

# autostrade // per l'italia

AUTOSTRADA (A1) : MILANO – NAPOLI

AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA  
BARBERINO DI MUGELLO – INCISA VALDARNO

TRATTO : BARBERINO – FIRENZE NORD

VARIANTE SANTA LUCIA

PROGETTO DEFINITIVO

LOTTO 2

DOCUMENTAZIONE GENERALE

PIANO DI MONITORAGGIO

RELAZIONE GENERALE

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE  
SPECIALISTICA

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

RESPONSABILE UNITA' MAM

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Andrea Tanzi  
Ord. Ing. PARMA N. 1154


RESPONSABILE AREA DI PROGETTO FIRENZE NORD

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Maurizio Torresi  
Ord. Ingg. Milano N. 16492

RESPONSABILE FUNZIONE STP

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO										DATA: GIUGNO 2008	REVISIONE							
	DIRETTORIO					FILE						n.	data						
MA	codice commessa		N.Prog.	unita'		n. progressivo				2	DICEMBRE 2008								
01	1	1	0	1	8	6	0	2	M	A	M	0	0	0	1	-	6	3	GIUGNO 2009
																		4	APRILE 2010
																		5	SETTEMBRE 2012
																		6	AGOSTO 2018

 <b>spea</b> autostrade	<b>Ingegneria europea</b>	COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	
		Ing. Gabriel Guillermo Fava	ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	
CONSULENZA A CURA DI :		IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA'		Ing. Ferruccio Bucalo ord. ing. Genova n. 4940

VISTO DEL COORDINATORE GENERALE SPEA DIREZIONE OPERATIVA PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE LAVORI ASPI  Ing. Alberto Selleri	VISTO DEL COMMITTENTE   Ing. Antonio Tosi	VISTO DEL CONCEDENTE 
--	---	---

## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>5</b>
2.1. DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO.....	5
2.2. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO STRADALE .....	6
<b>3. DEFINIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>9</b>
3.1. ASPETTI GENERALI E REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO.....	9
3.2. COMPONENTI AMBIENTALI .....	11
3.2.1. <i>COMPONENTE ATMOSFERA</i> .....	11
3.2.2. <i>COMPONENTE RUMORE</i> .....	13
3.2.3. <i>COMPONENTE VIBRAZIONI</i> .....	14
3.2.4. <i>COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI</i> .....	15
3.2.5. <i>COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE</i> .....	16
3.2.6. <i>COMPONENTE VEGETAZIONE</i> .....	17
3.2.7. <i>COMPONENTE FAUNA</i> .....	18
3.2.8. <i>COMPONENTE SUOLO</i> .....	19
3.2.9. <i>COMPONENTE ASSETTO FISICO DEL TERRITORIO</i> .....	20
3.3. METODICHE DI RILEVAMENTO .....	22
3.3.1. <i>ATMOSFERA</i> .....	22
3.3.2. <i>RUMORE</i> .....	27
3.3.3. <i>VIBRAZIONI</i> .....	40
3.3.4. <i>COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI</i> .....	46
3.3.5. <i>COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE</i> .....	61
3.3.6. <i>COMPONENTE VEGETAZIONE</i> .....	68
3.3.7. <i>COMPONENTE FAUNA</i> .....	71
3.3.8. <i>COMPONENTE SUOLO</i> .....	74
3.3.9. <i>ASSETTO FISICO DEL TERRITORIO</i> .....	78
<b>4. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>83</b>
4.1. COMPONENTE ANTROPICA .....	83
4.1.1. <i>ATMOSFERA</i> .....	83
4.1.2. <i>RUMORE</i> .....	86
4.1.3. <i>VIBRAZIONI</i> .....	90



## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la relazione generale del **Piano Integrato di Monitoraggio Ambientale** relativo al progetto di ampliamento alla terza corsia dell'autostrada A1 nel tratto **Barberino di Mugello – Firenze nord**, tra le progressive **Km 261+503 e km 279+000**. L'intervento fa parte del più vasto piano di potenziamento dell'A1 avviato dalla Società Autostrade per l'Italia, le cui linee programmatiche sono definite dalla Convenzione del 1997 fra ANAS e la Società stessa.

Il Piano è stato aggiornato secondo la variante progettuale che prevede la realizzazione di un'unica galleria S. Lucia della lunghezza di km 7+700 in sostituzione di n. 9 gallerie. Tale variazione ha determinato una riduzione sia del numero dei cantieri che delle viabilità di servizio con minore impatto per l'ambiente; la presente revisione – n. 6 di ottobre 2018 - recepisce le ultime modifiche e integrazioni intervenute dopo la consegna di febbraio 2012.

L'adeguamento di questo tratto autostradale alla categoria A, che ricade nel campo di applicazione delle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (norma di riferimento DM 05/11/2001), risulta estremamente rilevante in quanto costituisce la congiunzione tra gli interventi attualmente in corso per la realizzazione della Variante di Valico e quelli per la realizzazione della terza corsia nel tratto Firenze nord – Firenze sud.

L'intervento, che interesserà un tratto di circa 17,5 km, ricade completamente all'interno della provincia di Firenze e interessa i Comuni di Barberino di Mugello e Calenzano; il progetto di ampliamento prevede il riutilizzo dell'attuale sede autostradale per la direttrice nord e la realizzazione in variante di una nuova carreggiata per la direttrice sud.

Il presente Piano di Monitoraggio è stato predisposto contestualmente al progetto definitivo come prescritto dal Decreto di pronuncia di compatibilità ambientale espresso dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (prot. n. **DSA/DEC/2007/897** del 19.11.2007, **DVA-2011-0015395** del 27/06/2011 e **DVA-2012-000003** del 2/01/2012) che, sulla base del parere della Regione Toscana e delle risultanze della Conferenza dei Servizi, ha confermato la compatibilità ambientale del progetto e ha definito alcune prescrizioni sia in ambito costruttivo che per le attività di monitoraggio. In particolare nella revisione del PMA si è provveduto ad aggiornare i siti di monitoraggio in relazione al nuovo tracciato della galleria Santa Lucia, ad integrare la procedura di gestione delle emergenze della componente rumore e a prevedere l'affiancamento del metodo MHP per un periodo di un anno al metodo IBE in quanto quest'ultimo non è più contemplato dalla normativa vigente.

Il Piano viene definito integrato in quanto, come indicato nel Decreto VIA, deve essere concordato con l'ARPAT e perché nella sua definizione è stato assunto il principio generale di perseguire l'integrazione delle attività di monitoraggio ambientale specifiche con le attività svolte dalla stessa ARPAT a supporto degli Enti Pubblici competenti e sfruttando tutte le potenziali sinergie (localizzazione centraline fisse, programmi di indagine periodica, ecc.). Il PMA è stato aggiornato in base alla revisione del modello idrogeologico (rif. STP2019 del luglio 2012). In particolare per la componente idrico sotterraneo è stata stimata una riduzione della quantità di acqua drenata dalla galleria, pertanto il numero di siti monitorati non è stato variato; è stato inoltre previsto un incremento delle campagne periodiche, in funzione dell'avanzamento del fronte di scavo

Inoltre il PMA è stato aggiornato in base sia alla Determinazione Direttoriale prot. 000375 del 21.10.2015 del MATTM che della Delibera regione Toscana n. 558 del 27.04.2015, relative al progetto della variante del sottoattraversamento dell'A1 in corrispondenza della Galleria Boscaccio

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

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

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

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

## 2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 2.1. Descrizione dell'area di intervento

Il progetto di ampliamento alla terza corsia nel tratto Barberino di Mugello – Firenze Nord prevede l'ampliamento asimmetrico dell'autostrada esistente, mediante la realizzazione di una nuova carreggiata per la direttrice sud ed il recupero delle due carreggiate esistenti per la direttrice nord.

Il tratto di autostrada interessato dall'intervento ha inizio in corrispondenza della barriera di Barberino di Mugello e prosegue fino a poche centinaia di metri oltre la barriera di Firenze nord, terminando quindi all'altezza della direttrice Firenze - Prato (margine settentrionale della pianura Fiorentina).

La morfologia del territorio è quella tipica dell'alta collina, le quote massime raggiunte dai rilievi superano di poco i 900 metri (Monte Maggiore m 916 e Monte Morello m 934), dove l'orografia appare disposta prevalentemente in direzione nord –sud.

I rilievi situati ad ovest dell'autostrada prendono il nome di Monti della Calvana e, rimanendo su quote superiori ai 500 metri, si saldano senza soluzione di continuità con la parte centrale della Catena Appenninica. Al contrario i rilievi situati ad est, che culminano nel Monte Morello, verso nord sono interrotti trasversalmente dalla valle del Sieve, sede di un bacino lacustre Plio – pleistocenico (bacino del Mugello) che si trova a quote di poco superiori ai 200 metri.

I Monti della Calvana sono limitati ad occidente dalla valle nella quale scorre il fiume Bisenzio che, tra Vernio e Prato, ha un andamento medio NNE-SSO.

Il limite orientale degli stessi Monti è rappresentato dalla valle del torrente Marina, che ha un andamento sub - parallelo a quello del Bisenzio fino all'altezza di Prato; da questo punto il fiume Bisenzio cambia direzione e si dirige verso SE incrociando il torrente Marina all'altezza di Campi Bisenzio, pochi chilometri prima di gettarsi in Arno.

L'autostrada esistente e l'ampliamento previsto, dopo circa 5 Km in leggera salita, superato in galleria lo spartiacque corrispondente alla località de "Le Croci di Calenzano", dall'uscita della galleria corrono in modo sub - parallelo al t. Marina, scendendo lungo il versante sinistro della valle omonima fino alla pianura del Valdarno.

Dal punto di vista morfologico l'area di studio appare interessante; infatti a nord dello spartiacque si apre la parte più occidentale della valle del Sieve, che ha un andamento completamente diverso (circa NO-SE) rispetto alle valli del t. Marina e del f. Bisenzio (dirette all'incirca NNE-SSO), ad indicare un possibile controllo strutturale.

Dal punto di vista geologico l'areale d'interesse può essere suddiviso in tre parti relativamente omogenee, anche se notevolmente differenti per lunghezza:

- la prima, lunga poco più di 2 km, attraversa l'estrema propaggine occidentale della Val di Sieve e poggia principalmente su formazioni geologiche sommitali del Complesso Toscano;
- la parte centrale, molto più lunga (circa 13 km) ha un substrato costituito dalle formazioni appartenenti ai Complessi delle "Liguridi" (Tosco - Emiliani) riferibili alla Formazione di M. Morello;
- la parte più meridionale, molto breve (circa km 2,5), s'impone all'interno dei depositi clastici quaternari della Val d'Arno.

Il tracciato, sviluppato in direzione nord-sud, risulta “parallelo” al senso di sovrapposizione strutturale dei suddetti Complessi che, dal basso all’alto, mostrano la seguente successione:

- Complesso Toscano
- Complessi delle “Liguridi” (Tosco/Emiliani)
- Depositi quaternari.

Il tracciato nella sua parte iniziale, che si colloca come detto a cavallo del crinale delle Croci di Calenzano, si sviluppa in un territorio poco antropizzato, mentre la parte finale del tracciato, che confluisce nel margine settentrionale della pianura fiorentina (Valdarno media), interessa un territorio a morfologia prevalentemente pianeggiante ed intensamente antropizzato.

## 2.2. Descrizione generale del progetto stradale

La tratta Barberino di Mugello – Firenze nord, di circa 18 km di sviluppo, fa parte del progetto di *“Ampliamento alla terza corsia Barberino di Mugello – Incisa Valdarno”* dell’autostrada A1 Milano – Napoli e ne costituisce il tratto iniziale appenninico più complesso da risolvere per la morfologia e la delicatezza ambientale del territorio attraversato.

Data l’orografia del territorio, questo tratto autostradale ha una fisionomia fortemente strutturata, ricca di alti viadotti e brevi gallerie, secondo la pratica costruttiva degli anni 60’, ed è corredato, nei tratti all’aperto, da ampi fronti di contenimento (muri di controripa e sottoscarpa) che hanno consentito una giacitura pressoché a mezzacosta del tracciato. Il progetto di potenziamento nel tratto in questione, invece, per la sua conformazione morfologica e per i vincoli imposti dalla sua fisionomia strutturale, presenta una soluzione di ampliamento alla 3° corsia piuttosto atipica.

Per quanto riguarda la **direttrice sud**, il progetto prevede infatti la realizzazione di una nuova carreggiata dotata di tre corsie di marcia più emergenza di lunghezza pari a 17.543,73 km con ampliamento (asimmetrico) in sede per le due tratte iniziale e finale nelle quali la nuova sede si colloca al margine (ovest) dell’attuale carreggiata sud. Nell’ampia tratta intermedia l’intervento previsto è fuori sede, ma sostanzialmente contiguo e complanare all’esistente con la nuova via che si colloca al margine (est) dell’attuale carreggiata nord. Tale soluzione progettuale, introdotta al fine di minimizzare l’impatto ambientale sul territorio interessato, ha richiesto, tra l’altro, la previsione di due importanti opere, la prima rappresentata dalla galleria Santa Lucia, la seconda dalla galleria Boscaccio. Per quanto concerne la **direttrice nord**, il progetto prevede il riutilizzo dell’attuale sede autostradale per l’intero tratto ma con caratteristiche gestionali differenti.

Oltre all’intervento di potenziamento dell’autostrada, sono previsti in progetto:

- l’adeguamento dello svincolo di Calenzano;
- la realizzazione della nuova Area di servizio di Bellosguardo.

Dal punto di vista progettuale la tratta è stata divisa in due lotti:

<b>Lotto 0</b>	Barberino di Mugello – V.tto Baccheraia	da km 0+000 a km 3+217
<b>Lotto Completamento</b>	V.tto Baccheraia – Svincolo Calenzano/Sesto Fiorentino	da km 3+217 a km 17+541

Tabella 1 - Suddivisione lotti

– **Lotto 0:** svincolo di Barberino di Mugello (progr. 0+000) - viadotto Baccheraia (progr. 3+217)

Dalla progressiva 0+000, fino alla progressiva 1+800 circa, le carreggiate nord e sud proseguono in affiancamento, con la carreggiata Nord costituita da 4 corsie più emergenza e la nuova carreggiata sud da 3 corsie più emergenza. In questa sottotratta si individuano quattro opere d'arte minori costituite da ponticelli e tombini scatolari ed i viadotti Mulinaccia (206,00 m) e Baccheraia.

In questo tratto interamente in rettilineo è prevista la realizzazione della nuova area di servizio Bellosguardo, ubicata tra la progressiva 1+200 e la progressiva 2+100, con un invaso di circa 20 ha. L'area di servizio, che sarà realizzata per intero sul lato ovest dell'autostrada sarà però accessibile anche per i veicoli diretti a nord. Nel lotto sono comprese inoltre le opere di cantierizzazione dell'intera tratta e di adeguamento e ammodernamento della viabilità locale.

- **Lotto Completamento:** viadotto Baccheraia (progr. 3+217) - fine intervento (progr. 17+541,14)

In questo lotto, che rappresenta l'ampio tratto di sviluppo complessivo pari a circa 14,5 km dove risulta inserita la variante di tracciato (comprendente la nuova galleria S. Lucia) parte appena dopo il viadotto Baccheraia, alla prog. 3+217 e finisce in corrispondenza dello svincolo di Cadenzano - Sesto Fiorentino. Planimetricamente essa ricalca nella prima parte il tracciato originario, fatto salvo l'ampliamento del raggio di curvatura in corrispondenza dell'imbocco nord della ex galleria Le Croci, in modo tale da evitare l'allargamento per la visibilità in curva richiesto dal precedente tracciato; in corrispondenza dell'imbocco nord della ex galleria Monte della Valle, il tracciato invece si discosta da quello originale rimanendo all'incirca sotto il crinale dell'altura presente (Poggio Montroti) anziché avvicinarsi all'autostrada esistente, per poi raccordarsi di nuovo al tracciato e riaffiorare all'esterno in corrispondenza dell'imbocco sud dell'ex galleria Ragnaia. I raggi delle curve sono tutti pari o superiori a 1700 metri.

Altimetricamente il tracciato della variante è praticamente tutto in galleria. Rispetto al tracciato originario, il profilo, appena dopo il ponte Baccheraia, si abbassa con una livelletta di 3% di pendenza per passare con una copertura minima pari a 10 metri in corrispondenza dell'attraversamento dell'autostrada esistente e in corrispondenza dell'avvallamento del rio Tralloro per poi diminuire al 2,2% prima di raccordarsi alla livelletta esistente. Nella parte sotto il crinale la copertura della galleria arriva fino a circa 200 metri e più.

La nuova galleria Santa Lucia, è funzionale a garantire un flusso monodirezionale per la tratta autostradale Barberino - Firenze Nord, tramite l'alloggiamento di una piattaforma a tre corsie di marcia.

E' costituita da un unico fornice la cui parte in scavo naturale inizia alla progressiva 3+423,00 e termina alla progressiva 10+951,00, per uno sviluppo complessivo di 7.528 metri; considerando invece il tratto coperto e quindi anche le gallerie artificiali, essa parte dalla progressiva 3+386,00 e arriva alla progressiva 11+120,0, con una lunghezza totale coperta di 7.734 metri. Il progetto prevede che la via di fuga e di emergenza sia allocata in un apposito cunicolo realizzato ad una distanza di circa 20 m dalla galleria autostradale e collegato con dei by-pass alla galleria autostradale, disposti secondo le indicazioni della attuale normativa in tema di sicurezza.

L'attraversamento del torrente Marinella viene realizzato grazie ad un viadotto di lunghezza pari a 543 m realizzato in stretto affiancamento e complanare a quello esistente, in modo da limitare l'impatto ambientale della nuova infrastruttura. Al termine del nuovo viadotto sul



torrente Marinella il tracciato entra all'interno della galleria Boscaccio, che insieme al precedente viadotto rappresentano le due opere più consistenti dell'intero tracciato. In corrispondenza dello sbocco Sud della galleria Boscaccio termina la seconda sottotratta.

La parte finale del tracciato si sviluppa interamente nell'abitato di Calenzano, in affiancamento alle carreggiate esistenti dove e' prevista la demolizione e quindi la ricostruzione di tre cavalcavia ubicati alle seguenti progressive:

- alla progr. 15+927.41;
- alla progr. 16+438.29;
- alla progr. 16+668.32 (cavalcavia di svincolo Calenzano - Sesto Fiorentino).

### Cantierizzazione

Per la realizzazione del progetto sono previsti campi base e cantieri principali e diversi cantieri secondari secondo la seguente collocazione:

Tipologia cantiere	Ubicazione	Funzione e impianti	Superficie (m <sup>2</sup> )
Cantiere logistico	Località Cornocchio	Campo base	27.000
Cantiere operativo	Località Cornocchio	Cantiere principale - Impianti di betonaggio	17.000
Cantiere logistico	Località Carraia - Ex Polveriera	Campo base	27.000
Cantiere operativo	Località Madonna del Facchino	Cantiere principale - Impianti di betonaggio e di frantumazione	31.000
Cantiere operativo	Località Bellosguardo	Impianti di frantumazione e caratterizzazione	33.000
Cantieri operativi	Presso imbocchi gallerie	Cantiere secondario	vari
Cantiere operativo	Imbocco nord galleria Santa Lucia	Cantiere principale	4.800

Tabella 2 - Cantierizzazione

E' prevista la realizzazione di viabilità di servizio che permette il collegamento tra i cantieri e i campi, limitando al minimo l'utilizzo della S.P. n. 8 che collega i comuni di Barberino di Mugello e Calenzano dando la possibilità ai mezzi di cantiere di accedere alle aree di lavoro direttamente dall'autostrada esistente.

Una parte molto importante nella cantierizzazione è rivestita dal nuovo sistema di scavo con TBM, proposto per la galleria Santa Lucia. Il relativo cantiere operativo coinciderà con l'imbocco nord, pressoché coincidente con l'imbocco nord della ex-galleria Le Croci, e contenuto nella stessa impronta del progetto originale.

