altri punti.

I rilievi dovranno essere eseguiti nei mesi di maggio e di giugno nel periodo di massima attività giornaliera che, nella maggior parte delle specie coincide con le prime quattro o cinque ore dopo il tramonto.

3.3.8. Assetto fisico del territorio

Le tipologie e le metodiche utilizzate per il monitoraggio prendono in considerazione la situazione geomorfologica e geologica presente nei territori interessati dalle opere da realizzare, nonché le caratteristiche meccaniche delle litologie attraversate e i meccanismi che governano i movimenti franosi riconosciuti e studiati nella progettazione dei vari lotti.

Le metodiche utilizzate sono in grado di recepire le indicazioni necessarie a monitorare e studiare i fenomeni in atto e fornire dati utili sia alla progettazione di interventi di mitigazione, sia alla verifica dell'efficacia di interventi di consolidazione e di stabilizzazione previsti da progetto o in itinere.

Le metodiche sono ovviamente quelle più diffuse e valide nel campo del monitoraggio geotecnico e sono finalizzate sia al controllo dei possibili movimenti franosi, con l'individuazione delle superfici di scorrimento, sia al monitoraggio delle variazioni delle pressioni neutre all'interno del terreno, con la valutazione delle oscillazioni dei livelli di falda. Va da se che le due diverse attività possono considerarsi complementari per cui, nella maggior parte dei siti che sono stati presi in considerazione, all'attività di monitoraggio mediante misure inclinometriche, è associato il controllo dei livelli di falda. La strumentazione utilizzata pertanto si compone principalmente di inclinometri e piezometri.

Tubo inclinometrico

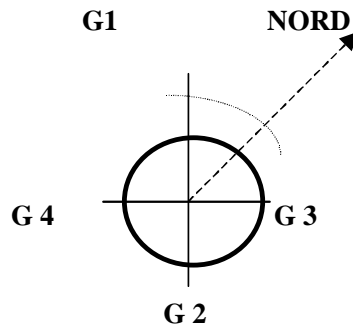
L'installazione di un tubo inclinometrico in un foro di sondaggio consente, attraverso letture ripetute nel tempo, la misura dello spostamento orizzontale del terreno lungo tutta la verticale. Tali misure vengono effettuate introducendo nel tubo un'apposita sonda che, dotata di sensori servoaccelerometrici di elevata precisione, consente di misurare l'inclinazione del tubo in corrispondenza di una determinata sezione.

I tubi inclinometrici sono di alluminio e hanno una sezione circolare provvista di quattro scanalature con funzione di guida per la sonda inclinometrica. I tubi, disponibili in spezzoni, dovranno essere assemblati mediante manicotti di giunzione. In caso di installazione di tubi inclinometrici in ambiente aggressivo (ambienti alcalini, presenza di correnti vaganti, ecc.) in luogo dei tubi in alluminio si utilizzeranno tubi in ABS di spessore minimo non inferiore a 4 mm. La cementazione del tubo inclinometrico all'interno del foro deve avvenire mediante iniezione di una miscela cementizia che assicura la perfetta aderenza ai terreni circostanti lo strumento.

Al termine delle operazioni d'installazione e cementazione, non prima di 10 ÷ 14 giorni dalla messa in opera, si verifica la funzionalità della tubazione inclinometrica attraverso

il controllo della continuità e dell'allineamento degli spezzoni di tubo e si procede alla verifica della rispondenza dell'inclinazione e della spirality della tubazione alle specifiche di accettazione.

A tali operazioni, che costituiscono il collaudo dello strumento, segue la lettura di zero di riferimento. La strumentazione necessaria per il collaudo della tubazione inclinometrica è costituita da una sonda testimone per il controllo dell'integrità della tubazione, una sonda inclinometrica per il controllo della verticalità e da una sonda spirality a controllo meccanico o elettronico, che consente la misura dell'azimut del tubo in ogni sezione. Il primo controllo viene eseguito facendo scorrere nel tubo una sonda testimone (di caratteristiche analoghe a quella da utilizzarsi per le successive misure), lungo le guide del tubo fino a fondo foro. In questa fase inoltre verrà scelta la guida di riferimento (guida 1), quella più prossima alla direzione di massima pendenza del versante e/o più prossima al Nord geografico, e si numereranno tutte le guide secondo il seguente schema:



Successivamente vengono verificate anche la verticalità e la spirality del tubo. L'intera strumentazione di campo pertanto si compone di una sonda testimone, una centralina per l'acquisizione automatica dei dati, una sonda di lettura collegata alla centralina mediante un cavo elettrico. Le letture vengono eseguite introducendo la sonda all'interno del foro e rilevando ed acquisendo, dal basso verso l'alto ad intervalli prestabiliti, i diversi valori in digit. I valori, opportunamente elaborati da software dedicati, vengono tradotti in millimetri e permettono di verificare eventuali spostamenti del terreno nel tempo lungo la verticale inclinometrica.

Piezometro a tubo aperto

Il piezometro a tubo aperto, particolarmente adatto per terreni di elevata permeabilità ($k > 10^{-6}$ m/s) viene installato in un foro di sondaggio verticale, consente di rilevare la quota della superficie piezometrica. Tale rilevazione avviene mediante l'introduzione nel tubo piezometrico di un'apposita sonda elettrica (freatimetro) collegata ad un cavo metrato. Per quanto di facile lettura, il piezometro a tubo aperto deve essere installato con molta cura al fine di garantirne l'efficacia.

La strumentazione da installare in un foro di perforazione è costituita da un tubo piezometrico in PVC, che si compone di una serie di spezzoni ciechi e filtranti di lunghezza variabile tra 1.5 e 3 m collegati tra loro mediante appositi manicotti di giunzione opportunamente sigillati e lo spezzone di piezometro più profondo dovrà essere chiuso con apposito tappo di fondo. Attorno al tratto finestrato del tubo piezometrico viene posizionata sabbia grossa o ghiaietto pulito che assicurano la permeabilità dell'intero sistema. Nel caso di installazione in luoghi aperti al traffico

veicolare o pedonale (strade, piazzali, marciapiedi), sarà installato idoneo chiusino carrabile in ghisa, posto in opera a filo della pavimentazione esistente.

4. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

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

Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam
12 mesi	71 mesi	12 mesi

Tabella 1 – Durata delle varie fasi di monitoraggio

La durata dell'intera attività di **monitoraggio**, comprensiva anche delle fasi ante e post operam, risulta quindi pari a **95 mesi**.

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

4.1. Componente Antropica

Dato il tipo di lavorazioni previste per la cantierizzazione e la realizzazione del progetto, quali la realizzazione di rilevati, il deposito temporaneo di materiale, lo scavo delle gallerie e l'infissione di pali, oltre al passaggio di mezzi pesanti lungo la viabilità di servizio e di cantiere, in corrispondenza dei ricettori interferiti dalle lavorazioni in precedenza indicate si provvederà alla verifica della qualità dell'aria, del clima acustico e vibrazionale, quest'ultimo inteso sia come disturbo alle persone, sia come danno alle strutture.

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

4.1.1. Atmosfera

Le misure di ante e corso verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nella tavola allegata ed elencati nella tabella n. 2, con la metodica di riferimento A2 e con frequenza trimestrale.

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

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

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

Nel presente Piano si è optato per la scelta della metodica A2 per valutare l'impatto determinato dai cantieri dove le polveri sottili (PM10 e PM2.5) possono essere ritenuti i principali ed unici inquinanti derivante dalle normali attività di cantiere.

Non si prevedono attività di monitoraggio finalizzate a valutare l'esercizio della nuova infrastruttura in quanto come evidenziato dal SIA nello scenario Progettuale le mappe della media annua mostrano concentrazioni per i principali parametri (NO2 e PM10) notevolmente inferiori ai limiti di legge (in alcuni casi anche di 2 ordini di grandezza inferiori rispetto ai limiti). Analogo discorso vale per le concentrazioni massime giornaliere, che sono trascurabili rispetto al valore limite.

Ubicazione delle stazioni di misura

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie in scala 1:5000 allegate e nella Tabella 2.

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

Esempio di codice completo: **VB-CA-A2-01**

VB = Collegamento tra Valfontanabuona e A12

CA = codice del comune di appartenenza;

 CI = Cicagna;

 MO = Monconesi;

 TR = Tribogna;

 RA = Rapallo;

A2 = Metodica di Monitoraggio

 A2 = Misura delle polveri sottili (PM10 e PM2.5) per 15 giorni con campionatore sequenziale (ante operam, corso d'opera);

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio.