In prossimità dell'area di imbocco è previsto un impalcato provvisorio per permettere il montaggio della fresa e nelle aree intercluse tra carreggiate esistenti e nuova carreggiata sud verrà adibito il piazzale di stoccaggio dei conci prefabbricati delle due gallerie (galleria principale e galleria di emergenza), dotati di un sistema di carro ponte per la movimentazione. Per lo smarino della galleria principale verranno utilizzati dei nastri che prendendo il materiale uscente attraverso la coclea dalla camera di spinta lo porterà fuori dalla galleria rimanendo appesi a circa 6 metri di altezza alla calotta. All'uscita il nastro viaggerà su appositi supporti metallici fino ad arrivare all'area di deposito Bellosguardo.

### 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 nei Decreti VIA di riferimento, 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 dei sopra richiamati Decreti VIA, di seguito brevemente sintetizzate:

- **è richiesta l'esecuzione di un monitoraggio ambientale integrabile con le attività svolte da ARPAT** e da redigere secondo le Linee Guida della Commissione Speciale VIA;
- **è richiesto un programma di monitoraggio della qualità dell'aria, secondo quanto indicato dal D. Lgs. 155 del 13.08.10, e dal DM 261/02** per il monitoraggio sia dell'impatto delle attività di cantiere sullo stato della qualità dell'aria, che potrà comprendere anche l'installazione di centraline fisse, sia dell'inquinamento da traffico; sono richieste inoltre campagne di monitoraggio della qualità dell'aria mediante laboratorio mobile;
- **è richiesto un programma di monitoraggio della componente rumore**, che preveda campagne di rilevamento del clima acustico con le modalità ed i criteri contenuti nel DM 16.03.1998, viene inoltre richiesto l'istituzione di un programma di gestione dell'impatto acustico delle attività di cantiere;
- **è richiesto un programma di monitoraggio della componente vibrazioni**, per il controllo delle attività di costruzione in prossimità degli imbocchi delle gallerie con particolare attenzione agli edifici in località Del Colle. E' inoltre richiesto un monitoraggio delle vibrazioni indotte da infrastrutture nei punti in cui le strutture sono contermini all'autostrada con particolare attenzione alle strutture rigide (es. muri di sottoscampa, pile o spalle di viadotti, ecc.);
- **è richiesto un programma di monitoraggio per i corsi d'acqua interessati direttamente o tramite affluenti dai lavori**; sarà previsto anche l'utilizzo di centraline automatiche per il controllo in continuo;
- **è richiesto un programma di monitoraggio quali/quantitativo delle acque sotterranee** in fase ante operam, corso d'opera e post operam in corrispondenza di captazioni e piezometri ubicati nella fascia di influenza delle gallerie; è inoltre richiesto un controllo quali-quantitativo delle acque intercettate dalle gallerie. È inoltre richiesto un controllo sul Fosso Baccheraia potenzialmente interessato dallo scavo della galleria Le Croci;
- **è richiesto il monitoraggio della vegetazione** per la fase ante operam, corso d'opera e post operam, per la verifica degli impatti esercitati dalle attività di costruzione ed esercizio dell'infrastruttura a carico delle cenosi vegetali. Inoltre è richiesto un piano di monitoraggio e di manutenzione degli interventi di ripristino vegetazionale;
- **è richiesto un monitoraggio periodico delle caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche del suolo** da iniziarsi prima dell'esportazione dello scotico e successivamente alla formazione dei cumuli.

Inoltre, sulla base di quanto emerso nell'ambito del Tavolo Tecnico coordinato dalla Regione Toscana, è stato inserito anche il monitoraggio della componente **Fauna**.

Per quanto riguarda alcune aree interessate da fenomeni franosi quiescenti, che in fase di esecuzione dei lavori potrebbero essere riattivati, è stato richiesto da parte dell'Autorità di Bacino un'attività di **monitoraggio geotecnico di superficie** in corrispondenza di tali aree, che vengono considerate particolarmente vulnerabili.

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**.

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.

E' 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 e ampliamento di pile e spalle e la presenza di interventi di rimodellamento morfologico di alcune zone con significativi movimenti di materiale, richiedono una particolare attenzione al controllo e al monitoraggio dei corsi d'acqua, con particolare riferimento agli aspetti di qualità delle acque e degli ecosistemi fluviali, vista anche la presenza di vegetazione ripariale di un certo interesse. 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 sotterraneo, quali i nuovi tratti in galleria, opere in grado di alterare il regime di flusso idrico sotterraneo, unitamente ad una certa criticità idrogeologica dovuta all'interferenza di tali opere con l'acquifero di Monte Morello e alla presenza di battenti idrici superiori alla volta, ha reso inoltre necessario l'inserimento all'interno del PMA della componente Acque Sotterranee.

#### Settore Naturale

L'area interessata dal progetto può essere considerata un insieme di ecosistemi sufficientemente complessi ed evoluti; la vegetazione naturale e seminaturale è rappresentata da formazioni boschive tutte più o meno sfruttate dall'uomo e dai relativi stadi di degradazione che portano alla formazione di prati ed arbusteti. Tutte le classi faunistiche

sono ben rappresentate con numerose specie, tra le quali quelle maggiormente sensibili per l'area sono quelle appartenenti alla classe degli anfibi e degli uccelli.

Gli impatti principali sulla componente floristico-vegetazionale sono da attribuire alla sottrazione di habitat dovuta alla costruzione del nuovo tracciato ed alle opere accessorie (cantieri e viabilità di servizio) ed ai cambiamenti ambientali stagionali indotti da alterazioni indirette come la modifica delle condizioni di umidità del suolo, l'inquinamento idrico ed atmosferico o a modifiche dell'esposizione alla luce.

Relativamente alla fauna gli impatti maggiori sono da attribuire, come per la vegetazione, alla sottrazione di habitat, all'effetto barriera che l'infrastruttura e le opere accessorie possono determinare, dal disturbo indotto dalle lavorazioni e dall'inquinamento atmosferico ed idrico.

Per la componente suolo gli impatti possono essere dovuti alla contaminazione da parte di sostanze inquinanti come metalli pesanti o idrocarburi o alle alterazioni delle caratteristiche chimico-fisiche dovute ai movimenti, rimescolamenti e processi di alterazione che tali azioni comportano.

Per controllare le dinamiche vegetazionali e faunistiche e i cambiamenti del suolo nelle aree interessate dai lavori si è quindi approntato un programma di rilievi idoneo alla verifica di tali fenomeni.

#### Assetto fisico del territorio

Alcune opere in progetto (trincee, viadotti, rilevati, gallerie) interferiscono con aree interessate da fenomeni franosi, attivi e/o quiescenti. Il rischio di innesco di 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.

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

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

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

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

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

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 ai cantiere
- movimentazione dei materiali di risulta alle aree di deposito
- attività dei mezzi d'opera nelle aree di deposito
- esercizio delle aree di deposito.

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

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

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

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

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

### **3.2.3. Componente vibrazioni**

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

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

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

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

Il progetto di monitoraggio individua i seguenti ambiti di intervento:

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

storico-culturali, ricettori prossimi a viadotti dotati di giunti, 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 una azione preventiva e di controllo nei casi di superamento degli standard.

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

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

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

Dal punto di vista dell'idrografia superficiale, il tracciato autostradale interessa l'estremità occidentale della valle della Sieve fino allo spartiacque delle Croci di Calenzano, dopo di che scende verso la pianura lungo il versante sinistro della valle del t. Marina, che costeggia in modo subparallelo. Il tracciato autostradale attraversa un territorio montano caratterizzato dalla presenza di corsi d'acqua ad alveo naturale, di carattere torrentizio, con attraversamento di zone intensamente boscate ad alta qualità ambientale. Nel tratto più a valle invece, nei pressi di Calenzano, il tracciato autostradale interessa alcuni corsi d'acqua e canali di drenaggio urbano nei tratti a monte della piana di Firenze.

Il progetto prevede l'ampliamento e l'adeguamento di vari ponti e viadotti; sono inoltre previsti vari interventi di sistemazione e regimazione idraulica, con particolare attenzione



alla sistemazione dell'area di servizio di Bellosguardo. Durante le lavorazioni inoltre i corsi d'acqua e le aree perfluviali possono essere interessate dalla realizzazione di piste di cantiere e viabilità di servizio necessarie all'esecuzione degli interventi di progetto.

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

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

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

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

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

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

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

### **3.2.5. Componente acque sotterranee**

Dal punto di vista dell'idrogeologia, nell'area di interesse l'acquifero principale è costituito dai calcari marnosi del Monte Morello; sono inoltre presenti acquiferi locali superficiali relativi alle coltri detritiche, ai depositi alluvionali, fluviali ed eluvio-colluviali. Tali acquiferi possono essere più o meno degni di nota in relazione alla loro estensione e spessore.

Per quanto riguarda l'acquifero costituito dai calcari del Monte Morello, la circolazione idrica sotterranea, per permeabilità secondaria, è strettamente legata alla fessurazione delle rocce. Tale circolazione può variare in relazione all'estensione, densità e ampiezza delle discontinuità tettoniche. Nella Formazione di Monte Morello gli strati calcarei e calcareo marnosi presentano potenza inferiore a quelli arenacei ed appaiono più intensamente fratturati. La circolazione dell'acqua nelle fratture porta col tempo alla dissoluzione della roccia calcarea con aumento dell'ampiezza delle fratture, fino a creare talvolta vere e

proprie cavità carsiche. In tali acquiferi le principali direzioni di deflusso sotterraneo seguono l'andamento dei principali sistemi di faglie trasversali all'Appennino, orientate circa NE-SO e NNE-SSO. Per quanto riguarda i terreni costituiti da detrito di versante, detrito e di falda e i depositi alluvionali, fluviali ed eluvio-colluviali, possono essere sede di falde freatiche superficiali direttamente legati agli apporti piovosi stagionali.

Il progetto di ampliamento prevede la realizzazione di importanti opere in sotterraneo, nella Formazione di Monte Morello e nella Formazione di Sillano, quali i nuovi tratti in galleria, opere potenzialmente in grado di variare il regime di deflusso di falda; in particolare le gallerie possono determinare il drenaggio delle falde oppure l'alterazione qualitativa per contatto tra acque sotterranee e materiali di rivestimento.

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, piezometri 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.

Il PMA è stato aggiornato in base alla revisione del modello idrogeologico (rif. STP2019 del luglio 2012). In particolare per la componente idrico sotterraneo è stata stimata una riduzione della quantità di acqua drenata dalla galleria Santa Lucia di circa il 35%; per tale motivo il numero di siti monitorati non è stato variato.

### 3.2.6. Componente Vegetazione

Il paesaggio interessato dal tracciato autostradale interessa da nord a sud, oltre che coltivazioni e zone pascolate, anche formazioni boschive seminaturali, dominate da cerro, castagno, roverella e pino marittimo. Presenti, anche se rari, piccoli popolamenti di carpino bianco. Più a sud, presso Le Croci di Calenzano, si trova un'ampia zona rimboschita a pini, soprattutto Pino nero. Procedendo ancora verso sud, il percorso autostradale di insinua più strettamente nel fondovalle che divide il gruppo di Monte Morello dal gruppo della Calvana, caratterizzati da forte copertura forestale, dominata dalla roverella per quanto riguarda la Calvana, con ampie zone degradate e ridotte ad arbusteti, dominata da cerro, roverella e carpino nero per quanto riguarda Monte Morello. L'ultimo tratto di basse colline e pianura dei dintorni di Sesto è caratterizzato più che altro dalle aree urbanizzate e da grandi estensioni di coltivazioni. Le formazioni riparie a ontano nero, pioppi e salici di un certo sviluppo sono poche e diffuse soprattutto nella parte nord e nelle aree meno disturbate, mentre nei pressi di zone urbanizzate e coltivate sono frequenti formazioni ripariali degradate a robinia.

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

Il monitoraggio della vegetazione, previsto nelle tre fasi ante operam, di corso d'opera e post operam, è mirato ad individuare l'eventuale presenza e nel caso, l'entità, dei seguenti

potenziali fattori di impatto sulla vegetazione, impatti potenziali individuati nella fase di Studio di Impatto Ambientale:

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

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

In particolare dal SIA emergono come punti a maggior impatto per la vegetazione i cantieri, gli imbocchi di galleria, le cave e i depositi.

Inoltre sono previsti dei siti di controllo lontani dai cantieri e da possibili fonti di alterazione per affinare l'interpretazione delle dinamiche vegetazionali delle formazioni oggetto delle attività di cantiere. Il numero e la tipologia dei siti di controllo sono correlati alle tipologie vegetazionali individuate ed alla concreta reperibilità di formazioni non disturbate.

I principali riferimenti bibliografici e legislativi sono rappresentati dalle fonti in grado di evidenziare le emergenze ambientali regionali ed italiane (Società Botanica Italiana, 1971-79; CORINE Biotopes, 1991; Conti et al., 1992; 1997; Ministero dell'Ambiente, 1992; 1994; WWF Italia, 1995), gli studi per l'individuazione delle aree meritevoli di conservazione nel territorio regionale (progetti Bioitaly, Habitat, Natura 2000, a cura di Università, Regione Toscana, Ministero dell'Ambiente e CEE), il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, che evidenzia le aree protette ed i siti biologici di importanza locale, i risultati dei Progetti 5Bios/Re.Na.To. (Regione Toscana, Università di Firenze, Siena e Pisa, ARSIA), che hanno individuato le specie floristiche, gli habitat e le fitocenosi di interesse regionale e meritevoli di conservazione (non ancora integralmente pubblicati) e la legge regionale 56/2000 sulla biodiversità.

### 3.2.7. Componente Fauna

Il monitoraggio del tratto di ampliamento alla terza corsia dell'autostrada A1 compreso fra Barberino di Mugello e Firenze Nord interessa una rapida successione di paesaggi, che vanno da quello della pianura (Pianura di Firenze e Prato) a quello della montagna pre-appenninica, comprendente i sottopaesaggi dei fondovalle dei torrenti Marina e Marinella, e il sottopaesaggio delle colline e dei versanti dei rilievi (Sistema appenninico di Monte Morello e Monti della Calvana), sino a quello collinare della Conca intermontana del Mugello.

Come si legge nello stesso SIA, all'interno di questo paesaggio gli ecosistemi di maggior interesse sono:

- a) Ecosistema boschivo di origine naturale;
- b) Ecosistema degli arbusteti e cespuglietti.

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

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

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

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

Le attività di monitoraggio riguarderanno quindi in diversa misura le fasi ante operam, di corso d'opera e post operam.

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

### **3.2.8. Componente Suolo**

L'area interessata dal progetto di potenziamento alla terza corsia dell'Autostrada A1 nel tratto compreso tra Barberino di Mugello e Firenze nord coinvolge un ambito territoriale caratterizzato in prevalenza da un paesaggio montano.

L'eterogeneità dell'uso del suolo è tra media ed alta, con la presenza di un complesso mosaico di utilizzo del suolo da cui deriva un'alta diversità ambientale.

In questo paesaggio l'olivo e la vite vengono coltivati al di sotto della quota di 500-600 metri s.l.m.; qui prevalgono infatti forme moderatamente ondulate con sviluppo di un tipico paesaggio agrario; al di sopra di tale quota invece dominano versanti scoscesi, caratterizzati da prevalente copertura forestale, con scarse abitazioni ed un uso molto più estensivo del territorio.

Dalle analisi svolte durante lo Studio di Impatto Ambientale è emerso che, in linea generale, la reazione dei suoli riscontrati nell'area di studio, ricade nei campi del subalcalino e del subacido, ma sempre al limite del neutro. I valori del carbonio organico evidenziano un

normale grado di mineralizzazione ed un normale apporto di sostanza organica. Non tutti i campioni analizzati contengono una concentrazione necessaria per le colture a bassa e alta richiesta in potassio. Sia le quantità in calcio che quelle in magnesio superano livelli al di sotto dei quali un terreno verrebbe considerato carente di tali elementi. I valori di inquinanti controllati - metalli pesanti, oli minerali ed idrocarburi – risultano talmente bassi da non evidenziare particolari ricadute sul suolo; non si registra, infatti, né un accumulo superficiale né la traslocazione verso gli orizzonti profondi di queste frazioni.

La realizzazione di un'opera produce, sia nella fase di realizzazione che in quella di esercizio, un impatto più o meno significativo sulla qualità dei suoli; le attività in progetto comportano infatti il rischio di degradazione dei terreni sia nella fase di cantiere che nella fase di esercizio dell'opera.

Tra le principali cause di deterioramento del suolo si evidenziano gli spostamenti temporanei o permanenti di terre, il deterioramento delle qualità fisiche e biologiche della porzione superficiale del suolo per il passaggio ripetuto di mezzi pesanti e lo stazionamento di materiali nella fase di realizzazione dell'opera, l'inquinamento chimico causato in particolare da metalli pesanti e da oli minerali, la perdita di suolo e il rischio di alterazione del regime di umidità.

Il monitoraggio sarà volto quindi a verificare l'eventuale presenza e, nel caso in cui la presenza venga confermata, l'entità dei seguenti potenziali fattori di interferenza sulla componente ambientale individuati in fase di Studio di Impatto Ambientale:

- alterazione delle caratteristiche fisiche;
- alterazione delle caratteristiche chimiche;
- alterazione delle componenti biotiche.

Per definire la localizzazione dei siti di monitoraggio si sono prese in considerazione le seguenti tipologie di superfici connesse all'opera:

- cantieri;
- aree di deposito;
- aree estrattive.

### **3.2.9. Componente assetto fisico del territorio**

L'attività di monitoraggio relativa alla componente Assetto Fisico del Territorio ha lo scopo di individuare e monitorare, attraverso attività periodiche di lettura della strumentazione installata, potenziali condizioni di interferenza delle opere autostradali sulla stabilità del territorio e dei versanti. Particolare attenzione è ovviamente rivolta a quelle aree ritenute di interesse ove insistono ricettori su cui attivare controlli.

In particolare, la definizione dei siti da sottoporre a monitoraggio passa attraverso due momenti salienti:

- individuazione delle "aree sensibili", definite sulla base della propensione al dissesto associabile ad ogni litologia attraversata;
- 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, è fatto riferimento *all'assetto geomorfologico* dei versanti, con particolare attenzione a tutte le forme di versante dovute alla gravità individuate, ed *all'assetto idrogeologico*, con particolare attenzione agli acquiferi incontrati, alle falde presenti e loro opere di captazione, alle acque sorgive. Nel contesto geologico gli aspetti geomorfologico ed idrogeologico rappresentano la più alta *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 (IG);
- Gallerie parietali e/o a debole profondità (GP);
- Spalle dei viadotti (SV);
- Settori a mezzacosta (TM).

Per giungere alla definizione di siti di monitoraggio, le aree interessate dalle opere in progetto (trincea, viadotto, rilevato, mezzacosta, galleria) sono accorpate in gruppi aventi analoghe caratteristiche geologiche (litologia), morfologiche (acclività), strutturali, geotecniche, idrogeologiche e fisico-meccaniche, e classificati con uno specifico valore. Si è fatto inoltre riferimento al rischio di innesco di fenomeni gravitativi in seguito all'esecuzione degli scavi provvisori e definitivi sia nei terreni instabili (a 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 però si attuano azioni di progetto tali da determinare mobilitazioni di versante.

Oltre ai siti di monitoraggio così individuati vengono considerati anche i tratti a bassa copertura delle gallerie naturali dove sono previste attività di monitoraggio finalizzate a:

- valutare l'entità e l'ampiezza di fenomeni di subsidenza conseguenti dallo scavo in galleria, mediante pilastri con mira ottica ed estensoinclinometro;
- valutare eventuali cedimenti indotti (e conseguenti danni) sui recettori sensibili posti all'interno o in prossimità delle fasce d'influenza, mediante miniprismi sugli edifici, vibrografi ed inclinometri installati in prossimità dei fabbricati.