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO							NOTE	
Codice	Descrizione	Ante Operam			Corso d'Opera			Post Operam		
		A2	-	-	A2	-	-	A2	-	
VB-RA-A2-01	Cantiere CA02	4	-	-	24	-	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
VB-RA-A2-02	Cantiere area Caravaggio	4	-	-	24	-	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
VB-RA-A2-03	Cantiere CA04	4	-	-	24	-	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
VB-CI-A2-04	Cantiere CA07	4	-	-	24	-	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
TOTALE		16	-	-	96	-	-	-	-	

Tabella 2 - Piano delle misure da effettuare – ATMOSFERA

4.1.2.Rumore

Fasi del monitoraggio

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

In particolare, i rilievi fonometrici di corso d'opera sono finalizzati ad individuare l'impatto dei cantieri, dei fronti di avanzamento lavori e delle viabilità di servizio individuando i ricettori più vicini alla sorgente di rumore ed esposti a livelli rilevanti come indicato nello Studio di Impatto Ambientale.

Per la tratta in oggetto si prevedono siti di monitoraggio per la fase di corso d'opera presso i ricettori che presentano livelli acustici più rilevanti con valori prossimi ai limiti di legge e/o esuberanti degli stessi come evidenziato nel SIA ed in particolare presso i centri abitati di seguito elencati:

- Rapallo nell' area di Parcheggio Caravaggio e imbocco sud ed in prossimità dei cantieri CA.002 e CA.003;
- Area Val Fontanabuona nell'area imbocco Val Fontanabuona ed in prossimità del cantiere CA.008.

Nella fase di esercizio si prevedono rilievi presso i ricettori con livelli acustici più rilevanti come di seguito indicato:

- Rapallo nel tratto di attraversamento del centro abitato di Moconesi dove risultano presenti superamenti del limite notturno di Fascia A (60 dBA) a causa della ridotta distanza degli edifici (alcuni dei quali particolarmente alti) dalla

sede stradale della SP225 e presso la scuola elementare dove si registrano superamenti nel periodo diurno;

- Valfontanabuona dove i superamenti rispetto ai valori limite delle fasce di pertinenza si verificano solo presso edifici posti direttamente sui margini della carreggiata delle infrastrutture esistenti e risulta molto complesso individuare interventi di mitigazione efficaci ed effettivamente fattibili.

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

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

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

Le misure verranno eseguite nella fase di ante operam in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e indicate nella tabella 3 con le modalità indicate nelle metodiche di riferimento. L'esatta ubicazione dei punti di misura, nella fase di corso d'opera, verrà verificata al momento delle redazioni delle valutazioni di impatto acustico in modo da valutare se il ricettore individuato sia effettivamente quello soggetto agli impatti maggiori.

Le attività di monitoraggio di corso d'opera che riguardano la caratterizzazione delle aree interessate dai cantieri principali e di lavoro, dai cantieri mobili, dagli imbocchi di gallerie, saranno verificate con i responsabili degli stessi cantieri per individuare le attività "tipo" e le relative macchine e attrezzature impiegate.

Le misure sono previste in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e indicati in tabella 5.

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

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

Le misure verranno eseguite una volta e in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e indicati nella tabella 3

Ubicazione delle stazioni di misura

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

Esempio di codice completo: **VB-RA-R2-01**

VB = Collegamento tra Valfontanabuona e A12

CA = codice del comune di appartenenza;

CI = Cicagna;

MO = Monconesi;

TR = Tribogna;

RA = Rapallo;

R2 = Metodica di Monitoraggio

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

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

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

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

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio.

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO							Note
		Ante Operam			Corso d'Opera		Post Operam		
Codice	Descrizione	R2	R3	R4	R2	R4	R3	R4bis	
VB-RA-R2-01	Cantiere Area Caravaggio	1			24				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 71 mesi
VB-RA-R4-01	Cantiere Area Caravaggio			1		24			Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 71 mesi
VB-RA-R2-02	Cantiere CA02	1			24				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 71 mesi
VB-RA-R4-02	Cantiere CA02			1		24			Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 71 mesi
VB-RA-R2-03	Cantiere Area Caravaggio	1			24				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 71 mesi
VB-RA-R4-03	Cantiere Area Caravaggio			1		24			Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 71 mesi
VB-RA-R2-04	Cantiere CA04	1			24				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 71 mesi
VB-RA-R4-04	Cantiere CA04			1		24			Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 71 mesi
VB-TR-R2-05	Cantiere imbocco nord Val Fontanabuona	1			24				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 71 mesi
VB-TR-R4-05	Cantiere imbocco nord Val Fontanabuona			1		24			Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 71 mesi
VB-CI-R2-06	Cantiere CA07	1			24				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 71 mesi
VB-CI-R4-06	Cantiere CA07			1		24			Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 71 mesi
VB-CI-R2-07	Cantiere CA08	1			24				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 71 mesi

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO							Note
		Ante Operam			Corso d'Opera		Post Operam		
Codice	Descrizione	R2	R3	R4	R2	R4	R3	R4bis	
VB-CI-R4-07	Cantiere CA08			1		24			Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 71 mesi
VB-RA -R3-08	Esercizio		1				1		Interno fascia di pertinenza autostradale
VB-RA -R4b-08	Esercizio							1	Interno fascia di pertinenza autostradale interventi diretti
VB-RA -R3-09	Esercizio		1				1		Interno fascia di pertinenza autostradale
VB-RA -R3-10	Esercizio		1				1		Interno fascia di pertinenza autostradale
VB-RA -R3-11	Esercizio		1				1		Interno fascia di pertinenza autostradale
VB-TR -R3-12	Esercizio		1				1		Interno fascia di pertinenza autostradale
VB-TR -R4b-12	Esercizio							1	Interno fascia di pertinenza autostradale interventi diretti
VB-MO -R3-13	Esercizio		1				1		Interno fascia di pertinenza autostradale
VB-MO -R4b-13	Esercizio							1	Interno fascia di pertinenza autostradale interventi diretti
VB-MO -R3-14	Esercizio		1				1		Interno fascia di pertinenza autostradale
VB-MO -R4b-14	Esercizio							1	Interno fascia di pertinenza autostradale interventi diretti
VB-MO -R3-15	Esercizio		1				1		Interno fascia di pertinenza autostradale
VB-MO -R4b-15	Esercizio							1	Interno fascia di pertinenza autostradale interventi diretti
VB-MO -R3-16	Esercizio		1				1		Interno fascia di pertinenza autostradale
VB-MO -R4b-16	Esercizio							1	Interno fascia di pertinenza autostradale interventi diretti
VB-MO -R3-17	Esercizio		1				1		Ricettore sensibile scuola
VB-MO -R3-18	Esercizio		1				1		Interno fascia di pertinenza autostradale
VB-MO -R4b-18	Esercizio							1	Interno fascia di pertinenza autostradale interventi diretti
VB-MO -R3-19	Esercizio		1				1		Interno fascia di pertinenza autostradale
VB-MO -R4b-19	Esercizio							1	Interno fascia di pertinenza autostradale interventi diretti
VB-RA-R2-20	Cantiere	1			24				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 71 mesi
VB-RA-R4-20	Cantiere			1		24			Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 71 mesi
TOTALE		8	12	8	192	192	12	8	

Tabella 3 - Piano delle misure da effettuare – RUMORE

4.1.3. Vibrazioni

Fasi del monitoraggio

Le campagne di monitoraggio ante operam in prossimità delle aree di cantiere, della viabilità di servizio di futura realizzazione o esistente, devono essere svolte preventivamente alla installazione dei cantieri e allo svolgimento di attività dalle quali

possono derivare emissioni significative di vibrazione, al fine di acquisire lo stato ambientale in condizioni indisturbate.

Le misure verranno eseguite in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e indicati in tabella 4, una sola volta prima dell'inizio dei lavori, con le modalità indicate per le metodiche di riferimento V1.

Le attività di monitoraggio di corso d'opera che riguardano la caratterizzazione delle sorgenti di vibrazione presenti nei cantieri fissi e sui fronti di avanzamento saranno verificate con i responsabili degli stessi cantieri. I ricettori individuati sono quelli più impattati come evidenziato nel SIA

In base alle risultanze del SIA i ricettori che potrebbero subire impatti in fase di cantiere sono quelli con distanze ridotte dalle lavorazioni e ubicati negli abitati di Rapallo e Val Fontanabuona. Nell'area di Arbocò non sono presenti edifici a distanza ravvicinata dalle sedi di lavoro; in ogni caso è stato inserito un ricettore prossimo all'area che potrebbe essere interessato dalla frana (VB-RA-V1/V2-11). Il punto potrà essere spostato in corso d'opera in funzione dell'evoluzione del fenomeno.

Per tali ricettori si prevede il monitoraggio in fase di ante operam e corso d'opera.

Le attività di monitoraggio in corrispondenza dei ricettori impattati dalle lavorazioni saranno avviate quando i cantieri sono in esercizio e in condizioni di normale attività; è quindi importante che vi sia una stretta collaborazione con i responsabili di cantiere al fine di definire la programmazione esecutiva delle misure. In particolare, i rilievi vibrometrici di corso d'opera sono finalizzati ad individuare l'impatto dei cantieri, dei fronti di avanzamento lavori e delle viabilità di servizio individuando i ricettori più vicini alla sorgente di vibrazione ed esposti a livelli rilevanti come indicato nello Studio di Impatto Ambientale.

Le misure verranno eseguite in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e riportati in tabella 4.

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

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

Le vibrazioni dovute invece al traffico autoveicolare non determinano, se lo stato d'usura della pavimentazione stradale è priva di discontinuità, problemi di disturbo sugli edifici prossimi alla sede stradale e pertanto non sarà previsto il monitoraggio in tale fase.

Ubicazione delle stazioni di misura

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

Esempio di codice completo: **VB-CA-V1-01**

VB = Collegamento tra Valfontanabuona e A12

CA = codice del comune di appartenenza;

CI = Cicagna;

MO = Monconesi;

TR = Tribogna;

RA = Rapallo;

V1 = Metodica di Monitoraggio

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

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

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio.

IDENTIFICAZIONE RICETTORE		IDENTIFICAZIONE RICETTORE						NOTE
Codice	Codice	Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
		V1	V2	V1	V2	V1	V2	
VB-RA-V1-01	Fronte Avanzamento	1	-	24	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-RA--V2-01	Fronte Avanzamento	-	-	-	24	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-RA-V1-02	Fronte Avanzamento	1	-	24	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-RA--V2-02	Fronte Avanzamento	-	-	-	24	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-RA-V1-03	Fronte Avanzamento	1	-	24	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-RA--V2-03	Fronte Avanzamento	-	-	-	24	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-RA-V1-04	Fronte Avanzamento	1	-	24	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-RA--V2-04	Fronte Avanzamento	-	-	-	24	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-TR-V1-05	Fronte Avanzamento	1	-	24	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-TR--V2-05	Fronte Avanzamento	-	-	-	24	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-TR-V1-06	Fronte Avanzamento	1	-	24	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-TR--V2-06	Fronte Avanzamento	-	-	-	24	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-TR-V1-07	Fronte Avanzamento	1	-	24	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.

VB-TR--V2-07	Fronte Avanzamento	-	-	-	24	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-CI-V1-08	Fronte Avanzamento	1	-	24	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-CI--V2-08	Fronte Avanzamento	-	-	-	24	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-MO-V1-09	Fronte Avanzamento	1	-	24	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-MO--V2-09	Fronte Avanzamento	-	-	-	24	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-MO-V1-10	Fronte Avanzamento	1	-	24	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-MO--V2-10	Fronte Avanzamento	-	-	-	24	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-RA-V1-11	Fronte Avanzamento	1	-	24	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
VB-RA--V2-11	Fronte Avanzamento	-	-	-	24	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 71 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
TOTALE	TOTALE	11	-	264	264	0	-	

Tabella 4 – Piano delle misure da effettuare – VIBRAZIONI

4.2. Componente Idrica

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

La presenza nel progetto di opere in sotterraneo, quali le gallerie, scavi e trincee o paratie di una certa rilevanza, opere in grado di alterare il regime di flusso idrico sotterraneo, unitamente al rischio di alterazione qualitativa delle acque sotterranee, ha reso necessario l'inserimento della componente Acque Sotterranee all'interno del PMA.

4.2.1. Acque Superficiali ed Ecosistemi Fluviali

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

Il monitoraggio si è quindi strutturato su due punti fondamentali:

1. controllo dei corpi idrici rilevanti interferenti con l'infrastruttura;
2. controllo dei corpi idrici impattati qualitativamente dai cantieri e dalle opere di cantierizzazione.

I corsi d'acqua interessati dalle lavorazioni del Tunnel di Fontanabuona sono circoscritte a tre aree distinte (vedi Figura 1):

Area 1: l'area in cui il progetto si allaccia all'autostrada esistente A12;

Area 2: l'area in cui il progetto transita all'aperto in località Arboccò;

Area 3: l'area in cui il progetto si allaccia alla viabilità ordinaria in località Moconesi.

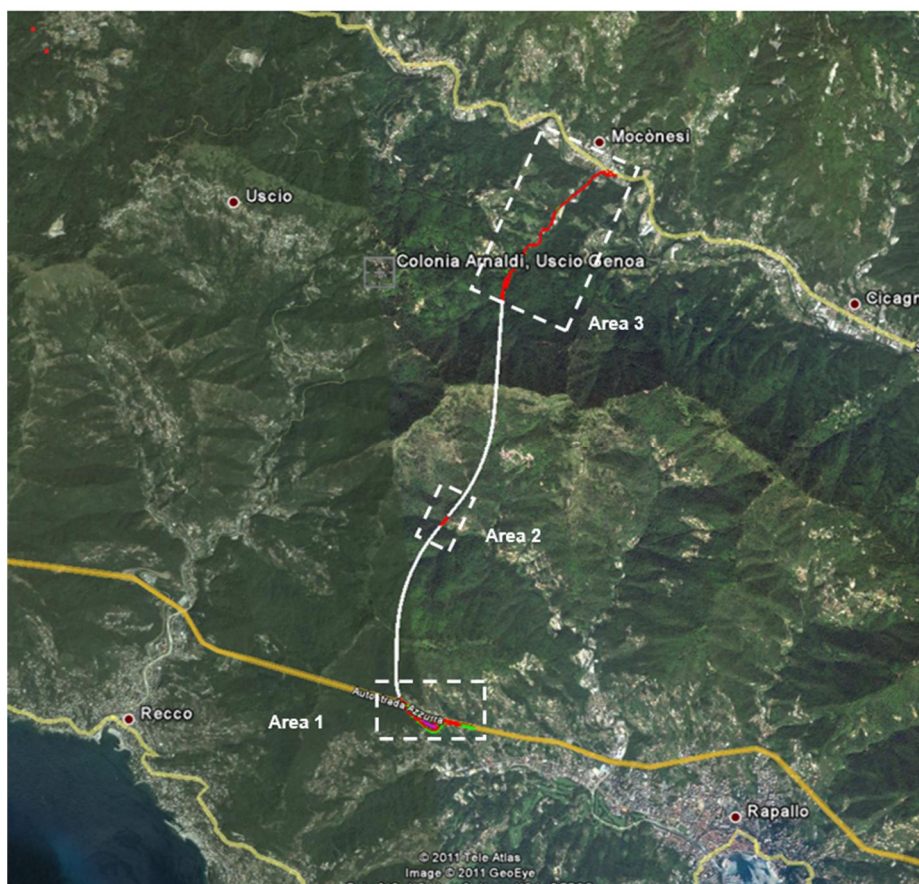


Figura 1 Corografia interferenze idrografiche

Le prime due aree ricadono nel bacino del torrente Boate (Piano di Bacino Stralcio DL 180/98 - Ambito 15 - Settore D), mentre la terza fa parte del bacino del torrente Lavagna.

La seguente tabella riporta i corsi d'acqua interferiti dalle lavorazioni.

Bacino	Area	Corsi d'acqua interessati	Interventi/Aree di Cantiere
Ambito 15	Area 1	<ul style="list-style-type: none"> · Rio Tangon · Torrente Santa Maria 	Svincolo Val Fontabuona e Area di Cantiere CA3 Aree di Cantiere CA1 e CA2
	Area 2	<ul style="list-style-type: none"> · Rio del Gallo · Rio Serra 	Finestra di Arboccò
Torrente Lavagna	Area 3	· Rio Grande del Litteglia	Innesto SP22, Stazione di Val Fontabuona e Area di Cantiere CA8
		· Rio Colsio	
		· Rio della Prè	
		· Torrente Litteglia	
		· Torrente Lavagna	Innesto SP 225 e Area di Cantiere CA6 e CA7

Tabella 5 corsi d'acqua interessati lavorazioni

Uno dei 2 corsi d'acqua principali monitorato presente nell' Area 1 è il Rio Tangon; questo risulta affluente in sinistra dell'altro corso principale denominato Torrente S.Maria che risulta a sua volta affluente in destra del Torrente Boate che sfocia in mare a Rapallo.

Per monitorare gli effetti verso valle delle eventuali interferenze con le lavorazioni sul Rio Tangon si prevedono due sezioni di controllo ubicate rispettivamente una a monte ed una a valle del nuovo Svincolo Val Fontanabuona.