Dopo l'individuazione delle aree da monitorare, si determinano le sezioni su cui eseguire misure geotecniche. In particolare l'attività di monitoraggio tiene conto dei seguenti periodi:

- 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;
- post operam: identifica il periodo di tempo successivo alla fase di corso d'opera e ci si riferisce alla condizione del territorio al termine delle lavorazioni.

Si ricorda che le opere in progetto sono soggette ad uno specifico piano di monitoraggio geotecnico con il quale l'attività geotecnica di superficie della componente assetto fisico del territorio si va ad integrare. Il primo ha tempistiche e definizioni molto più complesse che sono prettamente legate alle fasi esecutive dei lavori, mentre l'attività di monitoraggio in

superficie ha lo scopo di verificare e controllare il comportamento areale dell'ammasso nell'intorno delle strutture individuate come potenzialmente critiche.

### 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 totali sospese (PTS) per 15 giorni in prossimità di aree di cantiere;
- Metodica A3: misura in continuo con centralina fissa per il monitoraggio della qualità dell'aria.

#### **Metodica A2 – Rilievo delle Polveri Totali Sospese (PTS) con campionatore sequenziale**

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

Le campagne di misura delle polveri totali PTS 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 totali nell'aria al fine di valutare il rispetto degli standard di qualità indicati dal DPCM 28.3.1983 "Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria in ambiente esterno" e dal DPR 24.5.1988 n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'Art. 15 della legge 16 aprile 1987, n° 183". Per tali inquinanti è utile anche il confronto con i valori di attenzione e di allarme individuati dal DMA 15 Aprile 1994.

La metodica di seguito descritta prevede la sostituzione automatica ogni 24 ore dei supporti di filtrazione per 15 giorni consecutivi mediante l'impiego di pompe di captazione dotate di sistemi automatici di campionamento e sostituzione sequenziale dei supporti. 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 a micropori 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 DPCM 28.3.1983. Le due parti del supporto una volta montato il filtro, devono combaciare in modo da evitare qualunque

trafilamento d'aria: a tal scopo le due parti risultano premute l'una contro l'altra per mezzo di un dispositivo di blocco tale da non deformare e da non danneggiare il filtro. Il filtro è sostenuto da un disco di materiale sinterizzato o altro mezzo idoneo che impedisca ogni possibile deformazione del filtro e che sia perfettamente resistente alla corrosione. Il diametro della superficie effettiva 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.

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 richiesti, compresi tra 15 e 20 l/min. Il misuratore volumetrico è tarato dalla casa costruttrice nell'ambito delle portate di prelevamento in modo che l'errore di misura non superi il 2 %.

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

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

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

- Sopralluogo all'area di monitoraggio, verifica delle sorgenti di emissione presenti all'interno dell'ambito spaziale di dispersione delle polveri, selezione della posizione di installazione più idonea, anche in relazione a possibili interferenze con le attività svolte dai residenti e all'obiettivo del monitoraggio (ante operam o corso d'opera).
- Installazione del cavalletto di supporto in corrispondenza del punto di misura georeferenziato in modo che lo stesso risulti in piano e, quando possibile, sufficientemente protetto in caso di pioggia.
- Installazione della linea di prelievo nel seguente ordine: supporto di filtrazione, tubo di mandata, cella di deumidificazione al gel di silice, tubo di mandata, pompa aspirante con regolatore di portata e regolatore volumetrico. Il supporto di filtrazione deve venire



a trovarsi a circa 1.2÷2.0 m di altezza piano campagna e deve essere rivolto verso il basso.

- 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 15-20 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 15 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.

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

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

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

Le attività caratterizzanti tale metodica di monitoraggio comprendono:

- Calibrazione della strumentazione ogni 96 ore
- Taratura della strumentazione annuale
- Messa in opera e test dei sistemi di acquisizione, memorizzazione, elaborazione, stampa e trasmissione dei dati

- Esecuzione delle campagne di misura dei parametri chimici e meteorologici
- Elaborazione dei dati

I risultati delle misure saranno riportati nella relazione di riferimento.

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

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

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

Il BaP verrà determinato per 15 gg. solo nel periodo invernale dove tale inquinante raggiunge le concentrazioni massime. Tale inquinante andrà analizzato su campioni aggregati che permettano di valutare la variabilità tra i giorni festivi e feriali. Anche i metalli Cd e Ni, As, Hg andranno determinati su campioni aggregati ed a frequenza trimestrale (secondo le indicazioni del D. Lgs. 155 del 13.08.10).

La strumentazione utilizzata sarà certificata in conformità a quanto previsto dal D.Lgs. 155/2010, dal D.M. 60/2002 e dal D. Lgs. 152/2007.

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

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

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

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

Tabella 3– Inquinanti da monitorare

Le elaborazioni statistiche verranno effettuate sui dati acquisiti.

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

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

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

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

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

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

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

Tabella 4 – Parametri meteorologici da monitorare

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

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

- ogni ora di rilevamento comprende almeno il 75% di dati primari validi;

- nella giornata sono presenti almeno 20 ore di rilevamento valide (nel senso del punto precedente );
- le eventuali 4 ore di rilevamento mancanti non sono consecutive.

Per ciascuna centralina dovranno essere forniti:

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

Inoltre i dati rilevati saranno correlati ai flussi di traffico sul tratto dell'A1 interessato dall'intervento (tra i caselli di Barberino di Mugello e Calenzano), individuando le classi dei veicoli in transito e la velocità dei mezzi su entrambe le carreggiate.

### **Rilievi traffico**

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

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

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

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

Oltre ai dati relativi al traffico autostradale, verranno rilevati i flussi veicolari anche sulle principali viabilità pubbliche interessate dal transito di mezzi di cantiere. I rilievi andranno eseguiti nella fase di corso d'opera ed in corrispondenza delle lavorazioni che determinano un incremento significativo dei transiti sulle viabilità ordinarie; il numero dei rilievi e la loro frequenza saranno determinati una volta acquisito il Piano Traffico predisposto dall'impresa appaltatrice.

### **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 R1 Misure di breve periodo, postazioni mobili assistite da operatore, per rilievi di traffico sulle viabilità di cantiere.

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.

Metodica R5 Misure per la caratterizzazione preventiva degli impatti determinati dalle attività dei cantieri fissi e dei fronti di avanzamento sui ricettori circostanti

Metodica R6 Misure di collaudo dei mezzi di cantiere

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

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

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

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

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

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

La caratterizzazione acustica di un ambiente o di una sorgente richiede la definizione di una serie di indicatori fisici (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.

### **R1 – misure di breve periodo con postazioni mobili assistita da operatore**

La metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità prodotti dai transiti dei mezzi di cantiere sulle viabilità e/o dalle attività di cantiere.

La tecnica di monitoraggio consiste nel campionamento per un tempo di misura TM all'interno dei due periodi di riferimento, limitatamente ad un solo giorno. Il numero di campioni adottato è congruente alla variabilità temporale del fenomeno e tale da caratterizzare la sorgente in esame.

Il tempo di misura TM deve essere non inferiore a 10 minuti. Il rilievo deve essere effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora. 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 continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei due tempi di riferimento  $L_{Aeq,TR}$  è da calcolarsi in laboratorio come media logaritmica dei livelli continui equivalenti campionati in campo.

Il numero di campioni adottato deve essere congruente alla variabilità del fenomeno e tale da caratterizzare la sorgente in esame. In particolare verranno eseguiti 4 rilievi nel periodo diurno e 2 rilievi nel periodo notturno. Le misurazioni nel periodo notturno verranno eseguite solo in presenza di attività di cantiere.

I campioni devono essere rappresentativi dell'intero periodo di riferimento (diurno e notturno) e tra un campione e l'altro deve intercorrere almeno un'ora.

Per il periodo notturno un campione deve essere effettuato nell'intervallo 22.00 – 24.00 ed un altro nell'intervallo 24 – 6.

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  $L_{AImax}$  e  $L_{ASmax}$  superiore a 6 dB;
- durata dell'evento a -10 dB dal valore  $L_{AFmax}$  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 Tonali (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.

### 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<sub>Imax</sub> e LAS<sub>max</sub> superiore a 6 dB;
- durata dell'evento a -10 dB dal valore LAF<sub>max</sub> inferiore a 1 s.

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

#### Riconoscimento di componenti tonali

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

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

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

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da rilevarsi 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.
- I livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) relativamente a ciascun giorno della settimana ed alla settimana stessa è calcolato in fase di analisi.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da rilevarsi 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 meteo climatici ecc.), le stesse saranno prolungate fino all'acquisizione di dati relativi a 7 giornate "valide";

### **Operazioni di analisi**

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

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

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

La metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione del livello differenziale di rumore (LD), ottenuto come differenza aritmetica tra il livello di rumore ambientale LA (livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A prodotto da tutte le sorgenti di

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

#### Misurazione del rumore ambientale a finestre aperte

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

#### Misurazione del rumore ambientale a finestre chiuse

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

#### Misurazione del rumore residuo a finestre aperte

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

#### Misurazione del rumore residuo a finestre chiuse

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

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

#### Riconoscimento di componenti impulsive

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

- ripetitività di n eventi impulsivi ( $n \geq 10$ /ora di giorno e  $n \geq 2$ /ora di notte);
- differenza tra LAImax e LASmax superiore a 6 dB;
- durata dell'evento a -10 dB dal valore LAFmax 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<sub>max</sub>, LAF<sub>max</sub>, LAS<sub>max</sub>)
- i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99.

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

### **R5 – misure di breve periodo per collaudo acustico di cantieri o mezzi di cantiere**

La metodica di monitoraggio ha la finalità di verificare, all'atto delle installazioni dei cantieri, il rumore massimo prodotto dai macchinari presenti nell'area di lavoro in modo da poter preventivamente intervenire ed eliminare eventuali condizioni di disturbo per le popolazioni residenti.

Le misure sono svolte in corrispondenza del ricettore più esposto rispetto al cantiere oggetto di monitoraggio o in assenza di ricettori particolarmente prossimi ad un distanza dal cantiere compresa tra 10 e gli 80 m. Il rilievo, composto da 3 misure consecutive della durata di 20 minuti ciascuna, deve essere effettuato con tutti macchinari presenti nel cantiere, in condizioni di massima attività. Inoltre sono previsti dei rilievi in prossimità delle principali sorgenti di rumore individuate all'interno del cantiere.

Le misure dovranno essere ripetute ogni qual volta il cantiere sarà soggetto a modifiche sostanziali delle sue caratteristiche emissive.

La tecnica di monitoraggio prevede un tempo di misura <sup>TM</sup> che deve essere non inferiore ai 20 minuti. Il rilievo, da ripetersi almeno tre volte, deve essere effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora con scansione di 1 secondo.

Inoltre devono essere effettuate anche alcune misure, della durata max di 10 minuti, in prossimità delle principali sorgenti di rumore individuate all'interno del cantiere.

I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A Laeq,TM ;

- SEL ;
- spettro di rumore nel dominio 20 Hz e 20 KHz ;
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAImax, LAFmax, LASmax) ;
- I livelli statistici L10 e L90.

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 LAImax e LASmax superiore a 6 dB;
- durata dell'evento a -10 dB dal valore LAFmax 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.

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.

Il segnale, filtrato ed integrato, è registrato all'interno dell'analizzatore 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 analizzatore a computer per essere ulteriormente analizzato (eventuali mascheramenti, documentazione di componenti tonali e/o impulsive, ecc.) 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.

### **R6 – misure di breve periodo per collaudo acustico dei mezzi di cantiere**

La metodica di monitoraggio ha la finalità di caratterizzare le emissioni di rumore delle macchine impegnate nelle lavorazioni lungo il fronte di avanzamento dei lavori e nei cantieri. In particolare i dati da acquisire devono consentire una stima del livello di potenza acustica, necessario per le elaborazioni analitiche e devono essere effettuate con l'attenzione di collocare i punti di misura in conformità con le richieste della normativa tecnica di settore per la stima dei livelli di potenza acustica delle macchine (UNI EN ISO 3746:1997, UNI EN ISO 3747:2002, UNI EN ISO 9614-1:1997).

Le misurazioni avvengono in ambiente esterno. Esse devono essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s. Il microfono deve essere comunque munito di cuffia antivento. La catena di misura deve essere compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano le misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

Per ogni sorgente esaminata sono previste 4 misure da 10' (600''):

- Misura La,1: misura effettuata alla destra della sorgente
- Misura La,2: misura effettuata alla sinistra della sorgente
- Misura La,3: misura effettuata davanti alla sorgente
- Misura La,4: misura effettuata dietro alla sorgente

Si riporta la sequenza delle operazioni di misura:

#### **Calibrazione iniziale**

Inserimento del microfono all'interno del calibratore. Regolazione della dinamica dell'analizzatore in modo tale da evitare fenomeni di saturazione. Registrazione del segnale di calibrazione e valutazione dello scostamento rispetto al livello di riferimento caratteristico del calibratore. La calibrazione è da ritenersi accettabile se il livello misurato differisce di massimo  $\pm 0,5$  dB rispetto al livello di calibrazione. In caso contrario, agendo sul fonometro, si procede ad una taratura reiterata sino al raggiungimento della condizione suddetta.

#### **Posizionamento del microfono**

La postazione di misura deve essere scelta in modo da caratterizzare completamente la rumorosità prodotta dalla sorgente in esame. Il microfono, munito di cuffia antivento, deve essere collocato a 15 m dal baricentro acustico della sorgente. L'altezza del microfono deve essere di +1,5 m dal piano campagna. Esso deve essere montato tramite apposito supporto su treppiede e collegato al sistema di acquisizione mediante un cavo tale da consentire all'operatore di porsi ad una distanza superiore a 3 m dal microfono stesso. Nei

casi in cui non sia possibile rispettare le suddette prescrizioni se ne deve fornire indicazione nel rapporto di misura.

Si riportano di seguito anche le indicazioni relative all'approccio metodologico che sarà utilizzato per la caratterizzazione acustica delle sorgenti di rumore, in condizioni di campo libero:

- il posizionamento delle postazioni microfoniche per le sorgenti fisse verrà effettuato ad una distanza pari a due volte la dimensione massima della sorgente stessa (diagonale del cubo che inviluppa il macchinario), il numero di punti di misura e l'altezza del fonometro rispetto al piano campagna sarà definito di volta in volta in funzione della dimensione del macchinario oggetto del monitoraggio.
- il numero di punti di campionamento per ciascun macchinario non sarà mai inferiore a 4, con un tempo di campionamento indicativamente pari a 60 secondi per ciascun punto; Per situazioni di emissione acustica particolari, per esempio trivella, potranno essere valutati tempi di campionamento prolungati in funzione delle caratteristiche dell'emissione acustica prodotta (percussione sì/no, ecc.); in ogni punto, inoltre, verranno eseguiti rilievi a due altezze differenti indicativamente 2 m e 4 m in funzione dell'altezza della sorgente sonora, per valutare l'impatto al primo e secondo piano di ogni abitazione.

Se la sorgente sottoposta a prova emette rumore costante in movimento (es. rullo vibrocompattatore, vibrofinitrice), il livello di pressione sonora superficiale sarà determinato, ad una distanza pari a due volte la dimensione massima della sorgente stessa (diagonale del cubo che inviluppa il macchinario), facendo muovere il microfono a velocità costante lungo il percorso di misurazione, anziché effettuare misurazioni sulle postazioni microfoniche singole.

Le condizioni di funzionamento della sorgente e le operazioni di misura acustiche della prova saranno descritte in dettaglio nel resoconto della prova il quale riporterà anche l'eventuale indice di direttività.

#### Misurazione

Il tempo di ciascuna misura TM deve essere pari a 10 minuti. Il rilievo deve essere effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora con scansione di 1 secondo. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq, TM ;
- SEL ;
- spettro di rumore nel dominio 20 Hz e 20 KHz ;
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAI<sub>max</sub>, LAF<sub>max</sub>, LAS<sub>max</sub>) ;
- I livelli statistici L10 e L90.

#### 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 LAI<sub>max</sub> e LAS<sub>max</sub> superiore a 6 dB;

- durata dell'evento a -10 dB dal valore LAFmax 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.

#### Compilazione data-sheet

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

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. I dati rilevati in campo devono essere elaborati per consentire il calcolo del livello di potenza sonora delle macchine esaminate. Le operazioni dovranno essere eseguite secondo le indicazioni contenute nella normativa tecnica precedentemente citata.

La prima operazione è relativa al calcolo della pressione sonora media misurata sulla sorgente:

$$L_{pm} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \left( 10^{(L_{pi}/10)} \right) \right]$$

dove:

$L_{pm}$ = Livello di pressione sonora medio;

$L_{pi}$ = Livello di pressione sonora per ogni singolo rilievo;

$n$ = numero di punti di misura;

Una volta calcolato il livello di pressione sonora si può ricavare, nell'ipotesi di campo libero (ambiente privo di ostacoli fra la sorgente e il ricettore), il livello di potenza sonora ( $L_w$ ) della sorgente:



$$L_w = L_{pm} + 10 \log_{10} \frac{S}{S_0}$$

dove:

S= superficie di misura;

S<sub>0</sub>=superficie di riferimento pari a 1 m<sup>2</sup>.

I valori calcolati degli spettri di potenza acustica delle sorgenti impiegate nei cantieri, potranno essere utilizzati per calcolare il livello di pressione sonora atteso ai ricettori, come previsto, dalla norma tecnica ISO 9613-2 “Attenuation of sound during propagation outdoors: General method of calculation”, secondo la relazione:

$$L_p(a) = L_w - 20 \log_{10}(Dist) - 11$$

Tuttavia al fine di valutare il contributo dovuta alla divergenza geometrica è preferibile applicare un approccio più cautelativo, utilizzando la seguente relazione:

$$L_p(a) = L_w - 20 \log_{10}(Dist) - 8$$

Il calcolo delle potenze sonore e quindi la successiva stima dei livelli di pressione sonora al ricettore fornirà un contributo sia per la redazione degli Studi d’Impatto Acustico, che come previsto dalle disposizioni speciali per le Imprese, devono essere consegnati prima della apertura di ogni area di cantiere, e sia per prevenire durante la fase di avanzamento dei lavori eventuali superamenti dei limiti normativi in corrispondenza del ricettore interessato dalla lavorazione. In questo modo sarà infatti possibile stimare, contestualmente all’avvicinarsi della lavorazione, il livello al ricettore. La nuova metodica R6 permetterà inoltre di avere delle informazioni anche riguardo la direttività della sorgente esaminata e quindi potrà fornire indicazioni utili anche nella scelta del posizionamento della macchina durante la fase lavorativa.

### 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. E' 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÷10 KHz), del numero di righe selezionato (N = 100÷800) e del fattore di zoom (ZF = 1÷512). Essa è ricavabile dalla seguente espressione:

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

La scelta del tempo di integrazione (averaging time) è condizionata dalla variabilità temporale del fenomeno osservato 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÷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. E' prevista almeno una verifica alla base ed all'ultimo solaio delle costruzioni. Nel caso di assenza di fondazioni la verifica deve essere effettuata alla base del muro di sostegno esterno. Gli assi di monitoraggio sono l'asse verticale Z, perpendicolare al terreno, e l'asse orizzontale X-Y, perpendicolare alla parete dell'edificio prossima alla sorgente di vibrazione.

#### Misurazione delle vibrazioni residue

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

#### Misurazione delle vibrazioni oggetto dell'indagine

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

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

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

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

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

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

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

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

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  $143 \pm 0,3 \text{ dB}$  (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  $1\div 100 \text{ Hz}$ . 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 costruzione dell'ampliamento autostradale, avverrà attraverso l'analisi e il confronto dei dati di monitoraggio raccolti prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera, con riferimento al quadro evolutivo dei fenomeni naturali aggiornato nel corso delle indagini. Verrà fatto riferimento agli indicatori specifici descritti nel seguito, la cui interpretazione sarà comunque sempre riferita al quadro di qualità ambientale complessivo.