Per monitorare gli effetti verso valle delle eventuali interferenze con le lavorazioni sul Torrente Santa Maria si prevedono 2 sezioni di controllo ubicate rispettivamente una a monte ed una a valle del Campo Base CA2.

Per monitorare gli effetti verso valle delle eventuali interferenze con le lavorazioni sul Torrente Boate si prevedono 2 sezioni di controllo ubicate rispettivamente una a monte ed una a valle del Cantiere Operativo CA4.

I corsi d'acqua presenti nell'Area 2 sono il Rio del Gallo e il Rio Serra. Il Rio Serra, poco a valle della confluenza del Rio del Gallo, si immette nel Torrente Foggia, affluente del Torrente S.Pietro che confluisce anch'esso nel Torrente Boate.

Per monitorare gli effetti verso valle delle eventuali interferenze con le lavorazioni sulla finestra di Arboccò si prevedono 1 sezione di controllo di monte sul Rio del Gallo e 2 sezioni ubicate rispettivamente una a monte ed una a valle della confluenza con il Rio del Gallo, sul Rio Serra.

I corsi d'acqua principali nell'Area 3 sono: il Rio della Prè e il Rio Grande del Litteglia che unendosi formano il Torrente Litteglia, il Rio Colsio affluente anch'esso del torrente Litteglia e il torrente Litteglia stesso. Nella stessa area è previsto inoltre un nuovo ponte sul torrente Lavagna nell'ambito degli interventi di adeguamento della SP22.

Per monitorare gli effetti verso valle delle eventuali interferenze con le lavorazioni di realizzazione della nuova stazione di Val Fontanabuona si prevedono 1 sezione di controllo di monte sul Rio del Gallo, 1 sezione di monte de Rio Grande del Litteglia, 1 sezione di monte del Rio Colsio e infine 1 sezione del Torrente Litteglia posta a valle dei 3 contributi e dell'intervento. E' prevista inoltre un'ulteriore sezione più a valle del Torrente Litteglia per monitorare gli eventuali contributi apportati dal Cantiere Operativo CA8.

Sono infine previste 4 sezione sul Torrente Lavagna, poste rispettivamente una a monte ed una a valle delle lavorazioni di adeguamento della S22, una a valle del Cantiere Operativo CA7 ed una a valle del Campo Base CA6.

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

Codice completo: **VB-RA-SU-TA-01**

VB = Collegamento tra Valfontanabuona e A12

RA = codice del comune di appartenenza;

CI = Cicagna;

MO = Monconesi;

TR = Tribogna;

RA = Rapallo;

SU = componente ambientale (SU: Acque superficiali);

TA = individuazione punto di misura: "Rio Tangon"

TA = Rio Tangon;

SM = Torrente Santa Maria;

BO = Torrente Boate;

GA = Rio del Gallo;

SE = Rio Serra;

PR = Rio della Prè;

GL = Rio Grande del Litteglia;

CO = Rio Colsio;

LI = Torrente Litteglia;

LA = Torrente Lavagna

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

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

Stazione	Denominazione
VB-RA-SU-TA-01	Rio Tangon monte
VB-RA-SU-TA-02	Rio Tangon valle
VB-RA-SU-SM-03	Torrente Santa Maria monte CA2
VB-RA-SU-SM-04	Torrente Santa Maria valle CA2
VB-RA-SU-BO-05	Torrente Boate monte CA4
VB-RA-SU-BO-06	Torrente Boate valle CA4
VB-RA-SU-GA-07	Rio del Gallo monte
VB-RA-SU-SE-08	Rio Serra monte
VB-RA-SU-SE-09	Rio Serra valle
VB-TR-SU-PR-10	Rio della Prè monte
VB-TR-SU-GL-11	Rio Grande del Litteglia monte
VB-TR-SU-CO-12	Rio Colsio monte
VB-TR-SU-LI-13	Torrente Litteglia intermedio
VB-TR-SU-LI-14	Torrente Litteglia valle
VB-MO-SU-LA-15	Torrente Lavagna monte

Stazione	Denominazione
VB-MO-SU-LA-16	Torrente Lavagna intermedio
VB-MO-SU-LA-17	Torrente Lavagna valle CA7
VB-MO-SU-LA-18	Torrente Lavagna valle CA6

Tabella 6 - Elenco stazioni di monitoraggio

I parametri di misura comprendono un set standard (A1+A2) contenente le indagini quantitative e i parametri chimico fisici, un set contenente parametri chimici specialistici (A3), un set riguardante i parametri microbiologici (A4), un set relativo al Multihabitat Proporzionale (A6) e un set relativo all'Indice Funzionalità Fluviale (A7).

In tabella 10 si riporta il dettaglio dei parametri contenuti nei vari set.

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

Tabella 7 - Parametri di monitoraggio

SET A1 – A2

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

SET A3, A4

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

SET A6

In questo set di parametri rientra la determinazione del Multi-habitat proporzionale (M.H.P), basato su un approccio multihabitat, che prevede una raccolta dei macroinvertebrati in corsi d’acqua in linea con le richieste della legge europea 2000/60/EC. Tale rilievo, oltre a permettere una valutazione delle caratteristiche complessive dei bacini idrografici e dell’impatto dell’attività antropica, fornisce un giudizio sintetico sulla qualità, e relative evoluzioni, dell’ambiente fluviale interessato dalle lavorazioni autostradali.

SET A7

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

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

Stazione	Denominazione	Set di Misure
VB-RA-SU-TA-01	Rio Tangon monte	A1+A2+A3
VB-RA-SU-TA-02	Rio Tangon valle	A1+A2+A3
VB-RA-SU-SM-03	Torrente Santa Maria monte CA2	A1+A2+A3+A4+A6+A7
VB-RA-SU-SM-04	Torrente Santa Maria valle CA2	A1+A2+A3+A4+A6+A7
VB-RA-SU-BO-05	Torrente Boate monte CA4	A1+A2+A3+A6+A7
VB-RA-SU-BO-06	Torrente Boate valle CA4	A1+A2+A3+A6+A7
VB-RA-SU-GA-07	Rio del Gallo monte	A1+A2+A3
VB-RA-SU-SE-08	Rio Serra monte	A1+A2+A3
VB-RA-SU-SE-09	Rio Serra valle	A1+A2+A3
VB-TR-SU-PR-10	Rio della Prè monte	A1+A2+A3
VB-TR-SU-GL-11	Rio Grande del Litteglia monte	A1+A2+A3
VB-TR-SU-CO-12	Rio Colsio monte	A1+A2+A3
VB-TR-SU-LI-13	Torrente Litteglia intermedio	A1+A2+A3+A6+A7

Stazione	Denominazione	Set di Misure
VB-TR-SU-LI-14	Torrente Litteglia valle	A1+A2+A3+A6+A7
VB-MO-SU-LA-15	Torrente Lavagna monte	A1+A2+A3+A6+A7
VB-MO-SU-LA-16	Torrente Lavagna intermedio	A1+A2+A3+A6+A7
VB-MO-SU-LA-17	Torrente Lavagna valle CA7	A1+A2+A3+A4+A6+A7
VB-MO-SU-LA-18	Torrente Lavagna valle CA6	A1+A2+A3+A4+A6+A7

Tabella 8 – Indagini suddivise per set di parametri funzionali

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

L'esatta localizzazione dei siti di prelievo verrà definita a seguito di sopralluoghi. In generale sarà verificata la corretta localizzazione delle stazioni di monitoraggio in relazione al tracciato principale dell'opera, alle opere connesse e ai cantieri previsti in prossimità dei corsi d'acqua, ivi incluse le piste di cantiere. Le coordinate esatte verranno pertanto comunicate agli Enti di Controllo a seguito dei suddetti sopralluoghi.

Nella fase di monitoraggio ante operam verrà effettuato un numero di campagne di misura tali da fornire una caratterizzazione significativa dello stato quali-quantitativo dei corsi d'acqua potenzialmente interessati dalle lavorazioni, con le relative fluttuazioni stagionali. Nella fase di corso d'opera, le campagne di misura verranno eseguite, in modo da poter evidenziare eventuali modifiche ed alterazioni.

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

Tabella 9 – Frequenza di misura per i vari set di parametri funzionali

In funzione degli avanzamenti delle lavorazioni e delle fasi di scavo delle gallerie le cadenze di indagine potranno essere variate per adattarsi alle particolari condizioni locali.

Al fine di tutelare l'ambiente eventualmente impattato dalle lavorazioni dei cantieri, oltre ai controlli ordinari, l'attività di monitoraggio ambientale comprende anche la gestione delle criticità ambientali; nell'ambito delle procedure per la gestione di tali criticità svolge quindi un ruolo di primaria importanza la definizione di soglie di attenzione ed attivazione che consentano l'attivazione di procedure di emergenza prima del superamento dei limiti di legge. (Vedi Par. 5.2)

4.2.2. Acque Sotterranee

Per la tratta in oggetto, secondo quanto riportato nella relazione di idrologia sotterranea, le condizioni di rischio maggiore derivanti dall'analisi degli impatti possono essere principalmente riscontrate nelle seguenti aree:

- Area Greppi (destra Torrente Foggia) dove le criticità maggiori sono correlate alla presenza delle sorgenti S 530 - 531, che, seppur non più utilizzate per approvvigionamento idropotabile, vengono sfruttate da un consorzio privato.
- Area Chignero dove le criticità interessano la sorgente S 534 che integra il fabbisogno idropotabile delle frazioni Chignero e S.Andrea di Foggia.
- Area Liteggia dove le criticità riguardano essenzialmente le captazioni pubbliche sul versante a servizio dell'acquedotto del Comune di Tribogna e della Colonia Arnaldi.
- Area Lagoscuro – Liteggia dove il settore di fondovalle è soggetto a rischio soprattutto per le opere in alveo a servizio del Comune di Tribogna e per la presa sfruttata dall'acquedotto di Cicagna al cui parziale rischio di depauperamento quantitativo si aggiunge quello qualitativo correlato all'interferenza con le aree di cantiere.

Sulla base degli studi idrogeologici disponibili, è stato delineato un sistema di monitoraggio mirato essenzialmente al controllo degli effetti legati alla realizzazione delle opere in progetto.

Il rischio di interferenza sulla risorsa idrica indotto dalla realizzazione di un'opera in galleria può normalmente essere espresso, a partire dagli studi idrogeologici e dalle applicazioni di modelli, in termini per lo più probabilistici. Solo in presenza di indicazioni univoche sono possibili formulazioni deterministiche del giudizio di rischio, ovvero tali da consentire di escludere l'impatto o viceversa il non impatto dell'opera su una specifica sorgente o pozzo di captazione.

Il carattere probabilistico delle valutazioni si riflette sulla tipologia di giudizio di norma adottato nelle cartografie del rischio redatte in fase di progettazione, dove l'interferenza viene di norma espressa in scala crescente nel campo da "molto bassa" a "moderata", "elevata", "molto elevata", ecc..

In tal senso, sono stati recentemente messi a punto indici quantitativi per la valutazione del rischio di depauperamento delle risorse idriche (cfr. par. 7.2 elaborato IDR0001). Tali indici si basano sull'analisi quantitativa e parametrica delle diverse variabili predisponenti l'impatto con le opere in galleria (es. distanza dall'opera, altezze di copertura, intercettazione con di sistemi di faglie idroconduttrici, ecc.) e sulla combinazione secondo un sistema di "pesi" a definire un "punteggio" per ogni captazione, indicativo del rischio di depauperamento.

Tali metodologie hanno il grande pregio di consentire una valutazione secondo criteri oggettivi, portando peraltro unicamente, attraverso il sistema dei "punteggi" ad una "graduatoria" che esprime ancora in termini relativi la probabilità che tale interferenza abbia luogo.

L'applicazione di modelli numerici, consente di integrare le valutazioni secondo un approccio anch'esso obbligatoriamente probabilistico, per la grande incertezza della parametrizzazione profonda in acquiferi fratturati eterogenei, che rende necessaria l'effettuazione quanto meno di simulazioni parametriche, ovvero basate su soluzioni rispondenti al campo di variabilità possibile dei parametri di input.

Tale approccio necessariamente "probabilistico" contrasta di norma con la necessità di offrire risposte "certe", ovvero "deterministiche", a supporto dell'effettiva valutazione delle risorse a rischio, con particolare riferimento alle fonti acquedottistiche primarie, e delle relative proposte operative di reintegro delle risorse stesse.

Conseguentemente, la valutazione del rischio di depauperamento non può essere effettuata esclusivamente sulla base di un rischio inteso come “probabilità” di interferenza, ma anche in cautelativo riferimento all’uso attuato, in progetto o potenziale della singola risorsa. Quanto sopra per evitare di porre l’attenzione (in termini di monitoraggio e piano delle risorse alternative) su fonti a maggior rischio, ma francamente di scarso interesse per l’uso attuato o attuabile della risorsa, non tenendo in considerazione risorse con probabilità di impatto anche largamente inferiori ma di valenza strategica.

In conseguenza, come da pratica comune in questo tipo di studi, l’attribuzione di un “rischio di depauperamento” è stata effettuata per ogni punto d’acqua a partire dalla sovrapposizione degli elementi interpretativi di tipo tecnico-idrogeologico a quelli “oggettivi” riferiti alla rilevanza strategica della risorsa (uso attuato, potenziale, presenza o assenza di risorse sostitutive in loco, rilevanza complessiva nel sistema di approvvigionamento locale).

Ne deriva una procedura operativa distinta nelle seguenti fasi:

- a - definizione per tutte le sorgenti di un indice di vulnerabilità “a punteggio”, sulla base di metodi probabilistici di analisi delle variabili predisponenti l’impatto con le opere in sotterraneo;
- b - affinamento della valutazione per singoli punti rilevanti, sulla base anche, dove significative, delle simulazioni con modelli di flusso;
- c - valutazione di un “indice d’uso” in funzione della rilevanza del punto d’acqua nel sistema acquedottistico locale;
- d - definizione di un “indice di rischio definitivo” sulla base dell’indice di vulnerabilità “a punteggio” e dell’“indice d’uso”.

Tale procedura è coerente con le usuali metodologie internazionali di valutazione in campo ambientale, dove il rischio R si considera dipendente dalla pericolosità H (“hazard”) ovvero probabilità che un fenomeno abbia luogo e dal valore esposto V, secondo una relazione del tipo:

$$R = H \times V$$

Tale procedura consente, nella fase di definizione delle risorse alternative, di calibrare le azioni sulla base dello specifico “valore esposto”, ovvero della rilevanza nel sistema di approvvigionamento locale pubblico e privato.

Nel PMA sono state inserite le captazioni a rischio da elevato e molto elevato. Sono inoltre state inserite le captazioni a rischio moderato che servono gli abitati dove non è presente approvvigionamento dalla rete idrica pubblica.

Durante le operazioni di scavo delle gallerie, nel caso in cui il monitoraggio evidenzi un’evoluzione anomala della falda, rispetto alle previsioni di impatto, sarà eventualmente possibile estendere la rete dei punti di misura sulla base del censimento effettuato in fase di progettazione.

Infine sono previste indagini di tipo quali-quantitativo in corrispondenza delle eventuali acque intercettate dalle gallerie in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie principali.

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

Codice completo: **VB-RA-SO-S122**

VB = Collegamento tra Valfontanabuona e A12

CI = codice del comune di appartenenza;

CI = Cicagna;

TR = Tribogna;

RA = Rapallo;

SO = componente ambientale (SO: Acque sotterranee)

P = Tipologia punto di misura

S = Sorgente;

122 =numero progressivo del punto di monitoraggio

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

Stazione	Denominazione	Comune
VB-RA-SO-S530	Sorgente S530	Rapallo
VB-RA-SO-S531	Sorgente S531	Rapallo
VB-RA-SO-S534	Sorgente S534	Rapallo
VB-RA-SO-S521	Sorgente S521	Rapallo
VB-RA-SO-S522	Sorgente S522	Rapallo
VB-CI-SO-S518	Sorgente S518	Cicagna
VB-TR-SO-S513	Sorgente S513	Tribogna
VB-TR-SO-S514	Sorgente S514	Tribogna
VB-TR-SO-S515	Sorgente S515	Tribogna
VB-TR-SO-S512	Sorgente S512	Tribogna
VB-CI-SO-S519	Sorgente S519	Cicagna

Tabella 10 – Elenco stazioni di monitoraggio

I parametri di misura comprendono un set standard (B1+B2) da rilevare su tutti i punti in occasione di ogni campagna e due set di parametri specifici addizionali (B3, B4) finalizzato alla valutazione delle eventuali problematiche di interferenza qualitativa tra acquifero ed opere in sotterraneo.

CODICE SET FUNZIONALE	CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO
B1	LP – livello piezometrico o QV – portata volumetrica
B2	T – Temperatura acqua PH – Concentrazione ioni idrogeno COND – Conducibilità elettrica specifica OD-OD% - Potenziale Redox
B3	Bicarbonato Calcio Sodio Magnesio Potassio Solfati Cloruri Nitrati Silice
B4	Escherichia coli

Tabella 11 - Parametri di monitoraggio

SET B1 – B2

Tali parametri, la cui misura verrà rilevata su tutti i punti di misura in occasione di ogni campagna, potranno fornire una caratterizzazione quantitativa e una indicazione generale sullo stato di qualità delle acque di falda in relazione alle problematiche di interferenza con le opere autostradali in costruzione.