Nella fase di monitoraggio ante operam verrà effettuato un numero di campagne di misura tali da fornire una caratterizzazione significativa dello stato quali-quantitativo dei corsi d'acqua potenzialmente interessati dalle lavorazioni, con le relative fluttuazioni stagionali. Nella fase di corso d'opera le campagne di misura verranno eseguite con 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, livelli idrometrici e misure di trasporto solido in sospensione;
- Indagini qualitative: specifici parametri chimico-fisici, chimici e batteriologici;
- Indagini qualitative: caratterizzazione fisica, chimica e granulometrica dei sedimenti fluviali;
- Monitoraggio in continuo tramite specifiche stazioni di misura.

#### Indagini quantitative

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

- Portata

E' 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.
- Livello idrometrico

La misura del livello idrometrico viene eseguita mediante lettura diretta di aste idrometriche o mediante rilievo della distanza del pelo libero da un riferimento altimetrico fisso predefinito sulla sezione di misura. Questo parametro viene rilevato con la finalità di caratterizzare lo stato idrologico-idraulico del corso d'acqua o di eseguire la taratura di rilevatori strumentali.

Il livello idrometrico fornisce l'informazione più diretta dello stato di deflusso in una sezione di controllo del corso d'acqua. Nel corso delle campagne di misura viene rilevato rispetto a riferimenti fissi. Il dato di livello viene associato alla portata e agli altri parametri idraulici per rappresentare le variazioni nelle caratteristiche fondamentali del deflusso rilevabili nel corso di campagne di misura successive.



Nelle sezioni finalizzate al controllo delle potenziali interferenze tra lo scavo delle gallerie e i corsi d'acqua superficiali, la corrispondenza tra livello idrometrico e portata viene espressa mediante le scale di deflusso (curve livello/portata), che rappresentano le funzioni di taratura idraulica dei siti di monitoraggio. Utilizzando le scale di deflusso, opportunamente aggiornate ed estese ai campi di portata di interesse, è possibile eseguire una valutazione indiretta della portata defluente attraverso la lettura del livello idrometrico.

- Trasporto solido in sospensione

Il trasporto solido in sospensione rappresenta un dato quantitativo importante per valutare, in associazione con le informazioni qualitative fornite dalla torbidità e dalla concentrazione di sostanze solide in sospensione, le alterazioni rispetto allo stato di riferimento naturale producibili in modo diretto da lavorazioni di cantiere e in modo indiretto da sistemazioni idrauliche, che comportino variazioni nei campi di velocità di deflusso, da sistemazioni idrogeologiche o comunque da interventi sul territorio che comportino un incremento della erodibilità dei suoli.

Il valore del carico solido in sospensione si ottiene dal prodotto della velocità di flusso per la concentrazione di sostanze solide. La misura viene eseguita per punti, rilevando i valori delle velocità puntuali mediante correntometro e prelevando contestualmente i campioni di torbida per la determinazione della concentrazione di sostanze in sospensione. Attraverso un processo di doppia integrazione dei profili "velocità x concentrazione" su ogni verticale di misura e della distribuzione dei valori medi in senso orizzontale, si ottiene il dato del carico solido.

Va fatto riferimento alla Norma Tecnica sotto indicata, alla quale va aggiunta la seguente norma per le misure di portata correntometriche:

\* ISO 4363-1997 Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts. Méthodes de mesurages des sédiments en suspension.

I prelievi di torbida vanno eseguiti per punti, facendo riferimento alle stesse verticali di misura correntometriche (o a un sottoinsieme delle stesse). La distribuzione di punti di campionamento sulle verticali tiene conto della necessità di disporre dei dati estremi (superficie e fondo) per le elaborazioni e della maggiore variabilità della concentrazione di solidi sospesi nella parte bassa della sezione. Le operazioni di campionamento vengono eseguite immediatamente dopo la misura correntometrica, in modo da disporre del quadro completo della geometria della sezione e della distribuzione del flusso. I campioni di torbida vengono trattati in laboratorio per determinare la concentrazione di solidi sospesi con una delle due procedure alternative sotto indicate.

a) Concentrazione di materiale in sospensione elevata (> 500 mg/l)

- misura del volume del campione (cilindro graduato);
- addensamento in cono Imhoff;
- essiccamento a 105 ° C;
- pesatura del materiale essiccato;
- calcolo della concentrazione.

b) Concentrazione di materiale in sospensione medio bassa (< 500 mg/l)

- misura del volume del campione (cilindro graduato);
- condizionamento in stufa delle membrane di filtrazione in nitrato di cellulosa (diametro 4.7 cm, porosità 0.45 µm) e pesatura del bianco;
- filtrazione del campione su membrana sotto vuoto;
- essiccamento in stufa a 105 °C;
- pesatura della membrana;

- determinazione del peso netto e calcolo della concentrazione.

Se il carico torbido è elevato, vengono praticate in alternativa le altre metodiche previste dalle Normative, tenendo presenti i limiti di significatività.

In funzione della posizione dei punti di campionamento e delle relative concentrazioni di solidi in sospensione determinate in laboratorio, vengono calcolati i profili di concentrazione lungo le verticali ed eseguiti i prodotti dei profili di velocità (determinati con la procedura di calcolo descritta per l'elaborazione delle misure correntometriche) per i corrispondenti profili di concentrazione. Quindi viene sviluppata l'integrazione in senso verticale e orizzontale dei profili ottenuti, per ottenere il dato del carico solido.

A differenza delle misure delle portate liquide, per la misura del trasporto solido in sospensione non è possibile arrivare a una valutazione oggettiva dell'errore globale della misura, in quanto gli elementi conoscitivi reperibili, relativi ad alcuni dei parametri di errore (in particolare n° di verticali e n° di punti), si riferiscono a osservazioni sperimentali svolte solo su alcune tipologie di alveo specifiche (corsi d'acqua del Nord Europa).

#### Indagini qualitative

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

Norme IRSA-CNR

Norme UNICHIM-UNI

Norme ISO

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

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

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

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

ISO/TC 147 (Water quality);

ISO STANDARDS COMPENDIUM-ENVIRONMENT/WATER QUALITY.

#### Parametri chimico-fisici

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

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

Nelle acque superficiali il pH è caratterizzato da variazioni giornaliere e stagionali, ma anche dal rilascio di scarichi di sostanze acide e/o basiche; la conducibilità elettrica specifica esprime il contenuto di sali disciolti ed è strettamente correlata al grado di mineralizzazione e quindi della solubilità delle rocce a contatto con le acque; brusche variazioni di conducibilità possono evidenziare la presenza di inquinamenti. La concentrazione dell'ossigeno disciolto dipende da diversi fattori naturali, tra i quali la pressione parziale in atmosfera, la temperatura, la salinità, l'azione fotosintetica, le condizioni cinetiche di deflusso. Brusche variazioni di ossigeno disciolto possono essere correlate a scarichi civili, industriali e agricoli. Una carenza di ossigeno indica la presenza di

quantità di sostanza organica o di sostanze inorganiche riducenti. La solubilità dell'ossigeno è in funzione della temperatura e della pressione barometrica; pertanto, i risultati analitici devono essere riferiti al valore di saturazione caratteristico delle condizioni effettive registrate al momento del prelievo. La presenza di organismi fotosintetici: (alghe, periphyton e macrofite acquatiche) influenza il valore di saturazione di ossigeno, comportando potenziali condizioni di ipersaturazione nelle ore diurne e di debito di ossigeno in quelle notturne. I solidi in sospensione totali sono indicativi, eventualmente in associazione con la torbidità rilevata strumentalmente e con la misura del trasporto solido in sospensione, di potenziali alterazioni riconducibili ad attività dirette di cantiere o a interventi in grado di alterare il regime delle velocità di flusso in alveo o l'erosività del suolo (sistemazioni idrauliche, aree di cantiere, di cava o discarica; sistemazioni idrogeologiche, dissesti ecc.). L'entità e la durata di concentrazioni acute di solidi in sospensione ha ripercussioni sulla qualità degli habitat per macroinvertebrati e fauna ittica.

#### Parametri chimici e microbiologici acque

Le analisi chimiche e microbiologiche daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di "bianco" dei corsi d'acqua. 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
- Idrocarburi Policiclici Aromatici
- Cromo totale
- Nichel
- Zinco
- Cadmio
- Cloruri
- Solfati
- Calcio
- Alluminio
- Nitrati
- Nitriti
- Ammoniaca
- BOD5
- Escherichia coli

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

accidentali, al lavaggio di cisterne e automezzi e al traffico veicolare. La presenza di nitrati, nitriti, ammoniaca e BOD5 è direttamente riferibile ad inquinamento di tipo antropico e domestico (scarichi civili, presenza di campi cantiere).

#### Caratterizzazione fisica, chimica e granulometrica dei sedimenti fluviali

I rilievi sono finalizzati alla caratterizzazione delle dinamiche di trasporto solido in alveo, che avverrà sia tramite indagini di tipo fisico (valutazione della granulometria del sedimento di fondo, valutazione del trasporto solido in sospensione), sia di tipo chimico (analisi chimiche di laboratorio su sedimenti), sia di tipo morfologico (rilievi delle sezioni trasversali). La caratterizzazione prevede un rilevamento quali-quantitativo che, a seguito delle varie campagne di misura, permetterà di valutare le variazioni delle sezioni trasversali dei torrenti monitorati sia da un punto di vista morfologico che di caratterizzazione del sedimento a fondo alveo e di trasporto in sospensione.

L'analisi consiste nella composizione di un documento suddiviso in quattro schede relative ai differenti aspetti delle problematiche legate alle dinamiche di trasporto fluviale. Le prime due schede sono costituite da un questionario di 12 domande relative alle condizioni delle sezioni fluviali e delle caratteristiche del fondo alveo. La scheda 3 è costituita dal certificato delle analisi chimiche di laboratorio effettuate sui sedimenti fluviali; infine la quarta scheda è relativa alla determinazione del trasporto solido in sospensione.

Per quanto riguarda la **scheda 1**, si procede ad una caratterizzazione del territorio circostante e delle condizioni idriche per la sezione monitorata, fornendo indicazioni relative al substrato e alla struttura del fondo dell'alveo e alle caratteristiche delle sezioni trasversali e all'eventuale presenza di interventi antropici.

La **scheda 2** caratterizza il sedimento dell'alveo, classificando il tipo di fondo, la forma dei clasti (figura 1), la granulometria e la tipologia di dinamica di fondo (erosione o sedimentazione).

Per la caratterizzazione del sedimento e della granulometria del fondo alveo, in corrispondenza della sezione trasversale di misura si procede all'individuazione di una griglia, con passo pari a  $p = \frac{b}{10}$  dove  $b$  è la larghezza della sezione trasversale, con

$p \geq 0,2m$ . In corrispondenza di ogni punto della griglia così definita verrà prelevato un campione rappresentativo di sedimento di cui verrà misurata la dimensione del diametro equivalente; i dati così rilevati verranno utilizzati per la stima del diametro medio  $d_{50}$ , del diametro  $d_{60}$  e del diametro  $d_{10}$  (diametro efficace) al fine di calcolare il grado di uniformità

$$U = d_{60}/d_{10}$$

Più è basso  $U$  più il terreno è uniforme: l'uniformità è massima per  $U=1$ ; si parla di materiale uniforme fino a  $U=2$ , di materiale poco graduato fino a  $U=6$ ; per valori superiori di materiale ben graduato e per  $U>15$  di materiale decisamente ben graduato.

Infine per quanto riguarda la classificazione del sedimento presente nella sezione trasversale e la suddivisione del terreno in gruppi e sottogruppi, si fa riferimento al sistema di classificazione unificato USCS (Unified Solid Classification System) riportato in Italia nelle raccomandazioni AGI (tabella 7), limitatamente al sedimento con grana superiore a 1 mm (ghiaie e sabbie); per quanto riguarda il sedimento a grana fine si utilizzerà una versione semplificata del sistema di classificazione, limitando il dettaglio ad un'indicazione sulla presenza di limi e argille. Nel sistema USCS, sviluppato da Casagrande, le terre a grana grossa sono classificate sulla base della granulometria, mentre quelle a grana fine sulla base delle caratteristiche di plasticità.

Le quattro maggiori suddivisioni riguardano:

- 1) le terre a grana grossa (ghiaie G e sabbie S);
- 2) le terre a grana fine (limi M e argille C);
- 3) le terre organiche (O);
- 4) la torba e altre terre altamente organiche (PI).

Le sigle W e P indicano rispettivamente una granulometria ben graduata e una poco graduata; p costituisce la percentuale di materiale trattenuta al setaccio n. 4 ASTM (diametro  $d = 4,74$  mm);  $W_L$  indica il limite di liquidità.

Si riporta la classificazione delle terre secondo il sistema USCS e di seguito la versione semplificata utilizzata nella presente analisi.

Principali suddivisioni		Simbolo	Caratteristiche
Terra a grana grossa P200~50%	Ghiaie e terre ghiaiose ( $d > 4,74$ mm, $p > 50\%$ )	<b>GW</b>	Ghiaie a granulometria bene assortita o miscele di ghiaia e sabbia, con frazione fina assente o in percentuale molto ridotta.
		<b>GP</b>	Ghiaie a granulometria poco assortita o miscele di ghiaia e sabbia, con frazione fina assente o in percentuale molto ridotta.
		<b>GM</b>	Ghiaie limose; miscele di ghiaia, sabbia e limo.
		<b>GC</b>	Ghiaie argillose; miscele di ghiaia, sabbia e argilla.
	Sabbie e terre sabbiose ( $d > 4,74$ mm $p < 50\%$ )	<b>SW</b>	Sabbie a granulometria ben assortita, sabbie ghiaiose con frazione fina assente o in percentuale molto ridotta
		<b>SP</b>	Sabbie a granulometria poco assortita, sabbie ghiaiose con frazione fina assente o in percentuale molto ridotta.
		<b>SM</b>	Sabbie limose, miscele di sabbia e limo.
		<b>SC</b>	Sabbie argillose, miscele di sabbia e argilla.
Terre a grana fine P200>50%	Limi e argille ( $W_L < 0,5$ )	<b>ML</b>	Limi inorganici e sabbie molto fini, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi leggermente plastici.
		<b>CL</b>	Argille inorganiche con plasticità da bassa a media, argille ghiaiose, argille sabbiose, argille limose, argille magre.
		<b>OL</b>	Limi organici e argille limose organiche di bassa plasticità
	Limi e argille ( $W_L > 0,5$ )	<b>MH</b>	Limi organici, sabbie molto fini, micacei o diatomacei, limi.
		<b>CH</b>	Argille inorganiche di plasticità, argille grasse.
		<b>OH</b>	Argille organiche di media o alta plasticità, limi organici.
Terre organiche		<b>PI</b>	Torba ed altre terre costituite prevalentemente da sostanza organica.

Tabella 5 Classificazione delle terre secondo USCS (Unified Solid Classification System)

Principali suddivisioni	Simbolo	Caratteristiche
Ghiaie e terre ghiaiose ( $d > 4,74$ mm, $p > 50\%$ )	GW	Ghiaie a granulometria bene assortita o miscele di ghiaia e sabbia, con frazione fina assente o in percentuale molto ridotta.
	GP	Ghiaie a granulometria poco assortita o miscele di ghiaia e sabbia, con frazione fina assente o in percentuale molto ridotta.
	GM	Ghiaie limose; miscele di ghiaia, sabbia e limo.
	GC	Ghiaie argillose; miscele di ghiaia, sabbia e argilla.
Sabbie e terre sabbiose ( $d > 4,74$ mm $p < 50\%$ )	SW	Sabbie a granulometria ben assortita, sabbie ghiaiose con frazione fina assente o in percentuale molto ridotta
	SP	Sabbie a granulometria poco assortita, sabbie ghiaiose con frazione fina assente o in percentuale molto ridotta.
	SM	Sabbie limose, miscele di sabbia e limo.
	SC	Sabbie argillose, miscele di sabbia e argilla.
Limi	L	Limi inorganici e sabbie molto fini, sabbie fini limose
Argille	A	Argille inorganiche argille ghiaiose, argille sabbiose, argille limose, argille magre.
Limi e argille	LA	Limi organici e argille limose
Terre organiche	PI	Torba ed altre terre costituite prevalentemente da sostanza organica.

Tabella 6 Tabella USCS (Unified Solid Classification System) semplificata

Verrà infine fornita un'indicazione relativa alla forma delle particelle, valutando le relazioni tra le tre dimensioni di un oggetto.

a = asse lungo, b = asse intermedio, C = asse corto.

Le particelle possono essere di forma tabulare (disks), equidimensionale (spheroids), a bastone (rods) o a lama (blades) (figura 1).

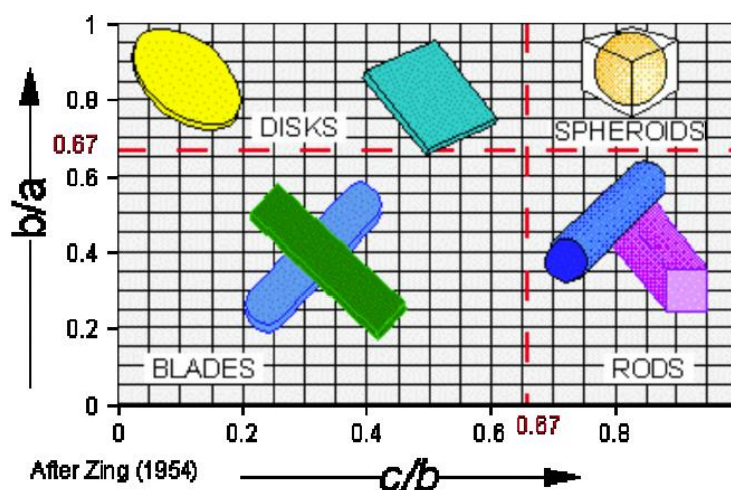






Figura 9 - Forma delle particelle: diagramma per classifica

Nella **scheda 3**, come già accennato, verranno riportati i risultati delle analisi chimiche di laboratorio (cromo, cadmio, rame, nichel, zinco, IPA, oli minerali con caratterizzazione mediante gascromatografia e IR) e nella **scheda 4** la determinazione del trasporto solido in sospensione, con il dettaglio della distribuzione lungo la sezione trasversale del trasporto solido stesso. Si allega di seguito un esempio della scheda di caratterizzazione.