SET B3, B4

I set B3 e B4 sono finalizzati ad una caratterizzazione geochimica delle acque di falda e alla valutazione delle eventuali problematiche di interferenza qualitativa tra acquifero ed opere in sottterraneo (contatto con i materiali di rivestimento, dilavamento conglomerato cementizio...); fornirà inoltre una caratterizzazione di massima della circolazione idrica sotterranea. I set prevedono anche la determinazione di parametri collegati ad inquinamenti di origine antropica ed è finalizzato ad individuare eventuali variazioni qualitative delle acque di falda anche in funzione della rilevanza delle captazioni stesse.

Stazione	Denominazione	Set di misure
VB-RA-SO-S530	Sorgente S530	B1 (QV)+B2+B3+B4
VB-RA-SO-S531	Sorgente S531	B1 (QV)+B2+B3+B4
VB-RA-SO-S534	Sorgente S534	B1 (QV)+B2+B3+B4
VB-RA-SO-S521	Sorgente S521	B1 (QV)+B2+B3+B4
VB-RA-SO-S522	Sorgente S522	B1 (QV)+B2+B3+B4
VB-CI-SO-S518	Sorgente S518	B1 (QV)+B2+B3+B4
VB-TR-SO-S513	Sorgente S513	B1 (QV)+B2+B3+B4
VB-TR-SO-S514	Sorgente S514	B1 (QV)+B2+B3+B4
VB-TR-SO-S515	Sorgente S515	B1 (QV)+B2+B3+B4

VB-TR-SO-S512	Sorgente S512	B1 (QV)+B2+B3+B4
VB-CI-SO-S519	Sorgente S519	B1 (QV)+B2+B3+B4

Tabella 12 – Indagini suddivise per set di parametri funzionali

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

Set di misura	Ante Operam	Corso d’opera	Post Operam
B1, B2	mensile	mensile	bimestrale
B3, B4	trimestrale	trimestrale	semestrale

Tabella 13 – Frequenza di misura per i vari set di parametri funzionali

4.3. Settore naturale

Dato il tipo di lavorazioni previste per la cantierizzazione e la realizzazione del progetto, in corrispondenza di alcune aree interferite dalle lavorazioni si provvederà alla verifica degli impatti sulla vegetazione e sulla fauna. I siti e le metodiche di monitoraggio sono stati selezionati sulla base degli approfondimenti relativi alla biodiversità richiesti dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Ecologia con Nota ID_VIP 8255 del 13/02/2023.

4.3.1. Vegetazione

Le misure di ante, corso e post operam verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nella Tavola allegata ed elencati nelle tabelle sotto riportate (i siti di monitoraggio relativi alla metodica E11 non sono indicati nelle tavole e saranno determinati nella fase post operam quando i ripristini saranno stati eseguiti) .

I rilievi dovranno essere eseguiti nei periodi più idonei in relazione alla metodica di monitoraggio.

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

Ubicazione delle stazioni di misura

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie allegate e nella Tabella 14.

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

Esempio di codice completo: **VB-CA-E1-01**

VB = Collegamento tra Valfontanabuona e A12

CA = codice del comune di appartenenza;

 CI = Cicagna;

 MO = Monconesi;

 TR = Tribogna;

 RA = Rapallo;

E1 = Metodica di Monitoraggio

 E1 = Rilievo fitosociologico;

 E26 = Sopralluogo di monitoraggio;

 SA = Monitoraggio delle specie vegetali alloctone;

 E11 = Rilievi biometrici e qualitativi per il monitoraggio del successo dei ripristini.

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio.

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO/ANNO									NOTE	
		Ante Operam			Corso d'Opera			Post Operam				
Codice	Denominazione	E1	E26	SA	E1	E26	SA	E1	E26	SA		
VB-RA-E1-01	Svincolo di Valfontanabuona	2			2			2			Imbocco sud galleria Caravaggio. Formazione da monitorare: querceti termofili di rovere	
VB-RA-E26-01				2			2			2		
VB-RA-SA-02	Cantiere CA2						4				Cantiere CA2	
VB-RA-SA-03	Cantiere CA4						4				Cantiere CA4	
VB-RA-E1-04	Finestra di Arboccò	2			2			2			Formazione da monitorare: querceti di rovere	
VB-RA-E26-04				2			2			2		
VB-RA-E1-05	Finestra di Arboccò	2			2			2			Rio Serra - Formazine da monitorare: Sorgenti pietrificanti con formazione di tufi (Cratoneurion)	
VB-RA-E26-05				2			2			2		
VB-TR-E1-06	Stazione di Valfontanabuona	2			2			2			Formazione da monitorare: Formazioni riparie ad ontano nero	
VB-TR-E26-06				2			2			2		
VB-TR-E1-07	Stazione di Valfontanabuona	2			2			2			Formazione da monitorare: Formazioni riparie ad ontano nero	
VB-TR-E26-07				2			2			2		
VB-TR-E1-08	Stazione di Valfontanabuona	2			2			2			Formazione da monitorare: Formazioni di versante	
VB-TR-E26-08				2			2			2		
VB-TR-E1-09	Stazione di Valfontanabuona	2			2			2			Formazione da monitorare: Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (Festuco-Brometalia)	
VB-TR-E26-09				2			2			2		
VB-TR-SA-10	Cantiere CA8						4				Cantiere CA8	
VB-CI-E1-11	Cantiere CA7	2			2			2			Cantiere CA7. Formazione da monitorare: Praterie magre da fieno a bassa altitudine (Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis)	
VB-CI-E26-11				2			2			2		
VB-CI-SA-11								4				
VB-MO-SA-12	Cantiere CA6						4				Cantiere CA6	

Tabella 14 - Piano delle misure da effettuare componente Vegetazione

Per quanto riguarda i rilievi biometrici e qualitativi per la verifica del successo dei ripristini (metodica E11), i siti da monitorare nella fase post operam sono i seguenti:

Sito	Denominazione	Intervento da monitorare	Metodica	N° applicazione metodica di monitoraggio/anno
1	Svincolo di Valfontanabuona	Impianto arbustivo	E11	2
2	Svincolo di Valfontanabuona	Impianto a bosco	E11	2
3	Galleria Cravaggio lato Arboccò	Impianto arbustivo	E11	2
4	Finestra di Arboccò	Impianto arbustivo	E11	2
5	Finestra di Arboccò	Impianto a bosco	E11	2
6	Galleria Valfontanabuona lato Arboccò	Impianto arbustivo	E11	2
7	Galleria Valfontanabuona lato Fontanabuona	Impianto arbustivo	E11	2
8	Stazione di Valfontanabuona	Impianto arbustivo	E11	2
9	Stazione di Valfontanabuona	Impianto a bosco	E11	2

Tabella 15 - Piano delle misure da effettuare per la metodica E11

Nella tabella sono indicate le frequenze di monitoraggio delle metodiche individuate:

Metodica	Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam
E1	2 volte all'anno	2 volte all'anno	2 volte all'anno
E26	2 volte all'anno	2 volte all'anno	2 volte all'anno
SA	-	4 volte all'anno	-
E11	-	-	2 volte all'anno

Tabella 16 - Frequenza delle metodiche di monitoraggio (E1 = rilievo fitosociologico, E26 = sopralluogo di monitoraggio; SA = monitoraggio specie alloctone; E11= rilievi per il monitoraggio dei ripristini)

4.3.2. Fauna

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

Durante ogni anno di monitoraggio i rilievi dovranno essere eseguiti nei periodi più idonei in relazione al gruppo faunistico indagato.

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

Ubicazione delle stazioni di misura

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie allegate e nella Tabella 15.

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

Esempio di codice completo: **VB-CA-FA-01**

VB = Collegamento tra Valfontanabuona e A12

CA = codice del comune di appartenenza;

CI = Cicagna;

MO = Monconesi;

TR = Tribogna;

RA = Rapallo.

FA = Metodica di Monitoraggio

FA = Monitoraggio avifauna;

FN = Monitoraggio anfibi;

FI = Monitoraggio dell'ittiofauna;

FP = Monitoraggio dei chiroterteri.

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio.