<b>SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DELLE DINAMICHE DI TRASPORTO SOLIDO IN ALVEO</b>		 Ingegneria europea	
			
Bacino: Stura      Corso d'acqua: Casaglia Località: Poggiolino      Codice: T/BM/RS/07; Casaglia vale cantiere Larghezza alveo (metri): 7 Profondità media (metri): 0,5 Quota: m.s.l.m. 403      Data: 13/06/2007      Scheda N°: 1 Operatori: L. Bartoloni			
	ALVEO	Sponda Sx	Sponda Dx
<b>1) Stato del territorio circostante</b>			
a) assenza di urbanizzazione			
b) compresenza di aree naturali e usi antropici del territorio			
c) colture stagionali e/o permanenti, urbanizzazione rada			
d) aree urbanizzate			
f) aree antropizzate da presenza cantiere	X		
<b>2) Condizioni idriche dell'alveo</b>			
a) regime perenne con portate indisturbate e larghezza dell'alveo di morbida inferiore al triplo dell'alveo bagnato	X		
b) fluttuazioni di portata indotte di lungo periodo con ampiezza dell'alveo bagnato < 1/3 dell'alveo di morbida o variazione del solo fronte idraulico			
c) disturbi di portata frequenti o seche naturali stagionali non prolungate o portate costanti indotte			
d) disturbi di portata intensi, molto frequenti o improvvisi o seche prolungate indotte per azione antropica			
<b>3) Substrato dell'alveo e strutture di ritenzione degli apporti trofici</b>			
a) alveo con massi e/o vecchi tronchi stabilmente incassati (o presenza di fasce di canneto o idrofite)	X		
b) massi e/o rami presenti con deposito di materia organica (o canneto o idrofite rade e poco estese)			
c) strutture di ritenzione libere e mobili con le piene (o assenza di canneto e idrofite)			
d) Alveo di sedimenti sabbiosi o sagomature artificiali lisce a corrente uniforme			
<b>4) Sezione trasversale</b>			
a) Naturale			
b) Naturale con lievi interventi artificiali	X		
c) Antropizzata da presenza cantiere			
d) Antropizzata			
<b>4.1) Sezione trasversale - interventi antropizzati</b>			
Sponde realizzate con Gabioni			
Sponde compatte e risagomate			
Sponde a scogliera	X		
Guado			
<b>5) Struttura del fondo dell'alveo</b>			
a) Soglia fissa			
b) Soglia mobile	X		

SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DELLE DINAMICHE DI TRASPORTO SOLIDO IN ALVEO		 Ingegneria europea	
FOTO DI DETTAGLIO			
			
<b>6) Classificazione terre del fondo Alveo USCS</b>			
Ghiaie e terre ghiaiose	GW		
Sabbie e terre sabbiose	SP		
Limi e argille	LA		
Terre organiche			
<b>7) Granulometria</b>			
intervallo di campionamento (m)	999		
numero campioni	999		
d <sub>10</sub> (mm)	999		
d <sub>50</sub> (mm)	999		
d <sub>80</sub> (mm)	999		
U (grado di uniformità)			
<b>8) Forma delle particelle</b>			
Appiattita a=b>c	X		
rotonda a=b=c			
appiattita e allungata a=b=c			
allungata a>b=c			
<b>9) Erosione</b>			
a) Poco evidente o non rilevante			
b) Puntuale			
c) Distribuita			
<b>10) Sedimentazione</b>		SI	
a) Poco evidente o non rilevante			
b) Puntuale	X		
c) Distribuita			
<b>11) Componente vegetale in alveo bagnato</b>			
Presente	X		
Assente			
<b>12) Detrito</b>		NO	
a) frammenti vegetali ficonoscibili e fibrosi			
b) frammenti vegetali fibrosi e polposi			
c) frammenti polposi			
d) detrito anaerobico			

Osservazioni:

---



---



---



---



---



**SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DELLE DINAMICHE DI TRASPORTO  
SOLIDO IN ALVEO**



**RAPPORTO DI PROVA**

N° 07L44120

Numero di identificazione: 07L44120  
 Descrizione del campione: Sedimenti del 22/11/2007 - VV17U0TFIV03  
 Campionamento effettuato da: Cliente (§) Data e Ora: 22/11/2007 - 12:00  
 Richiedente: SPEA INGEGNERIA EUROPEA SPA - GRUPPO AUTOSTRADE  
 VIA MATTEOTTI, 2  
 BARBERINO DI MUGELLO (FI) 50031  
 Data arrivo campione: 23/11/2007

(§) Il laboratorio declina ogni responsabilità per le modalità di campionamento.

**ESITO D'ESAME**

Determinazione	Risultato	u.m.	Metodo	Inizio	Fine
Scheletro (2.0 mm < x < 2 cm)	70.9	%	UNI 11352/1999 SU 11348 (24/10/1999) (M2.1.1.1)	23/11	26/11
Piombo (Pb)	10.9	mg/Kg s.s.	CEN 15024 10 C 01 Int 3 1999	23/11	26/11
Cromo (Cr)	18.6	mg/Kg s.s.	CEN 15024 10 C 01 Int 3 1999	23/11	26/11
Cadmio (Cd)	< 1	mg/Kg s.s.	CEN 15024 10 C 01 Int 3 1999	23/11	23/11
Nichel (Ni)	44.0	mg/Kg s.s.	CEN 15024 10 C 01 Int 3 1999	23/11	26/11
Zinco (Zn)	102	mg/Kg s.s.	CEN 15024 10 C 01 Int 3 1999	23/11	26/11
Rame (Cu)	32.3	mg/Kg s.s.	CEN 15024 10 C 01 Int 3 1999	23/11	26/11
Oli minerali	19.0	mg/Kg s.s.	CEN 15024 10 C 01 Int 3 1999	23/11	23/11

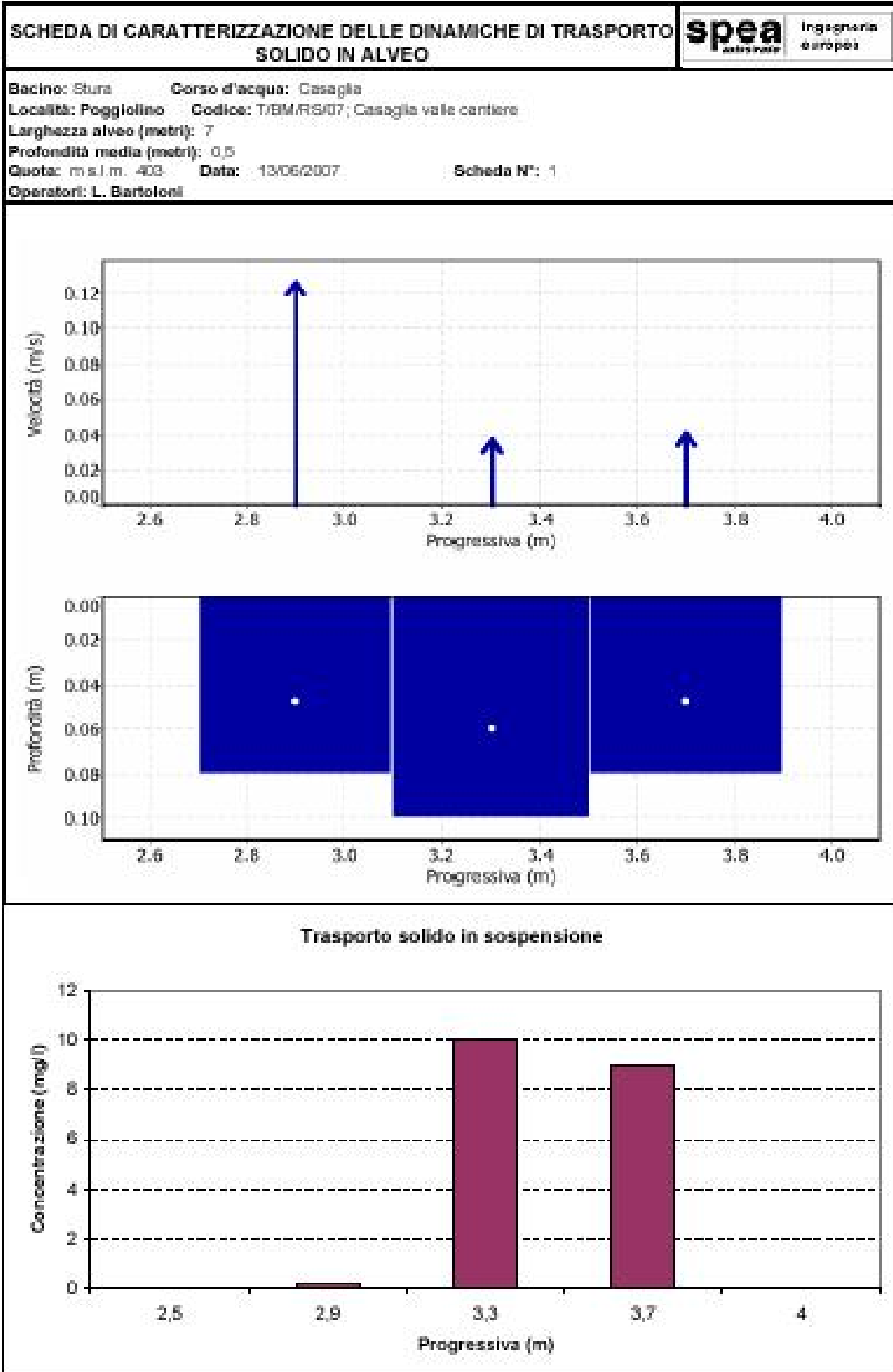
NOTA: i risultati riportati non sono corretti per lo scheletro.

I risultati riportati sono riferiti al solo campione sottoposto a prova. (\*) metodo non accreditato  
 I campioni alimentari ed i campioni non deteriorabili sottoposti ad analisi sono conservati per 60 giorni dalla data di arrivo del campione.  
 Campioni di acque, composti e di altre matrici deteriorabili sono conservati fino all'emissione del Rapporto di Prova.

Li, 28/11/2007



Il Responsabile di Laboratorio  
 Dott. Patrizio Nelli



### Parametri biologici e fisiografici – ambientali

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

- Indice Biotico Esteso (I.B.E.) e/o Multi-habitat proporzionale (M.H.P.)
- Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)

L'I.B.E. è un indicatore dell'effetto della qualità chimica e chimico-fisica delle acque mediante l'analisi delle popolazioni di fauna macrobentonica che vivono nell'alveo dei fiumi. Esso si basa essenzialmente sulla diversa sensibilità agli inquinanti di alcuni gruppi faunistici e sulla ricchezza complessiva in specie della comunità di macroinvertebrati. L'IBE, 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. Un corso d'acqua non inquinato è caratterizzato dalla presenza di specie sensibili all'inquinamento ed alla carenza di ossigeno, in quello inquinato invece riusciranno a vivere solo le specie più resistenti. Quindi la biodiversità dei macroinvertebrati dipende direttamente dalla qualità dell'acqua e dalla diversità e qualità del substrato, cioè dallo stato più o meno naturale del corso d'acqua. L'Indice Biotico Esteso, modificato da Ghetti nel 1997 consente di diagnosticare la Classe di Qualità (5 sono le classi indicate in numeri romani) di un corso d'acqua. L'I.B.E. classifica la qualità di un fiume su di una scala che va da 1 (massimo degrado) a 12-13 (qualità ottimale).

Il nuovo Metodo MHP (Multi-habitat proporzionale), 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 é soggetta a cicli vitali stagionali; pertanto, per poter correttamente definire la composizione tassonomica di un sito, le abbondanze degli individui e la diversità, le stagioni di campionamento devono essere chiaramente stabilite (si ricorda tuttavia che la stagione di campionamento più adatta è soprattutto legata al tipo fluviale in esame). Va evitato il campionamento in una o più delle seguenti situazioni: durante o subito dopo eventi di piena; - durante o subito dopo periodi di secca estrema; per impedimenti a causa di fattori ambientali nella stima dell'estensione relativa degli habitat (ad esempio in caso di elevata torbidità). In quest'ultimo caso, se il campionamento viene

effettuato egualmente, è possibile segnalare sulla Scheda che il campionamento è avvenuto in condizioni non ottimali per la corretta quantificazione della presenza dei diversi microhabitat. Il sito campionato deve essere rappresentativo di un tratto più ampio del fiume in esame cioè, se possibile, dell'intero corpo idrico come previsto dalla Direttiva 2000/60. La procedura di campionamento richiede un'analisi della struttura in habitat del sito e pertanto, dopo aver selezionato la sezione migliore procedendo con il riconoscimento e la descrizione dei microhabitat, si procede al campionamento. Questo deve essere iniziato dal punto più a valle dell'area oggetto d'indagine proseguendo verso monte, in modo da non disturbare gli habitat prima del campionamento. Il "Protocollo di campionamento dei macroinvertebrati bentonici dei corsi d'acqua guadabili" (predisposto dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici in stretta collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) definisce le tecniche di campionamento da adottare anche in base al tipo di habitat e di substrato. Una volta raccolto il campione si procede in campo all'identificazione dei taxa. In genere il campione può essere smistato in toto sul campo. Gli individui raccolti tramite rete vengono trasferiti in vaschette e quindi si procede allo smistamento e alla stima delle abbondanze dei diversi taxa. In generale si richiede il conteggio preciso degli organismi fino alla soglia dei dieci individui. Per i taxa il cui numero di individui superi tale soglia si ritiene praticabile fornire direttamente un'indicazione della stima mediante conteggio approssimativo, anziché limitarsi a valutare solo la classe di abbondanza. Per gli organismi che richiedono controlli o approfondimenti tassonomici, sarà necessaria una verifica in laboratorio. In generale il metodo MHP garantisce un'efficienza di cattura superiore al metodo IBE (Indice Biotico Estes), permettendo così il riconoscimento di un maggior numero di taxa e una miglior definizione della struttura della comunità degli invertebrati bentonici.

Con riferimento ai metodi sopra descritti si propone, nell'ambito del monitoraggio, l'affiancamento del metodo MHP per un periodo di un anno al metodo IBE in quanto quest'ultimo non è più contemplato dalla normativa tra i criteri tecnici per la classificazione, venendo sostituito dal sistema MacrOper o MHP. In particolare il metodo MHP è stato approvato tramite il Decreto Ministeriale 8/11/2010 n° 260. Tale concomitanza servirà a valutare, in seguito ai risultati ottenuti, se tali metodiche risultano equivalenti. In caso affermativo per il futuro monitoraggio della tratta sarà possibile applicare solo quella più recente (metodo MHP) approvata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

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. E' 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.

Questi parametri (I.B.E, MHP. 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.

### Monitoraggio in continuo

Il PMA prevede l'utilizzo di strumentazione in continuo in corrispondenza di alcuni dei siti monitorati a valle dei cantieri.

- Stazioni idrometriche e di qualità dell'acqua

Si tratta di stazioni finalizzate al controllo in continuo di punti particolarmente critici nel corso dei lavori. Saranno pertanto installate prevalentemente a valle delle aree di cantiere a maggior rischio di interazione con i corsi d'acqua e mantenute per il solo periodo dei lavori o di esecuzione delle attività a rischio.

Queste stazioni sono state studiate con il criterio di rendere le opere civili di supporto e protezione degli impianti strumentali minime e facilmente adattabili alle caratteristiche dei siti di installazione.

L'impianto strumentale è inoltre semplificato e flessibile, essendo costituito da sonde di parametri chimico-fisici (singole o multiparametriche) e campionatori automatici.

Saranno sempre installati i sensori-base:

- H – livello idrometrico;
- T – temperatura dell'acqua;
- pH – concentrazione ioni idrogeno;
- COND – conducibilità elettrica specifica.
- Torbidità;

Ogni stazione verrà dotata di campionatore automatico asservito ai sensori per il prelievo dei campioni. Un software specifico è preposto all'acquisizione locale dei dati ed alla teletrasmissione.

In abbinamento alla registrazione dei dati e alla loro teletrasmissione verrà predisposto un sistema di allertamento in tempo reale, in grado di segnalare il valore critico di uno o più parametri mediante l'invio di un messaggio di allarme tramite SMS all'unità di acquisizione centrale e a numeri di telefoni cellulari.

I valori delle soglie che in caso di superamento determinano la teletrasmissione del segnale verranno impostati sulla base delle osservazioni dirette riscontrate in condizioni naturali nel corso delle operazioni di monitoraggio ante operam ed in funzione dei limiti legislativi di riferimento.

Al persistere nel tempo delle condizioni di allarme verrà eseguito automaticamente un prelievo dal campionatore. Il campione verrà successivamente prelevato da un operatore ed eventualmente inviato ad un laboratorio per analisi specifiche.

Ad integrazione dei dati rilevati tramite stazioni in continuo e campagne, si farà riferimento ai dati meteo-climatici registrati mediante apposite centraline previste per il monitoraggio della componente atmosfera.

Per la strumentazione idrometrica si potrà fare riferimento alla normativa ISO in materia:

ISO 1100/1-1982	Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts – Partie 1: Établissements et exploitation d'une station de jaugeage.
ISO 1100/2-1982	Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts – Partie 2: Détermination de la relation hauteur-débit.
ISO 4373-1979	Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts. Appareils e mesure de niveau de l'eau.
ISO 6418-1985	Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts. Compteurs ultrasoniques (acoustiques) de vitesse.
ISO 6419/1-1984	Systèmes de transmission de données hydrométriques. Partie 1 : Généralités.

### 3.3.5. Componente acque sotterranee

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

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

Tali controlli consisteranno in indagini del seguente tipo:

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

#### Indagini quantitative

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Livello piezometrico su pozzi e piezometri;
- Portata volumetrica su sorgenti;
- Prove di emungimento;
- Portata delle venute d'acqua in galleria in corrispondenza degli imbocchi;

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 sotterraneo possono operare sul deflusso di falda. Il conseguimento di tali finalità richiede la disponibilità di dati sufficienti a definire le curve di ricarica e di esaurimento della falda.

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






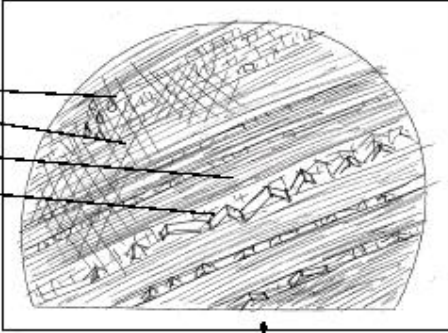

La misura di portata delle venute d'acqua in galleria verrà effettuata in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie e fornirà un dato cumulativo del totale di acqua drenata; per le difficoltà legate alle fasi di scavo e alle problematiche di accesso in sicurezza al cantiere, il Piano di Monitoraggio non prevede l'esecuzione di misure di portata d'acqua al fronte. Per garantire comunque un controllo continuo e dettagliato delle venute idriche in galleria, verranno predisposti dei sistemi di misura in continuo delle portate cumulate agli imbocchi; eventuali venute concentrate al fronte saranno quindi registrate in termini di variazione di portata cumulativa rilevata all'uscita delle gallerie. La misurazione delle portate avverrà tramite strumentazione in continuo in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie dove sono previste le venute idriche maggiori, ovvero le gallerie Santa Lucia e Boscaccio. Per quanto riguarda le altre gallerie, verranno invece predisposti dei pozzetti in corrispondenza dei quali, in caso di necessità, sarà possibile effettuare la misura di portata con metodo volumetrico a mezzo di recipienti graduati.

I dati di portata rilevati in continuo in corrispondenza degli imbocchi confluiranno all'interno di rapporti mensili, dove per ogni giorno verrà riportata la progressiva di avanzamento dei vari fronti e la relativa portata cumulata all'imbocco; la lettura contestuale di progressiva e portata cumulata giornaliera fornisce quindi un'indicazione abbastanza precisa delle evoluzioni del drenaggio in funzione dell'avanzamento dello scavo. A titolo di esempio si riporta di seguito un modello di restituzione dei dati relativi alla misura delle venute in galleria, già utilizzato in altre esperienze di monitoraggio e che sarà presente all'interno dei report periodici di restituzione dei dati di monitoraggio.


A1 VARIANTE DI VALICO - GALLERIA DI BASE											
RAPPORTO MENSILE											
PORTATA CUMULATA AGLI SBOCCHI IN RAPPORTO ALL'AVANZAMENTO DEI LAVORI DI SCAVO											
VALORE MEDIO GIORNALIERO											
PERIODO 1 - 30 GIUGNO 2008											
RAPPORTO N. 4 del 09/07/08											
GALLERIA DI BASE - LATO EMILIA						GALLERIA DI BASE - LATO TOSCANA					
Giorno	Portata (l/s)	Canna Nord		Canna Sud		Giorno	Portata (l/s)	Canna Nord		Canna Sud	
		Progressiva (km)	Avanzamento da imbocco (km 1405.75)	Progressiva (km)	Avanzamento da imbocco (km 1403)			Progressiva (km)	Avanzamento da imbocco (km 9911.76)	Progressiva (km)	Avanzamento da imbocco (km 9948.5)
1	60.1	3+181.60	1+775.85	2+733.60	1+317.10	1	nr	9+810.65	101.11		
2	60.1	3+182.80	1+777.05	2+735.00	1+318.50	2	nr	9+807.95	103.81		
3	59.9	3+186.40	1+780.65	2+736.40	1+319.90	3	nr	-	-	9 + 313.80	439.2
4	59.6	3+190.00	1+784.25	2+737.80	1+321.30	4	nr	-	-	9 + 311.00	442
5	60.5	3+193.95	1+788.20	2+740.60	1+324.10	5	nr	-	-	9 + 308.30	444.7
6	62.0	3+196.35	1+790.60	2+743.40	1+326.90	6	nr	-	-	9 + 304.20	448.8
7	61.8	3+199.75	1+794.00	2+746.20	1+329.70	7	nr	-	-	9 + 301.50	451.5
8	61.4	3+199.75	1+794.00	2+747.60	1+331.10	8	nr	-	-	9 + 298.80	454.2
9	61.0	3+200.75	1+795.00	2+749.00	1+332.50	9	nr	-	-	9 + 297.50	455.5
10	61.1	3+201.75	1+796.00	2+751.80	1+335.30	10	nr	-	-	9 + 294.80	458.2
11	60.7	3+203.75	1+798.00	2+754.80	1+338.30	11	nr	-	-	9 + 293.70	459.3
12	59.4	3+203.75	1+798.00	2+757.20	1+340.70	12	nr	-	-	9 + 292.40	460.6
13	59.6	3+203.75	1+798.00	2+759.60	1+343.10	13	nr	-	-	9 + 289.50	463.5
14	59.3	3+203.75	1+798.00	2+761.00	1+344.50	14	nr	-	-	9 + 286.80	466.2
15	58.1	3+203.75	1+798.00	2+765.20	1+346.70	15	nr	-	-	9 + 284.10	468.9
16	58.9	3+203.75	1+798.00	2+768.00	1+351.50	16	nr	-	-	9 + 281.40	471.6
17	58.8	3+203.75	1+798.00	2+770.80	1+354.30	17	nr	-	-	9 + 278.70	474.3
18	60.9	3+203.75	1+798.00	2+773.60	1+357.10	18	nr	-	-	9 + 274.60	478.4
19	60.1	3+203.75	1+798.00	2+776.60	1+360.10	19	nr	-	-	9 + 271.90	481.1
20	60.6	3+203.75	1+798.00	2+778.10	1+361.60	20	nr	-	-	9 + 269.20	483.8
21	60.9	3+203.75	1+798.00	2+780.90	1+364.40	21	nr	-	-	9 + 266.50	486.5
22	60.5	3+203.75	1+798.00	2+783.90	1+367.40	22	nr	-	-	9 + 265.20	487.8
23	60.9	3+203.75	1+798.00	2+786.70	1+370.20	23	nr	-	-	9 + 262.50	490.5
24	60.4	3+203.75	1+798.00	2+789.50	1+373.00	24	nr	-	-	9 + 259.80	493.2
25	60.3	3+203.75	1+798.00	2+792.30	1+375.80	25	nr	-	-	9 + 254.40	498.6
26	60.1	3+204.75	1+799.00	2+796.50	1+380.00	26	6.0	-	-	9 + 250.40	502.6
27	59.2	3+206.75	1+801.00	2+799.30	1+382.80	27	6.0	-	-	9 + 246.00	507
28	59.1	3+208.75	1+803.00	2+802.10	1+385.60	28	5.1	9+806.00	105.76	9 + 242.50	510.5
29	58.8	3+208.75	1+803.00	2+804.90	1+388.40	29	5.3	9+804.00	107.76	9 + 239.00	514
30	60.0	3+208.75	1+803.00	2+809.10	1+392.60	30	5.2	9+802.00	109.76	9 + 236.00	517

Infine il controllo delle venute idriche in galleria si completa tramite l'acquisizione dei rilievi al fronte effettuati dall'Impresa Appaltatrice e trasmessi all'Ufficio di Monitoraggio dalla Direzione Lavori. In particolare, come si vede dall'esempio sotto riportato, le schede di rilievo al fronte contengono, per ogni campo di avanzamento, una descrizione qualitativa e

quantitativa della presenza di acqua (umidità, stillicidio, venuta concentrata - pag. 2/3 del rilievo al fronte) e la sua ubicazione rispetto al fronte di scavo (descrizione geostrutturale del fronte – pag. 1/3 del rilievo al fronte).

 ingegneria europea		<b>SCHEDA DI RILIEVO DEL FRONTE DI SCAVO</b>	
PIANO CONTROLLO QUALITÀ		N° PROG. SCHEDA / 31 /RFS	
Pagina 1 di 3			
<b>ATTIVITA': RILIEVO GEOSTRUTTURALE DEL FRONTE DI SCAVO</b>			
LOTTO N° : 7		OPERA: GALLERIA POZZOLATICO	
APPALTATORE :		IMBOCCO LATO: Roma (Iniz.nat.2+777)	
IMPRESA ESECUTRICE :		PROGRESSIVA PARZIALE/ASSOLUTA: +490/ 2+287 SEZ. DI APPL.: GA-P2I4	
MACROATTIVITA':		WBS: AMPIEZZA SEZIONE DI SCAVO (mq): 170	
LOCALITA': CERTOSA		COPERTURA m: 40.5	DATA : 26/03/2008
DESCRIZIONE GEOSTRUTTURALE DEL FRONTE			
LEGENDA			
Litotipi e discontinuità			
	stillicidio		
	patine argillose		
	peliti		
	strati marnoso-calcarei		
			
Verso di avanzamento: N219°			
<b>FOTOGRAFIA DEL FRONTE DI SCAVO</b>			
			



		<b>SCHEDA DI RILIEVO DEL FRONTE DI SCAVO</b>				
		PIANO CONTROLLO QUALITÀ		N° PROG. SCHEDA / 31 /RFS		
				Pagina 2 di 3		
Formazione geologica : Monte Morello facies B?		Litologia : argilliti e petiti finemente stratificate e laminate grigio scuro intercalate ad alternanze di calcari fratturati				
Presenza d'acqua : descrizione e valutazione quantitativa negli ultimi 10 m di scavo (l/s) : 0,2 - 0,3						
Presenza di gas: NO						
Presenza di strutture primarie alla scala dell'affioramento						
<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO						
Strutture		1	2	3	4	5
Orientazione	Immersione (°)					
	Inclinazione (°)					
Spessore (cm)						
Superfici	Andamento	Piano				
		Ondulato				
	Scabrezza	Liscia				
		Leggermente scabra				
		Scabra				
Eventuali riempimenti		NO				
Principale elemento suddivisoriale sistematico						
<input type="checkbox"/> Assente <input type="checkbox"/> Scistosità		Orientazione		Immersione (°)	160	
<input checked="" type="checkbox"/> Stratificazione <input type="checkbox"/> Altro.....				Inclinazione (°)	40	
Spessore (cm) mediamente inferiore a 4						
Superfici	Andamento	Piano	X	Apertura dei piani	<input checked="" type="checkbox"/>	< 0.1 mm
		Ondulato			<input checked="" type="checkbox"/>	0.1 - 1 mm
	Scabrezza	Liscia	X		<input type="checkbox"/>	1 - 5 mm
		Leggermente scabra	X		<input type="checkbox"/>	> 5 mm
		Scabra				
Persistenza rispetto al fronte (%): 90			Eventuali riempimenti : Argilla			
Sistemi disgiuntivi secondari: NO						
Caratteristiche geostrutturali		K1	K2	K3	K4	K5
Immersione (°)						
Inclinazione (°)						
Spaziatura (°)						
Persistenza rispetto al fronte (%)						
Superfici piane						
Superfici ondulate						
Superfici lisce						
Superfici leggermente scabre						
Superfici scabre						
Giunti molto chiusi <0.1 mm						
Giunti chiusi 0.1 - 1 mm						
Giunti moderatamente aperti 1 - 5 mm						
Giunti aperti >5 mm						
Eventuali riempimenti						
JCS (MPa)						



Un ulteriore grado di approfondimento delle indagini infine è teso ad ottenere delle indicazioni sperimentali circa la potenzialità della falda sfruttata, per mezzo di specifiche prove di emungimento.

La prova consiste nell'emungimento dal pozzo di una portata costante ("gradino") per un tempo definito, misurando il corrispondente abbassamento nel tempo del livello piezometrico. Successivamente si provvede ad aumentare opportunamente la portata emunta (nuovo "gradino" di portata), continuando la misurazione dei corrispondenti livelli.

Il numero di gradini potrà oscillare (solitamente tra 3 e 5), in funzione della produttività del pozzo e del tipo e sensibilità della saracinesca disponibile per la regolazione della portata.

La durata di emungimento per ogni gradino è indicativamente fissata pari a 1 ora ma può subire anche delle variazioni a seconda delle caratteristiche degli acquiferi riscontrati.

In considerazione della tipologia e produttività della captazione oggetto delle misure si prevede di effettuare, nel corso delle prove, misure di livello dinamico mediante sondino manuale elettroacustico e misure della portata emunta attraverso il metodo volumetrico.

Sulla base dei dati rilevati nel corso della prova verrà redatta la cosiddetta "curva caratteristica del pozzo", ossia la relazione portate/livelli dinamici, sulla base della quale potrà essere definita la portata ottimale di esercizio e la portata critica del pozzo.

Inoltre, quando possibile, il pozzo potrà essere dotato di una pompa che permetta un adeguato prelievo e di data logger per il rilievo in continuo delle oscillazioni del livello piezometrico.

#### Indagini qualitative

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

Norme IRSA-CNR

Norme UNICHIM-UNI

Norme ISO

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

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

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

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

ISO/TC 147 (Water quality);

ISO STANDARDS COMPENDIUM-ENVIRONMENT/WATER QUALITY.

#### Indagini qualitative – parametri chimico-fisici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Temperatura
- pH
- Conducibilità

La determinazione dei parametri chimico – fisici fornirà una indicazione generale sullo stato di qualità delle acque di falda in relazione alle problematiche di interferenza con le opere autostradali in costruzione. Significative variazioni di pH possono essere collegate a fenomeni di dilavamento di conglomerati cementizi e contatto con materiale di rivestimento di opere in sotterraneo. Variazioni della conducibilità elettrica possono essere ricondotti a

fenomeni di dilavamento di pasta di cemento con conseguente aumento del contenuto di ioni o sversamenti accidentali. Infine variazioni significative di temperatura possono indicare modifiche o alterazioni nei meccanismi di alimentazione della falda (sversamenti, apporti di acque superficiali).

#### Indagini qualitative – parametri chimici e microbiologici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Bicarbonato
- Calcio
- Sodio
- Cloruri
- Solfati
- Magnesio
- Potassio
- Nitrati
- Escherichia Coli
- Idrocarburi totali

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.

#### Indagini qualitative – parametri chimici e microbiologici su acque drenate dalle gallerie

Oltre al rilievo quantitativo delle acque drenate dalle gallerie, in corrispondenza degli imbocchi verranno rilevati i seguenti parametri:

- Metalli (alluminio, cromo, ferro, manganese, rame)
- Nitrati
- Escherichia Coli
- Bicarbonato
- Calcio
- Sodio
- Cloruri
- Solfati
- Magnesio
- Potassio
- Idrocarburi totali
- Idrocarburi policiclici aromatici

La determinazione di specifici parametri chimici e microbiologici è finalizzata ad una caratterizzazione qualitativa delle acque drenate dalle gallerie, con particolare attenzione ad un loro eventuale riutilizzo.

Ad integrazione dei dati rilevati tramite stazioni in continuo e campagne, si farà riferimento ai dati meteo-climatici registrati mediante apposite centraline previste per il monitoraggio della componente atmosfera.

### 3.3.6. Componente Vegetazione

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

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

Il potenziale impatto determinato sulla vegetazione dalle fasi di costruzione ed esercizio dell'adeguamento autostradale e l'efficacia delle opere di recupero e ripristino ambientale rispetto agli obiettivi prefissati, verranno determinati tramite le seguenti metodologie di monitoraggio:

#### Rilievi fitosociologici

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 deve essere eseguito sul «popolamento elementare», cioè su tratti di vegetazione omogenea che costituiscono un campione rappresentativo di una determinata fascia 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 50-100 m<sup>2</sup>, per la vegetazione arbustiva o arborea è opportuno effettuare rilevamenti su 200-400 m<sup>2</sup> di superficie minima.

I rilievi fitosociologici eseguiti con il metodo Braun-Blanquet prevedono la raccolta di dati 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:

<b>5:</b> COPERTURA MAGGIORE DEL 75%
<b>4:</b> COPERTURA DAL 50 AL 75%
<b>3:</b> COPERTURA DAL 25 AL 50%
<b>2:</b> COPERTURA DAL 5 AL 25%
<b>1:</b> COPERTURA DALL'1 AL 5%
<b>+</b> : SPORADICA, CON COPERTURA TRASCURABILE
<b>R:</b> 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.

#### Rilievo della vegetazione vegetale sottratta

Questo rilievo prevede la misurazione delle superfici relative alle diverse categorie della vegetazione presente in un'area di rilievo, calcolate a partire da foto aeree recenti, interpretate tramite sopralluoghi a terra, che rappresentano lo stato ante operam, rispetto al quale dovranno essere calcolate le superfici vegetali sottratte dopo l'inizio dei lavori. Nella stessa area vengono effettuati rilievi floristico-fitosociologici, concentrati nelle fitocenosi a maggiore naturalità tra quelle presenti, che permettono di caratterizzare i tipi vegetazionali dal punto di vista fitosociologico e della loro qualità ambientale.

Sono previste aree di rilievo in corrispondenza di cantieri, cave e depositi e rilievi a cadenza di un rilievo nell'anno di ante operam e tre all'anno nella fase di corso d'opera.

Saranno inoltre monitorate le tipologie vegetazionali interessanti dal punto di vista storico – paesaggistico come alberi monumentali e viali alberati.

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

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

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

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

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

6.6. Vegetazione ruderale	
7) <u>AREE ANTROPIZZATE CON VEGETAZIONE SCARSA O NULLA</u>	v.v.a. <sub>j</sub> = 0
7.1. Aree urbane	
7.2. Zone soggette ad estrazione	
7.3. Terreni rimaneggiati	
7.4. Laghi e laghetti artificiali	

*Tipi vegetazionali e valori vegetazionali di alveo (da FERRARI e DELL'AQUILA, 1995)*

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

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

Indice di naturalità e stabilità della vegetazione riparia.

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

dove:

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

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

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

### 3.3.7. Componente Fauna

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

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

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

- rappresentatività: l'indicatore deve essere correlabile con i fenomeni che si vogliono controllare (per quanto possibile con componenti biotiche soggette all'influenza di numerose variabili di tipo antropico ed ecologico);
- accessibilità: deve essere facilmente misurabile, campionabile ed avere una soglia di rilevabilità analitica accessibile con tecniche standard;



- sensibilità: l'indicatore deve riprodurre fedelmente i mutamenti in atto.
- affidabilità: deve avere valori minimi di errori sistematici;
- operatività: deve essere direttamente e facilmente utilizzabile per quantificare azioni di intervento.

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

### INDICATORI FAUNISTICI

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

Di seguito si elencano i gruppi proposti per il monitoraggio:

Uccelli: i rilievi saranno finalizzati alla definizione qualitativa della comunità presente, con raccolta di dati quantitativi su alcune specie di interesse a livello regionale (es. come indicato nello SIA, Averle, Passero solitario, Ortolano ecc.) 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 20 punti per ciascuna stazione di studio, che potranno essere marcati con paletti o strisce per consentirne il ritrovamento alle visite successive.

Le indagini verranno condotte come indicato di seguito:

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

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

In seguito ai rilievi saranno calcolati i seguenti indici:

- Ricchezza specifica;
- Valore di frequenza percentuale;
- Indice di diversità di specie secondo Shannon;
- Indice di Equiripartizione o di Evenness;
- Indice di somiglianza (Soerensen);
- Rapporto tra Non Passeriformi e Passeriformi;
- Valore ornitico;

Anfibi: i rilievi saranno finalizzati alla definizione qualitativa della comunità presente, con raccolta dati quantitativi su alcune specie di interesse a livello regionale (es. come indicato nello SIA, Salamandrina dagli occhiali, Rospo comune, Rana italica, ecc.) 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 Urodela (salamandre, tritoni) presenti nel territorio senza ricorrere a metodi che possono risultare cruenti per gli animali (cattura con trappole ecc.).

è pertanto particolarmente adatta a ricercare la presenza di specie rare quali ad esempio la Salamandrina terdigitata.

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

L'indagine deve essere compiuta nel periodo riproduttivo, che si estende a seconda della specie nei mesi che vanno da febbraio a giugno. sia durante il giorno sia durante la notte. Poiché l'attività riproduttiva viene interrotta se le condizioni meteorologiche sono

sfavorevoli, è consigliabile quando possibile svolgere i rilievi conseguentemente a un evento di precipitazioni o durante periodi ad elevata umidità.

Per la Salamandrina la ricerca va effettuata preferibilmente durante le notti umide o piovose del periodo che va da aprile a giugno.

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.

La metodologia può essere impiegata anche per fornire dati utili alla definizione del successo riproduttivo, ad esempio per specie come Bufo bufo.

In seguito ai rilievi saranno calcolati i seguenti indici:

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

### **3.3.8. Componente Suolo**

Per monitorare nel tempo lo stato di qualità ambientale del suolo, nel presente piano si considerano alcuni indicatori (variabili elementari) e indici (variabili aggregate) determinati in funzione dei dati rilevati mediante le metodiche di monitoraggio previste.

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

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

Il potenziale impatto determinato sul suolo dalle fasi di costruzione ed esercizio dell'adeguamento autostradale è determinato tramite le seguenti metodologie di monitoraggio:

#### E26: Sopralluogo sul sito di monitoraggio

Consiste nel controllare la zona di monitoraggio, nella compilazione di una scheda di controllo sottorappresentata e nell'effettuare una documentazione fotografica della situazione.

SCHEDA DI CONTROLLO CUMULI		spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea
Data: Ora: Operatore:			
ANAGRAFE DEL CUMULO			
Lotto: Area: Sito: Denominazione sito:			
CARATTERISTICHE SUPERFICIALI E DI GIAGITURA			
Pietrosità superficiale: Erosione: Cotico erboso: Regimazione delle acque:  Stima delle dimensione del cumulo (perimetro ed altezza): Materiali estranei:			
			

E4: Profili pedologici e E5: trivellazioni

Lo studio dei suoli prevede l'apertura di buche (profili pedologici) secondo le specifiche tecniche di seguito illustrate:

*Profondità e larghezza del profilo:* la profondità standard di scavo è 1,5 m, o fino alla roccia non scavabile con mezzi meccanici e/o piccone; la larghezza standard è 1,5 m. Quando la

profondità degli orizzonti diagnostici utili alla classificazione è maggiore di 1,5 m (previo accertamento preliminare con trivella) lo scavo può essere approfondito, purché all'approfondimento corrisponda un ulteriore allargamento del fronte del profilo (0,5 m di larghezza/0,25 m di profondità).

*Disposizione del metro nel profilo:* il metro va posto a sinistra e può essere sia rigido che flessibile, ma deve avere comunque una suddivisione ben visibile in decimetri (colori alternati, segno dei decimetri ben evidente).

Il rilevatore ha la facoltà di porre in corrispondenza di discontinuità o limiti considerati significativi dei markers appositi, da porsi sempre a destra del profilo, in cui deve essere riportato il valore di profondità.

*Disposizione della lavagnetta:* la lavagnetta va disposta lateralmente, sopra il metro. Le osservazioni vanno numerate progressivamente nell'ambito delle sigle relative al tipo di osservazione e non saranno ammesse sigle come bis, ter etc. Ogni osservazione ha un codice univoco.

Il profilo deve presentare una parete verticale ben illuminata su cui effettuare per ciascun orizzonte le osservazioni ed il prelievo di campioni di suolo.

Sono inoltre previste trivellazioni a mano, ubicate in modo da rappresentare la variabilità geomorfologica dell'area in esame.