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO/ANNO												NOTE	
		Ante Operam				Corso d'Opera				Post Operam					
Codice	Denominazione	FA	FN	FI	FP	FA	FN	FI	FP	FA	FN	FI	FP		
VB-RA-FN-01	Svincolo di Valfontanabuona		5				5				5			Imbocco sud galleria Caravaggio - Rio Tangon	
VB-RA-FA-02	Finestra di Arbocò	5				5				5				Finestra di Arbocò - Rio Gallo; Rio Serra	
VB-RA-FN-02			5				5				5				
VB-RA-FI-02					1				1				1		
VB-RA-FP-02						2				2					2
VB-TR-FN-03	Stazione di Valfontanabuona		5				5				5			Rio Grande del Litteglia	
VB-TR-FI-03				1				1				1			
VB-TR-FN-04			5					5				5		Rio della Prè	
VB-TR-FI-04					1				1				1		
VB-TR-FN-05			5					5				5		Torrente Litteglia	
VB-TR-FI-05					1				1				1		
VB-TR-FN-06			5					5				5		Rio Colsio	
VB-TR-FI-07					1				1				1	Torrente Litteglia	
VB-TR-FA-08			5				5				5			Cantiere CA11	
VB-TR-FA-09			5				5				5			Cantiere CA10	
VB-TR-FN-10	Incrocio SP 225		5				5				5			Torrente Lavagna	
VB-TR-FI-10					1				1				1		
VB-CI-FA-11	CA7	5				5				5				Cantiere CA7	

Tabella 17 - Piano delle misure da effettuare componente Fauna

Nella tabella sono indicate le frequenze di monitoraggio delle metodiche individuate:

Metodica	Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam
FA	5 volte all'anno	5 volte all'anno	5 volte all'anno
FN	5 volte all'anno	5 volte all'anno	5 volte all'anno
FI	1 volta all'anno	1 volta all'anno	1 volta all'anno
FP	2 volte all'anno	2 volte all'anno	2 volte all'anno

Tabella 18 - Frequenza delle metodiche di monitoraggio (FA = monitoraggio dell'avifauna, FN = monitoraggio degli anfibi; FI = monitoraggio dell'Ittiofauna; FP= Monitoraggio dei chiroterteri)

4.5. Settore Assetto Fisico del Territorio

L'area su cui si sviluppa il progetto è suddivisibile in 3 fasce geomorfologiche:

- la valle del torrente Lavagna impostata sulle metapeliti;
- il rilievo dello spartiacque impostato sulla formazione del Monte Antola;
- la valle del torrente S. Maria impostata sulla formazione del monte Antola.

Nell'ambito dell'area di progetto affiorano unicamente Unità Liguri appartenenti al Dominio Ligure Interno, in particolare si tratta delle Unità tettoniche Gottero e Portello, oltre all'Unità tettonica Antola.

Il motivo strutturale principale dell'area è determinato dalla sovrapposizione tettonica dell'Unità Antola sulle Unità Liguridi Interne (Unità Portello e Gottero). Il contatto interessa direttamente il tracciato e si realizza con un sovrascorrimento orientato, nell'area di rilevamento, circa E-W e tagliato da faglie NNE-SSW.

Dal punto di vista pianificatorio, l'opera prevista ricade all'interno di due bacini idrografici di competenza dell'Autorità di Bacino di Rilievo Regionale – Provincia di Genova: quello identificato come "Ambito 15", per la parte compresa tra il nuovo svincolo di Val Fontanabuona e parte della galleria Fontanabuona, e quello del "Torrente Lavagna", per la restante porzione.

Nel complesso l'intervento è costituito, oltre che dal tratto di adeguamento della SP 22, da due gallerie, denominate "Caravaggio" e "Fontanabuona", e da quattro ambiti di intervento in superficie, rappresentati dallo svincolo di Val Fontanabuona, dalla cosiddetta finestra di Arbocò, dalla stazione di Val Fontanabuona e dall'innesto con la SP 225.

Individuazione dei siti di monitoraggio

Per l'individuazione dei siti di monitoraggio, relativamente alla componente in oggetto, si è tenuto conto delle possibili interferenze tra l'opera e la concomitanza di almeno una delle seguenti condizioni:

- movimenti franosi con classe di suscettività al dissesto molto elevata (Pg4) – Frane Attive;
- movimenti franosi con classe di suscettività al dissesto elevata (Pg3a/b) – Frane Quiescenti;
- Presenza di ricettori lungo il tracciato o in prossimità di esso

Utilizzando i criteri indicati sono state pertanto individuati n. 2 siti di monitoraggio di seguito elencati:

1. **Rotatoria di Aveno:** è presente una frana attiva in corrispondenza della porzione più a nord del rimodellamento morfologico e della rotatoria di Aveno.
2. **Località Garbarini:** i dissesti cartografati nell'area sono la frana attiva, che risulta interferente con l'area di supporto CA10, e la frana quiescente ("frana di Garbarini") che lambisce il Viadotto Tongusci, il Ponte Garbarini e un muro di sostegno lungo la SP22.

Nelle planimetrie in scala 1:5000 allegare sono riportate le ubicazioni delle aree di monitoraggio innanzi indicate. Ciascun sito è identificato da un codice assegnato secondo l'esempio riportato di seguito.

Esempio di codice completo: **VB-TR-AV-TI-01**

VB = Collegamento tra Valfontanabuona e A12

TR = codice del comune di appartenenza:

TR = Tribogna;

AV = area/località di monitoraggio (Aveno)

AV = Aveno;

GA = Garbarini;

TI = strumento, tipologia/metodica di misura (TI tubo inclinometrico)

TI = tubo inclinometrico;

TP = tubo piezometrico;

01 = numero progressivo/codice relativo alla strumentazione.

Area di monitoraggio	Denominazione	Comune	Tipologia deposito franoso
VB-TR-AV	Rotatoria di Aveno	Tribogna	Pg4
VB-TR-GA	Località Garbarini	Tribogna	Pg3a/Pg4

Tabella 19 - Elenco aree di monitoraggio geotecnico in superficie.

Descrizione dei siti di monitoraggio individuati

1. Rotatoria di Aveno (VB-TR-AV)

In corrispondenza della porzione più a nord del rimodellamento morfologico e della rotatoria di Aveno, i documenti del piano di Bacino evidenziano la presenza di una frana attiva (classificata come Pg4) che parte circa da q. 284 e raggiunge il fondovalle del Rio Coleio. In questo settore il substrato ha una giacitura a franapoggio, con inclinazione variabile da 30° a 45°, ed è coperto da una coltre superficiale e regolite aventi complessivamente spessore di 6-7 m.

L'area di frana, è attraversata da alcune viabilità: la SP22, che la interseca due volte, una strada privata asfaltata ed una pista sterrata che scende verso il Torrente Litteglia.

Sono presenti due nuclei abitativi: il primo in località Croso a q. circa 237 m s.l.m. ed il secondo in corrispondenza del coronamento (~ q. 284 m s.l.m.).

A monitoraggio di tali recettori si prevede di installare n.1 postazione inclinometrica/piezometrica posta nel corpo di frana.

2. Località Garbarini (VB-TR-GA)

Nell'area in esame sono presenti due frane, di cui una attiva (Pg4) e una quiescente (Pg3a), interferenti con l'area di supporto CA10 e con il muro di sostegno MS13.

Anche la cartografia IFFI identifica sul versante i due dissesti segnalati dal Piano di Bacino, con la medesima perimetrazione.

L'area di "Frana Quiescente" ha una estensione tale da interferire con il tracciato dalla progressiva km 0+125 alla progressiva km 0+850, mentre l'area di "Frana attiva", di dimensioni più modeste, non intercetta direttamente le opere in progetto.

A monitoraggio del complesso movimento franoso che interessa da monte un'area che comprende il cimitero di Tribogna e scendendo più a valle alcuni edifici, si prevede di installare n.2 postazioni inclinometrica/piezometrica all'interno del corpo di frana, a formare una sezione monte-valle.

Strumentazione di monitoraggio prevista dal piano di monitoraggio

Codice Area	Sito/Opera	Strumentazione geotecnica da installare	Profondità
VB-TR-AV	Rotatoria di Aveno	TI01	30 m
		TP01bis	30 m
VB-TR-GA	Località Garbarini	TI02	40 m
		TP02bis	40 m
		TI03	40 m
		TP03bis	40 m

Tabella 20 - Strumentazione geotecnica

Fasi di monitoraggio

Nella fase di monitoraggio in ante operam verrà effettuato un numero di campagne di misura inclinometriche e piezometriche tali da fornire una caratterizzazione significativa dello stato deformativo delle aree potenzialmente interessate dalle lavorazioni.

Indicativamente si prevedono le frequenze seguenti, da variare in funzione dei primi risultati acquisiti, a seguito dell'inizio delle attività ritenute critiche e del comportamento delle opere osservato:

- fase di ante operam

Eventuali monitoraggi pregressi e quattro letture, comprensive della lettura di zero, prima dell'inizio delle fasi critiche delle attività realizzative.