Le trivellazioni sono eseguite il più possibile verticali e alla profondità corrispondente all'intera lunghezza della trivella (1,5 metri minimo), se non si incontrano roccia, pietre o ghiaia che rendano impossibile un ulteriore approfondimento della trivella. In questi casi la trivellazione si arresterà allo strato impenetrabile annotandone la profondità. La trivella consigliata è quella di tipo elicoidale.

I caratteri pedologici rilevati e descritti in campagna vengono riportati su una apposita scheda per la descrizione delle osservazioni pedologiche che sarà suddivisa in tre parti:

- caratteri stazionali (località, pendenza, esposizione, coordinate, morfologia, uso del suolo, ecc...);
- caratteri del suolo (profondità utile, limitazioni radici, drenaggio, temperatura del suolo);
- caratteri degli orizzonti humiferi, minerali e organici (profondità dell'orizzonte, limite inferiore, colore, struttura, ecc...):

Nello specifico si è fatto riferimento alle “*Linee guida per l'attività pedologica*” dell'Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente di Torino del gennaio 2002.

#### E6+E24: Analisi di laboratorio

Sui campioni prelevati dagli orizzonti del terreno (nelle fasi ante operam e post operam ) e dai cumuli di scotico accontonati (nella fase di corso d'opera) sono effettuate analisi di laboratorio volte a definire le caratteristiche dei suoli e valutarne la modificazione a seguito degli interventi effettuati in connessione alla realizzazione dell'opera. Nello specifico sono previste analisi pedologiche (chimiche e fisiche) ed analisi degli elementi inorganici, aromatici e idrocarburici (chimiche).

#### *Prelevamento del campione*

Nelle fasi ante operam e post operam il prelievo di campioni per le analisi pedologiche avviene prelevando 3 campioni medi/ha per superfici omogenee a copertura omogenea di dimensioni pari o superiori a 1 ettaro. Ciascun campione, ottenuto dal mescolamento di 3-4

sub-campioni prelevati in modo casuale in punti diversi, ma sufficientemente distanziati, è analizzato separatamente. Per superfici di dimensioni inferiori a 1 ettaro, invece, vengono preparati 5 campioni medi ottenuti dal mescolamento di 3-4 sub-campioni.

Nella fase di corso d'opera, quando il suolo è accantonato in cumuli, verrà prelevato un campione ogni 1000 m<sup>3</sup> di terreno.

Il prelevamento dei campioni avviene con trivella o con vanga, escludendo lo strato più superficiale, corrispondente alla lettiera, per ovviare a eventuali inquinamenti superficiali e alla presenza di residui vegetali.

Il prelievo di campioni per le analisi degli elementi inorganici e idrocarburici avviene prelevando 6 campioni/ha secondo le specifiche indicate dal D.M. 13/09/99, considerando che su ognuno dei campioni sono realizzate le analisi stabilite in tutte e 3 le fasi di monitoraggio.

#### *E6: Analisi pedologiche*

Le analisi pedologiche consistono in analisi chimiche e fisiche.

Le *analisi delle caratteristiche chimiche*, effettuate secondo le metodologie definite dal D.M. 13/09/1999, consistono nella determinazione dei seguenti parametri/elementi:

- pH;
- capacità di scambio cationico;
- carbonio organico;
- conduttività elettrica ;
- azoto totale;
- rapporto C/N;
- fosforo assimilabile;
- potassio, calcio, magnesio, sodio scambiabili.

Le *analisi delle caratteristiche fisiche*, effettuate secondo le metodologie S.S.D.S.- U.S.D.A (1993), consistono nella determinazione dei seguenti parametri:

- contenuto di scheletro in percentuale sul volume;
- tessitura (definita secondo il triangolo tessiturale USDA).

#### *E24: Analisi degli elementi inorganici, aromatici e idrocarburici*

Le analisi degli elementi in oggetto, determinati in relazione al tipo di intervento monitorato, consistono in analisi chimiche dei seguenti elementi:

- piombo;
- nichel;
- cromo totale;
- benzene;
- idrocarburi pesanti C>12;
- zinco;
- manganese;

- arsenico;
- rame;
- mercurio.

#### E25: Invertebrati del suolo

Tale rilievo consiste nella valutazione della qualità ecologica del suolo tramite l'uso dell'indice QBS-ar. Tale indice, usato ad es. dall'ARPA Piemonte, si basa sull'esame delle comunità di invertebrati con possibilità di quantificazione tramite punteggi standard (in pratica si tratta di un metodo analogo al mappaggio biologico I.B.E. per le acque correnti).

Il sito da monitorare sarà suddiviso in aree omogenee per copertura e caratteristiche del suolo; per ogni area omogenea verrà prelevato un campione formato da tre carote prelevate con un carotatore.

### **3.3.9. Assetto fisico del territorio**

Le tipologie e le metodiche utilizzate per il monitoraggio prendono in considerazione la situazione geologica e geomorfologica 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 fornire 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.

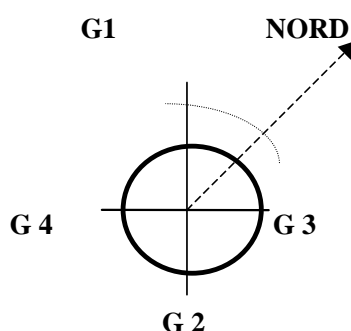
Le metodiche sono ovviamente quelle più diffuse e valide nel campo del monitoraggio geotecnico del territorio e sono finalizzate sia alla valutazione delle oscillazioni dei livelli di falda, che al controllo dei movimenti franosi e all'individuazione delle superfici di scorrimento. Va da sé che le due 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.

#### Tube 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 una 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 inclinometrici, che sono 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 di installazione e cementazione, non prima di 10 ÷ 14 giorni dalla installazione del tubo, si verifica la funzionalità della tubazione inclinometrica attraverso il controllo della continuità e dell'allineamento degli spezzoni di tubo e la verifica della rispondenza dell'inclinazione e

della spiralatura della tubazione alle specifiche di accettazione. A tali operazioni che costituiscono il collaudo dello strumento, segue la lettura di zero o di riferimento. La strumentazione necessaria per il collaudo della tubazione inclinometrica è costituita da una sonda testimone per il controllo dell'integrità della tubazione, e una sonda inclinometrica per il controllo della verticalità, ed una sonda spiralometrica a controllo meccanico o elettronico, che consente la misura dell'azimut del tubo in ogni sezione. Il controllo viene eseguito calando nel foro una sonda testimone (di caratteristiche analoghe a quella da utilizzarsi per le successive misure), e facendola scorrere 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 più prossima al Nord geografico, e si numereranno tutte le guide secondo il seguente schema:



Successivamente vengono verificate anche la verticalità e la spiralatura 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 ad un cavo elettrico metrato collegato alla centralina. 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.

#### Misura estensimetrica incrementale tipo increx

La misura estensimetrica incrementale viene effettuata introducendo in un tubo guida, installato in un foro di sondaggio, una sonda estensimetrica a posizionamento elettronico che consente di misurare, attraverso misure ripetute nel tempo, le variazioni di distanza relativa tra anelli di riferimento, precedentemente installati all'esterno del tubo a distanza di un metro l'uno dall'altro e resi solidali al terreno circostante a mezzo di cementazione.

Prima dell'esecuzione della lettura la sonda estensimetrica incrementale è introdotta in apposito tubo di calibrazione e viene controllato, ed eventualmente regolato, il valore letto al display della centralina, a stabilizzazione termica avvenuta, tenendo conto della dilatazione termica del tubo di calibrazione. Le letture sulla tubazione estensimetrica sono eseguite partendo da fondo foro, a stabilizzazione termica avvenuta.

#### Misura clinometrica

I clinometri elettrici sono strumenti utilizzati per misurare le variazioni di inclinazione superficiale di un ammasso roccioso, o in superfici di strutture civili o particolari strutturali da cui sono attesi spostamenti con componenti rotazionali. I dati in mA forniti dallo strumento vengono successivamente trasformati in gradi. Le misure possono essere rilevate mediante una centralina portatile o collegati ad un sistema di registrazione automatica che trasferisce i dati via modem ad un sistema remoto di controllo. In tal modo è possibile monitorare sia l'entità del fenomeno in gioco che la sua velocità di evoluzione. In



genere i clinometri elettrici di superficie possono incorporare un unico sensore (monoassiali) o due sensori montati su piani ortogonali (eformati). Il clinometro di superficie misura le variazioni di inclinazione e/o rotazione di un punto, materializzato sul suolo o su di una struttura.

Il clinometro si compone complessivamente di:

- un corpo, contenente i sensori elettrici di inclinazione;
- un cavo elettrico che realizza il collegamento dello strumento all'unità di lettura;
- una piastra di fissaggio di acciaio da fissare alla parete od al masso da monitorare.

I sensori sono isolati rispetto alla meccanica dello strumento. Attraverso la piastra di fissaggio il clinometro risente delle stesse variazioni di inclinazione a cui è soggetta la parete; i sensori individuano le componenti di tali variazioni sui rispettivi piani di sensibilità. I piani di sensibilità dei sensori sono il piano perpendicolare alla piastra di fissaggio ed il piano ad esso ortogonale. I segnali dei sensori sono condizionati elettronicamente in modo che le inclinazioni siano identificate non solo in modulo ma anche in verso. La misura si effettua sui conduttori del cavo, alimentando i sensori e rilevandone i segnali elettrici in uscita proporzionali alle inclinazioni con sistemi di lettura automatici con la possibilità di trasformare il dato in unità fisica (gradi).

#### 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.

#### Piezometro tipo Casagrande

Il piezometro tipo Casagrande, adatto a terreni poco permeabili consente il rilievo, mediante apposita sonda elettrica (freatimetro) munita di cavo metrato, della profondità della superficie piezometrica, attraverso l'inserimento in un foro di sondaggio di un piezometro costituito da un filtro cilindrico collegato a due tubi rigidi in PVC per il raccordo con la superficie. La strumentazione da installare nel foro è costituita da una cella tipo Casagrande, costituita da un cilindro poroso di materiale plastico (ad es. polietilene soffiato) o di ceramica, che dovrà avere un diametro minimo di 50 mm e una lunghezza non inferiore a 200 mm. Il collegamento del cilindro poroso con la superficie è assicurato da due tubi rigidi in PVC. I singoli spezzoni di tubo, di lunghezza generalmente variabile tra 1.5 e 3 m, dovranno essere collegati tra loro da appositi manicotti di giunzione opportunamente sigillati. Qualora si prevedessero misure in continuo le celle Casagrande predisposte per la misura automatica dei livelli di falda, avranno uno dei due tubicini di diametro maggiorato per permettere l'inserimento all'interno della tubazione di un trasduttore di pressione elettrico. Anche per questo tipo di strumento l'installazione implica una particolare cura. La cella viene posizionata all'interno del foro alla quota prevista, e viene posata sabbia grossa

o ghiaietto pulito attorno alla cella Casagrande e al di sopra per circa 0.5 m per assicurare la permeabilità del sistema. La protezione della estremità dello strumento è assicurata mediante la creazione di un chiusino di protezione, ben cementato nel terreno. 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.

#### Piezometro elettrico

Il piezometro elettrico installato in un foro di sondaggio consente di misurare direttamente la pressione o sovrappressione interstiziale in un terreno fine limoso-argilloso. La strumentazione da installare nel foro dovrà essere costituita da un piezometro elettrico costituito da un trasduttore elettrico. Anche per questo strumento l'installazione all'interno del foro di perforazione, costituisce un momento molto importante e che deve seguire le seguenti fasi principali:

- posa di uno spessore di 0.5 m di sabbia fine e pulita;
- discesa a quota del piezometro elettrico e del cavo elettrico di collegamento;
- posa di sabbia attorno al piezometro e al di sopra per circa 0.5 m, ritirando man mano il rivestimento, senza l'ausilio della rotazione, con l'avvertenza di controllare che cella e cavi non risalgano assieme al rivestimento;
- posa di un tampone impermeabile dello spessore complessivo di 1 m, realizzato inserendo bentonite in palline ( $\varnothing = 1 \div 2$  cm) in strati di 20 cm alternata a ghiaietto in strati di 2 ÷ 3 cm,
- riempimento del foro al di sopra del tampone impermeabile con una miscela plastica acqua-cemento-bentonite (con proporzioni in peso rispettivamente di 100, 30 e 5), calata attraverso apposite aste discese sul fondo del foro;
- sistemazione e protezione della estremità del foro con la realizzazione di un chiusino di protezione;

#### Livellazione topografica

Le livellazioni topografiche sono rivolte al controllo dei cedimenti superficiali indotti da scavi definiti da una rete di punti (capisaldi). Questi capisaldi sono disposti opportunamente rispetto agli assi ortogonali di avanzamento degli scavi, in modo da poter valutare la tipologia del profilo di subsidenza indotto eventualmente dagli scavi stessi. Il caposaldo è costituito da barre in acciaio ( $L=0.5$ m) cementate nel terreno, e adeguatamente attrezzate con una testa emisferica in materiale plastico rigido o metallico protette da un pozzetto di dimensioni minime 300x300mm. La rilevazione viene eseguita tramite lettura ottica su una stadia graduata ed in autolivelli digitali a scansione su apposite stadiie dotate di apposita banda. La tipologia di lettura presenta un sistema di auto livellamento dell'asse del cannocchiale e garantisce l'accuratezza di misura nell'ordine del centesimo di millimetro.

#### Misure topografiche

La topografia tradizionale comprenderà una rete di inquadramento realizzata con metodologia satellitare GPS (Sistema Globale di Posizionamento) da cui "lanciare" una rete di capisaldi, sempre realizzata con metodologia satellitare GPS, che servirà per effettuare le letture alle "mire" per il controllo delle opere, della stabilità dei versanti nonché del profilo di subsidenza indotto eventualmente dagli scavi stessi. La Rete di inquadramento GPS sarà costituita da vertici distribuiti lungo il tracciato in posizione sicuramente stabile, sia in prossimità delle aree da sottoporre a controllo che al di fuori delle aree in esame. La precisione attesa sulle coordinate dei punti di inquadramento è quella propria del sistema satellitare GPS. La rete di inquadramento sarà poi integrata con la

materializzazione di una rete locale di capisaldi GPS da cui andranno effettuate le misure con “stazione totale” di una serie di punti di controllo posizionati e materializzati sulle teste degli strumenti eformativ, sulle strutture di sostegno degli scavi nonché direttamente a terra mediante apposito eformati in cls armato, in funzione delle caratteristiche del sito. Le misure di controllo locali, realizzate con stazione totale (sqm compreso tra 10 e 5 cc sulle misure angolari e tra 5 mm + 5 ppm e 1 mm + 1 ppm sulle misure di distanza), permetteranno di ottenere dunque coordinate con la massima accuratezza oggi consentita dagli strumenti. I punti di stazione coincideranno naturalmente con punti della rete di inquadramento e con punti di nuova istituzione ad essi collegati. La finalità di queste misure sarà quella di verificare eventuali risentimenti sulle opere di sostegno degli scavi, fornire una misura di confronto e verifica di quanto evidenziato dagli inclinometri ed in ultimo integrare, con ulteriori punti a terra, il numero di dati puntuali che possano evidenziare risentimenti superficiali collegati con eventuali movimenti profondi.

#### Fessurimetri graduati

L'utilizzo dei fessurimetri graduati, da installare su strutture di contenimento e fabbricati, permetterà il monitoraggio dello stato fessurativo delle costruzioni al fine di valutare, attraverso misure di Ante Opram, la presenza e la naturale evoluzione dei fenomeni deformativi eventualmente preesistenti. I fessurimetri sono formati da due piastre mobili sovrapposte. La piastra superiore è incisa con un reticolo e quella inferiore è calibrata in millimetri. La misura del movimento della lesione è rilevabile anche in frazione di millimetro ed è segnata dall'entità dello spostamento della piastra con reticolo rispetto alla piastra millimetrata sottostante a partire dal valore di zero. I successivi rilievi consentono di seguire ogni movimento della lesione. In un sistema rigido-fessurato, eventuali ulteriori deformazioni dovute alla normale evoluzione dell'immobile, per esempio in risposta a variazioni termiche o di umidità, così come in risposta ad eventuali deformazioni delle fondazioni dovute a variazioni dei carichi o, a variazioni deformative nel terreno circostante, tendono a manifestarsi infatti come deformazioni localizzate sulle lesioni esistenti, che costituiscono punti di relativa debolezza. Sarà così possibile identificare e discernere eventuali naturali evoluzioni dello stato deformativi delle strutture da quella che potranno essere dirette ripercussioni dei lavori previsti in progetto.

## 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	84 mesi	12 mesi

Tabella 7 – 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 **108 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.

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

#### 4.1.1. Atmosfera

Le misure di ante, corso e post operam verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nella tavola allegata ed elencati nella tabella n. 8, con le metodiche di riferimento e con frequenza trimestrale per la metodica A2 ed in continuo con la metodica A3 (da definire in accordo con ARPAT l'ubicazione definitiva delle centraline fisse). Le due centraline andranno ubicate in due aree a diverso grado di urbanizzazione; in particolare una andrà localizzata nell'area di Cornocchio dove l'A1 è la principale sorgente emissiva e l'altra nell'abitato di Ponte a Chiosina dove oltre all'autostrada è presente un'area industriale. In particolare la seconda centralina andrà ubicata tra l'abitato di Cadenzano, l'A1 e l'area di cantiere per la realizzazione della terza corsia.

I dati delle centraline saranno utilizzati - come precisato nei capitoli precedenti - sia per lo studio scientifico finalizzato ad individuare il punto di equilibrio tra i flussi veicolari e le emissioni degli inquinanti che per la sperimentazione finalizzata a determinare il contributo che la sorgente autostradale fornisce all'inquinamento locale.

In particolare i valori rilevati dalle centraline verranno elaborati da un file excel che, dopo avere epurato la base dati da quelli riconosciuti non validi, eseguirà una verifica della "performance" del sistema di monitoraggio calcolando il rapporto tra dati validi e i dati attesi e tra i dati validi e i dati rilevati. Questa analisi verrà svolta sia sui dati totali sia sui dati con centralina sottovento, sopravento o in condizioni di calma di vento. A tal scopo verrà determinato un settore angolare che discrimina le direzioni sottovento da quelle sopravento

rispetto all'asse autostradale. Con calma di vento sarà considerata la condizione anemologica che, nella serie storica dei dati validati, è contraddistinta dall'assenza di velocità di vento (per convenzione si considerano gli eventi con velocità del vento minore o uguale a 0,3 m/s).

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

La rappresentazione grafica dei valori orari rilevati sarà organizzata sia su base settimanale che su tutto il periodo di riferimento (4 o 5 settimane a seconda dei casi); per la direzione prevalente del vento verrà inoltre visualizzata una rosa dei venti centrata sulla stazione di monitoraggio che aiuta la comprensione dell'andamento di questo parametro.

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

I parametri statistici elaborati sono:

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

per la temperatura:

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

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

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

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

Anche per quanto riguarda le misure ante operam finalizzate alla definizione degli impatti prodotti dall'infrastruttura autostradale il monitoraggio dovrà essere svolto prima dell'inizio dei lavori. Le centraline fisse (metodica A3) verranno installate durante la fase Ante Operam garantendo comunque rilievi per 6 mesi di monitoraggio.

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

Nel presente Piano si è optato per la scelta della metodica A2 per valutare l'impatto determinato dai cantieri dove le Polveri Totali Sospese (PTS) possono essere ritenute il principale ed unico inquinante derivante dalle normali attività di cantiere

Inoltre il PMA, come richiesto da MATTM Determinazione Direttoriale prot. 000375 del 21.10.2015 e nella Delibera regione Toscana n. 558 del 27.04.2015, è stato integrato con un sito di rilievo delle PTS (A1-BF-CA-A2-06) in corrispondenza del ricettore più vicino allo scavo

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

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

#### Ubicazione delle stazioni di misura

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie in scala 1:5000 allegate e nella Tabella 8.