- fase di corso d'opera

La frequenza dei rilievi è individuata in uno ogni trenta giorni.

Tale frequenza è puramente indicativa e potrà essere variata in funzione delle criticità riscontrate durante le fasi realizzative dell'opera prevedendo una diversa distribuzione temporale del numero di rilievi previsti. Si potrà ad esempio prevedere un rilievo ogni 10÷15 giorni, in condizioni di particolare criticità, per poi passare ad una frequenza

minore nelle restanti fasi (ad es. 1 rilievo ogni tre mesi). I rilievi verranno eseguiti per l'intera durata delle lavorazioni impattanti

- fase di post operam

Un rilievo ogni tre mesi per il primo anno successivo alla realizzazione dell'opera sensibile.

In tabella 25 si riassume la frequenza di misure stabilita secondo la tipologia strumentale per i siti individuati:

Tipologia di misura	Ante Operam	Corso d'opera	Post Operam
Piezometri (TP)	Trimestrali	Mensili*	Trimestrali
Inclinometri (TI)	Trimestrali	Mensili*	Trimestrali

Tabella 21 - Frequenza di misura per le diverse tipologie strumentali previste nei siti individuati

* la frequenza delle letture potrà subire variazioni considerando una possibile intensificazione delle stesse durante le fasi di scavo in prossimità dei ricettori sensibili individuati.

5. ASPETTI ORGANIZZATIVI

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

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

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

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

5.1. Struttura operativa

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

L'attiva collaborazione con i tecnici della D.LL consentirà di gestire le eventuali situazioni di emergenza che si dovessero presentare nel corso delle lavorazioni, minimizzando gli impatti e mitigando quelli residui.

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

- Esecuzione di misure – affidata alla squadra di campo e, in parte, a laboratori di analisi chimiche, in grado di garantire la qualità e l'attendibilità delle singole misurazioni;
- Organizzazione dei dati – affidata ad un gruppo di lavoro interdisciplinare, formato da tecnici delle diverse componenti ambientali e territoriali, in grado di gestire la mole dei dati provenienti dalle diverse campagne di misura e gestire la complessa banca dati;
- Analisi e commento dei risultati – sviluppato dallo stesso gruppo di lavoro interdisciplinare, ma verificato da esperti nelle singole componenti ambientali e

territoriali in grado di garantire l'esperienza e la conoscenza scientifica necessaria alla comprensione dei fenomeni in atto e di rappresentare un valido supporto specialistico nei rapporti con gli Enti di controllo.

Lo strumento operativo informatico che consentirà tale organizzazione è rappresentato dal Sistema Informativo di Gestione del Monitoraggio Ambientale (SIGMA), attraverso il quale vengono unificati gli standard di input e output delle informazioni e vengono messi in relazione i dati acquisiti nei diversi settori di monitoraggio. L'adozione di un sistema GIS ad esso collegato consentirà, inoltre, di proiettare sul territorio le singole misure sperimentali e le successive elaborazioni.

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

5.2. Definizioni soglie monitoraggio ambientale

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

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

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

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

Definizione delle soglie tramite il criterio C1

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

Definizione delle soglie tramite criteri C2 e C3

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

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

5.3. Procedure di prevenzione delle criticità

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

In linea generale la gestione delle emergenze ambientali è basata sul confronto tra i dati rilevati dal monitoraggio e gli eventuali limiti normativi esistenti e sulla successiva definizione degli interventi necessari in caso di superamento dei limiti stessi.

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

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

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

Al verificarsi del superamento del valore preso a riferimento per la variabile ambientale considerata, il Responsabile del Monitoraggio è tenuto ad informare gli Enti di controllo - individuati come referenti del monitoraggio ambientale - dell'anomalia riscontrata.

Successivamente lo staff tecnico del monitoraggio, con il supporto degli esperti nei settori interessati, procede ai necessari sopralluoghi e ad una prima analisi, da cui possono derivare le seguenti considerazioni:

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

- presenza di uno stato di criticità ambientale di origine antropica la cui causa non sia immediatamente identificabile o sia attribuibile all'ambito dei lavori.

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

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

6. SISTEMA INFORMATIVO

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

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

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

§ **ATMOSFERA**

- Ø Sensori remoti con acquisizione in automatico e trasmissione in continuo attraverso la rete
- Ø Misure strumentali con operatore

§ **RUMORE**

- Ø Misure strumentali con operatore

§ **VIBRAZIONI**

- Ø Misure strumentali con operatore

§ **ACQUE SUPERFICIALI**

- Ø Campagne di misura e rilievo in situ

§ **ACQUE SOTTERRANEE**

- Ø Campagne di misura e rilievo in situ

§ **FAUNA**

- Ø Campagne di misura e rilievo in situ

§ **VEGETAZIONE**

- Ø Campagne di misura e rilievo in situ

§ **ASSETTO FISICO DEL TERRITORIO**

- Ø Campagne di misura e rilievo in situ

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

In particolare, il Sistema Informativo di Gestione del Monitoraggio Ambientale servirà ad automatizzare i processi di caricamento e validazione dei dati, a preservare in forma

strutturata i dati rilevati, ad estrarre i dati per analisi specialistiche e a supportare la produzione di elaborati che rispettino gli standard Spea e quelli richiesti dalla Committenza e dagli Enti di Controllo.

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

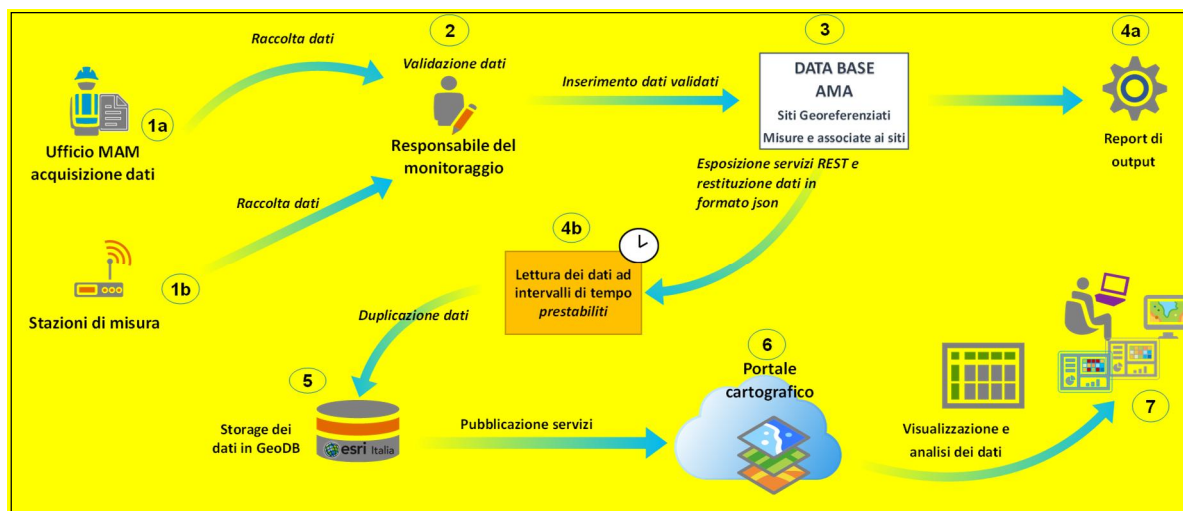
Il Sistema consentirà quindi la gestione dei dati attraverso una stretta integrazione fra elementi cartografici, dati alfanumerici descrittivi delle aree di monitoraggio e dati quali - quantitativi provenienti dalle misurazioni periodiche, nonché il confronto di tutti i parametri appartenenti ad un determinato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

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

Gli utenti amministratori saranno invece in grado di configurare e gestire tutte le componenti del sistema, dalla gestione dei siti di misura alla configurazione delle dashboard alla grafica degli output, ecc.

Il Sistema si baserà su quattro funzionalità:

1. **INPUT:** funzionalità di importazione automatizzata o semi-automatizzata dei dati provenienti dagli strumenti e inserimento manuale dei dati (reperti di laboratorio, censimenti, ecc).
2. **ELABORAZIONE:** funzionalità (automatizzate e/o manuali) che operano sui dati importati/inseriti consentendo di ricavare dati derivati o aggregati.
3. **OUTPUT:** funzionalità (automatizzate e/o manuali) per ricercare ed estrarre i dati in funzione delle specifiche esigenze e per esportare gli stessi in diversi formati, anche tramite report
4. **WEBGIS:** duplicazione e immagazzinamento dei dati in un GeoDB che, attraverso la pubblicazione di servizi, confluiscono in un portale cartografico.



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

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

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