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

Esempio di codice completo: **A1-BF-CA-A2-01**

**A1** = A1 – Autostrada MI-NA

**BF** = Barberino Firenze Nord

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

CA = Calenzano;

BM = Barberino di Mugello

**A2** = Metodica di Monitoraggio

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

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

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

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO						NOTE
Codice	Descrizione	Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
		A2	A3	A2	A3	A2	A3	
A1-BF-BM-A2-01	Cantiere	4	-	28	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
A1-BF-BM-A2-02	Cantiere	4	-	28	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
A1-BF-CA-A2-03	Cantiere	4	-	28	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
A1-BF-BM-A3-04	Viabilità/ Esercizio	-	2	-	28	-	4	Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
A1-BF-CA-A3-05	Viabilità/ Esercizio	-	2	-	28	-	4	Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
A1-BF-CA-A2-06	Varici	4	-	10	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 29 mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
<b>TOTALE</b>		<b>16</b>	<b>4</b>	<b>104</b>	<b>56</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	

Tabella 8 - Piano delle misure da effettuare – ATMOSFERA

#### 4.1.2. Rumore

##### Fasi del monitoraggio

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

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

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

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

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

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

Le misure verranno eseguite nella fase di ante operam in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegata e indicate nella tabella 9 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. Per ciò che concerne le postazioni finalizzate alla determinazione degli impatti prodotti dalle attività e dai singoli macchinari dei cantieri fissi (metodica R5), le misure verranno svolte in concomitanza all'installazione dei cantieri e ogni qualvolta la configurazione del cantiere sarà soggetto a variazioni particolarmente significative in relazione alle emissioni di rumore.

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

Per le misure di collaudo dei mezzi di cantiere (metodica R6) si provvederà, in fase di corso d'opera, a trasmettere l'elenco dei macchinari che saranno caratterizzati acusticamente. Ove possibile a ciascun macchinario verrà associato il relativo valore di potenza sonora utilizzato nelle valutazioni di impatto acustico.

Le misure sono previste in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegata e indicati in tabella 9. Per ciò che riguarda le postazioni (cantieri principali e secondari, imbocchi di gallerie) le misure verranno ripetute, in condizioni standard, ogni 3 mesi.

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

Le misure verranno eseguite una volta e in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegata e indicati nella tabella 8.

#### 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: **A1-BF-CA-R1-01**



**A1** = A1 – Autostrada MI-NA

**BF** = Barberino Firenze Nord

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

CA = Calenzano;

BM = Barberino di Mugello

**R1** = Metodica di Monitoraggio

Metodica R1 Misure di breve periodo, postazioni mobili assistite da operatore, per rilievi di traffico sulle viabilità di cantiere (ante operam, corso d'opera);

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).

Metodica R5 Misure per la caratterizzazione preventiva degli impatti determinati dalle attività dei cantieri fissi e dei fronti di avanzamento sui ricettori circostanti (corso d'opera)

Metodica R6 Misure di collaudo dei mezzi di cantiere (corso d'opera)

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

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO											Note
		Ante Operam				Corso d'Opera					Post Operam		
Codice	Descrizione	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R4	R5	R3	R4bis		
A1-BF-BM-R2-01	Fronte avanzamento		1				28					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi	
A1-BF-BM-R4-01	Fronte avanzamento				1			28				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi	
A1-BF-BM-R5-01	Fronte avanzamento								1				
A1-BF-BM-R2-02	Fronte avanzamento		1				28					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi	
A1-BF-BM-R4-02	Fronte avanzamento				1			28				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi	
A1-BF-BM-R5-02	Fronte avanzamento								1				
A1-BF-BM-R3-03	Esercizio			1						1		Fuori fascia di pertinenza autostradale	
A1-BF-BM-R4b-03	Esercizio										1	Fuori fascia di pertinenza autostradale	
A1-BF-BM-R2-04	Cantiere		1				28					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi	
A1-BF-BM-R4-04	Cantiere				1			28				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi	
A1-BF-BM-R5-04	Cantiere								1				
A1-BF-BM-R3-05	Esercizio			1						1		Interno fascia di pertinenza autostradale	

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO											Note
		Ante Operam				Corso d'Opera					Post Operam		
Codice	Descrizione	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R4	R5	R3	R4bis		
A1-BF-BM-R2-06	Cantiere/nastro trasportatore		1				28					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi	
A1-BF-BM-R4-06	Cantiere/nastro trasportatore				1			28				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi	
A1-BF-BM-R5-06	Cantiere								1				
A1-BF-CA-R3-10	Esercizio			1						1		Interno fascia di pertinenza autostradale	
A1-BF-CA-R2-11	Fronte avanzamento		1				28					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi	
A1-BF-CA-R4-11	Fronte avanzamento				1			28				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi	
A1-BF-CA-R5-11	Fronte avanzamento								1				
A1-01-CA-R1-12	Viabilità cantiere	1				28						Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi	
A1-BF-CA-R3-13	Esercizio			1						1		Interno fascia di pertinenza autostradale	
A1-BF-CA-R4b-13	Esercizio										1	Interno fascia di pertinenza autostradale	
A1-BF-CA-R3-14	Esercizio			1						1		Interno fascia di pertinenza autostradale	
A1-BF-CA-R2-15	Cantiere		1				28					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi	
A1-BF-CA-R4-15	Cantiere				1			28				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi	
A1-BF-CA-R5-15	Cantiere								1				
A1-BF-CA-R2-16	Fronte avanzamento		1				28					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi	
A1-BF-CA-R4-16	Fronte avanzamento				1			28				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi	
A1-BF-CA-R5-16	Fronte avanzamento								1				
A1-BF-CA-R2-17	Fronte avanzamento		1				28					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi	
A1-BF-CA-R4-17	Fronte avanzamento				1			28				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi	
A1-BF-CA-R5-17	Fronte avanzamento								1				
A1-BF-CA-R3-18	Esercizio			1						1		Interno fascia di pertinenza autostradale	
A1-BF-CA-R4b-18	Esercizio										1	Interno fascia di pertinenza autostradale	
A1-BF-CA-R2-19	Cantiere		1				28					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi	
A1-BF-CA-R4-19	Cantiere				1			28				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi	
A1-BF-CA-R5-19	Cantiere								1				
A1-BF-CA-R2-20	Fronte avanzamento		1				28					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi Sito monitoraggio by-passa Carraia	
A1-BF-CA-R4-20	Fronte avanzamento				1			28				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 84 mesi Sito monitoraggio by-passa Carraia	
A1-BF-CA-R5-20	Fronte avanzamento								1			Sito monitoraggio by-passa Carraia	
A1-BF-CA-R3-21	Esercizio			1						1		Sito monitoraggio by-passa Carraia	
A1-BF-CA-R3-22	Esercizio			1						1		Sito monitoraggio by-passa Carraia. Ricettore sensibile	

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO										Note
		Ante Operam				Corso d'Opera				Post Operam		
Codice	Descrizione	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R4	R5	R3	R4bis	
TOTALE		1	10	8	10	28	280	280	10	8	3	

Tabella 9 - Piano delle misure da effettuare – RUMORE

I ricettori nelle fasce di pertinenza sono così suddivisi:

- rispetto limiti senza mitigazioni: A1-BF-BM-R3-05
- rispetto limiti con mitigazioni: A1-BF-CA-R3-10 - A1-BF-CA-R3-14
- interventi diretti sui ricettori: A1-BF-BM-R3-03 - A1-BF-BM-R4b-03 , A1-BF-CA-R3-13 - A1-BF-CA-R4b-13 e A1-BF-CA-R3-18 - A1-BF-CA-R4b-18

#### 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 10, una sola volta prima dell'inizio dei lavori, con le modalità indicate per le metodiche di riferimento V1.

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

Le attività di monitoraggio in corrispondenza dei ricettori impattati dal traffico di servizio saranno avviate quando i cantieri sono in esercizio e in condizioni di normale attività; è quindi importante che vi sia una stretta collaborazione con i responsabili di cantiere al fine di definire la programmazione esecutiva delle misure. In particolare, i rilievi vibrometrici di corso d'opera sono finalizzati ad individuare l'impatto dei cantieri, dei fronti di avanzamento lavori e delle viabilità di servizio individuando i ricettori più vicini alla sorgente di vibrazione ed esposti a livelli rilevanti come indicato nello Studio di impatto. In particolare sono stati eliminati n. 2 punti di misura finalizzati al monitoraggio di gallerie non più presenti con il nuovo tracciato autostradale

Le misure verranno eseguite in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e riportati in tabella 10.

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 disgiungimento di massi o la demolizione di strutture.

##### Monitoraggio post operam

Le vibrazioni dovute al traffico autoveicolare non determinano, se lo strato d'usura della pavimentazione stradale è priva di discontinuità, problemi di disturbo sugli edifici prossimi alla sede stradale.

I rilievi verranno svolti solo in alcuni ricettori sensibili che richiedano una verifica dello stato di stabilità delle strutture.

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

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

Esempio di codice completo: **A1-BF-CA-V1-01**

**A1** = A1 – Autostrada MI-NA

**BF** = Barberino Firenze Nord

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

CA = Calenzano;

BM = Barberino di Mugello

**V1** = Metodica di Monitoraggio

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

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

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

IDENTIFICAZIONE RICETTORE		IDENTIFICAZIONE RICETTORE						NOTE
Codice	Lavorazione	Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
		V1	V2	V1	V2	V1	V2	
A1-BF-CA-V1-01	Galleria Boscaccio	1	-	28	-	1	-	Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-BF-CA-V2-01	Galleria Boscaccio	-	-	-	28	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
<b>TOTALE</b>	<b>TOTALE</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	

Tabella 10 – 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 e le sistemazioni dell'area di servizio Bellosguardo, richiedono una particolare attenzione al controllo e al monitoraggio dei corsi d'acqua, con particolare attenzione agli aspetti di qualità delle acque e degli ecosistemi fluviali, vista anche la presenza di vegetazione ripariale di un certo interesse. 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

Il tracciato autostradale nel tratto in oggetto interessa l'estremità occidentale della Valle della Sieve fino allo spartiacque delle Croci di Calenzano, dopo di che scende verso la pianura lungo il versante sinistro della valle del t. Marina, che costeggia in modo subparallelo. Il tracciato autostradale attraversa un territorio montano caratterizzato dalla presenza di corsi d'acqua ad alveo naturale, di carattere torrentizio, con attraversamento di zone intensamente boscate ad alta qualità ambientale. In queste zone la qualità delle acque, che può risentire di apporti inquinanti provenienti dalle attività legate agli allevamenti ed agli scarichi dei piccoli borghi presenti, è comunque molto buona. Nel tratto più a valle invece, nei pressi di Calenzano, l'aumento dell'urbanizzazione può portare ad un aumento del carico inquinante. Le sezioni di controllo relative alla componente "Acque Superficiali" sono state posizionate sui corsi d'acqua significativi in prossimità delle aree di cantiere ed in prossimità delle lavorazioni principali che potrebbero alterare le caratteristiche qualitative degli stessi corsi d'acqua. I controlli vengono inoltre estesi al t. Marina che, pur non essendo direttamente interessato dalle lavorazioni, riceve le acque di vari fossi e torrenti interessati dalle opere autostradali.

Di seguito vengono sinteticamente descritte le zone interessate da interventi e lavorazioni potenzialmente interferenti con le acque superficiali e che saranno oggetto di monitoraggio ambientale; partendo dall'inizio degli interventi (Barberino di Mugello) si incontrano le seguenti aree:

"Fosso Scopicci": il fosso Scopicci verrà interessato dai lavori di ampliamento in aderenza alla sede attuale, dalla viabilità di servizio e da interventi di sistemazione spondale. Nel tratto a monte dell'autostrada esistente, il fosso è caratterizzato da un discreto livello di qualità ambientale che peggiora nel tratto urbano di valle. Il tracciato autostradale nel tratto di interesse interseca il fosso Scopicci alla progressiva Km 0+254 in corrispondenza della quale il bacino idrografico sotteso ha una superficie di 1,9 Km<sup>2</sup> e la lunghezza dell'asta principale è di 3,85 Km. Sul fosso Scopicci si prevedono due sezioni di controllo ubicate rispettivamente una a monte ed una a valle dell'autostrada A1.

"Fosso Mulinaccia": il fosso Mulinaccia sarà interessato dalla costruzione del viadotto Mulinaccia (pile e cantiere viadotto) e la relativa viabilità di cantiere. costituisce inoltre il ricettore del fosso Camborsino che sarà direttamente interessato dalla realizzazione dell'area di servizio Bellosguardo. Complessivamente il torrente è caratterizzato da una qualità ambientale alta, determinata da una buona naturalità dell'alveo, acque chimicamente poco inquinate e discrete condizioni biologiche. Il tracciato autostradale nel tratto di interesse interseca il torrente Mulinaccia in corrispondenza del Km 1 in prossimità

di Barberino di Mugello, nel tratto appenninico dell'intervento. Il bacino idrografico sotteso ha una superficie di 6,8 Km<sup>2</sup> e la lunghezza dell'asta principale è di 5 Km; la forma del bacino risulta tozza con la dimensione più estesa in direzione NE-SO; in corrispondenza del tracciato autostradale, l'asta principale del fosso risulta del 3° ordine secondo la classificazione di Straehler. Sul t. Mulinaccia si prevedono due sezioni di controllo ubicate rispettivamente una a monte ed una a valle dell'autostrada A1; il PMA prevede inoltre l'installazione di una stazione di monitoraggio in continuo in corrispondenza della sezione di valle.

"Fosso Ritortolo": il fosso Ritortolo non viene interessato direttamente dalle lavorazioni autostradali, ma costituisce il ricettore del fosso Baccheraia, dove insistono uno dei cantieri principali e il campo base e verrà interessato dai lavori per la realizzazione del viadotto Baccheraia e dalla viabilità di servizio. Per monitorare gli effetti verso valle delle eventuali interferenze con le lavorazioni autostradali, il PMA prevede due sezioni di controllo, di cui quella di valle dotata di una stazione in continuo, sul Fosso Ritortolo a monte e a valle della confluenza con il Fosso Baccheraia.

"Fosso Baccheraia": il fosso Baccheraia sarà interessato dalla realizzazione del viadotto Baccheraia, dalla presenza di un campo base e di uno dei cantieri principali e dalla realizzazione della viabilità di cantiere; sono previsti inoltre interventi di sistemazione fluviale. Nel tratto di attraversamento del fosso Baccheraia, in corrispondenza della progressiva Km 3+300 il bacino idrografico sotteso ha una superficie di 1,33 Km<sup>2</sup> e la lunghezza dell'asta principale è di 2 Km. Sul f. Baccheraia si prevedono due sezioni di controllo ubicate rispettivamente una a monte ed una a valle dell'area oggetto degli interventi. A seguito dell'aggiornamento dello studio idrogeologico effettuato per la galleria Santa Lucia, il PMA aggiornato non prevede l'installazione di una stazione idrometrica per il controllo quantitativo dei deflussi in quanto la sezione di monte di tale corso d'acqua non risulta più interessata da interferenze (con impatto quantitativo) con lo scavo della suddetta Galleria.

"Torrente Marina": il t. Marina non interseca direttamente il tracciato autostradale, ma sarà interessato dalla realizzazione di alcuni tratti della viabilità di servizio; inoltre costituisce il ricettore di molti dei fossi o rii secondari direttamente interessati dalle opere autostradali. In particolare si immettono nel torrente Marina i fossi Rimpolli, Corzanello, Rio della Cassiana, Ragnaia, Torraccia e infine il torrente Marinella. Il bacino idrografico del torrente Marina a monte dell'immissione del torrente Marinella ha un'estensione di 22,52 Km<sup>2</sup>, a valle della confluenza l'area del bacino è di 47,9 Km<sup>2</sup>. Sul t. Marina si prevedono 4 sezioni di misura ubicate lungo il torrente, con la sezione di monte ubicata a valle dell'immissione del fosso Rimpolli e la sezione di valle dopo la confluenza con il torrente Marinella, ma a monte della presa dell'acquedotto. Inoltre per garantire un controllo complessivo delle eventuali interferenze delle acque superficiali con le lavorazioni, il PMA prevede l'installazione di una stazione in continuo sul t. Marina a la Chiusa a valle delle lavorazioni, ma sempre a monte della presa dell'acquedotto.

"Torrente Marinella": il t. Marinella di Legri viene attraversato dal tracciato autostradale di progetto in corrispondenza del Km 12,6, in prossimità di Calenzano nel tratto prima della Piana di Firenze. Il torrente sarà interessato dalla realizzazione del viadotto Marinella e dalla relativa area di cantiere, dalla viabilità di servizio e indirettamente, tramite il Rio dei Sei Boschi, dal cantiere di imbocco nord della galleria Boscaccio. La superficie del bacino sottesa alla sezione di interferenza con il tracciato autostradale risulta di 20,3 Km<sup>2</sup>, mentre alla confluenza con il torrente Marina l'area del bacino è pari a 21,64 Km<sup>2</sup>. Sul t. Marinella si prevedono due sezioni di controllo ubicate rispettivamente una a monte ed una a valle degli interventi. Inoltre per garantire un controllo complessivo delle eventuali interferenze delle acque superficiali con le lavorazioni, il PMA prevede l'installazione di una stazione in continuo sul t. Marinella a monte dell'immissione nel t. Marina.

“Torrente Chiosina”: il t. Chiosina viene attraversato dal tracciato autostradale di progetto in corrispondenza del Km 15,5, in prossimità di Ponte a Chiosina nel comune di Calenzano nel tratto prima della Piana di Firenze. Il torrente sarà interessato dall’ampliamento dell’attraversamento idraulico e dalla viabilità di servizio. La superficie del bacino sottesa alla sezione di interferenza con il tracciato autostradale risulta di 7,7 Km<sup>2</sup>. Il torrente, pur caratterizzato da una certa naturalità e qualità ambientale nel tratto di monte, nel tratto di interesse per il progetto in esame risulta caratterizzato da pessime condizioni di naturalità e di qualità ambientale, sia per la presenza di scarichi nella zona industriale, sia per le opere di rettificazione e di arginatura dell’alveo.

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

Codice completo: **A1-BF-BM-SU-SC-01**

**A1** = A1 – Autostrada A1 Milano Napoli

**BF** = tratto in esame Barberino di Mugello – Firenze Nord

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

BM = Barberino di Mugello;

CA = Calenzano;

FI = Firenze;

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

**SC** = individuazione punto di misura: “Fosso Scopicci”

SC = Fosso Scopicci;

MU = Fosso della Mulinaccia;

RT = Fosso Ritortolo;

BA = Fosso Baccheraia;

MA = Torrente Marina;

ML = Torrente Marinella;

CH = Torrente Chiosina;

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

La tabella 11 riporta l’elenco delle stazioni di misura, con relativa codifica e comune.

Stazione	Denominazione	Comune
A1-BF-BM-SU-SC-01	F. Scopicci - monte	Barberino
A1-BF-BM-SU-SC-02	F. Scopicci - valle	Barberino
A1-BF-BM-SU-MU-03	T. Mulinaccia - monte	Barberino
<b>A1-BF-BM-SU-MU-04</b>	<b>T. Mulinaccia - valle</b>	<b>Barberino</b>
A1-BF-CA-SU-RT-05	Fosso Ritortolo monte	Barberino
<b>A1-BF-BM-SU-RT-06</b>	<b>Fosso Ritortolo valle</b>	<b>Barberino</b>
A1-BF-BM-SU-BA-07	Fosso Baccheraia monte	Barberino
A1-BF-BM-SU-BA-08	Fosso Baccheraia valle	Barberino
A1-BF-CA-SU-MA-13	Torrente Marina a valle de la Cassiana	Calenzano
A1-BF-CA-SU-ML-14	Torrente Marinella monte	Calenzano
<b>A1-BF-CA-SU-ML-15</b>	<b>Torrente Marinella valle</b>	<b>Calenzano</b>
<b>A1-BF-CA-SU-MA-16</b>	<b>Torrente Marina a La Chiusa</b>	<b>Calenzano</b>
A1-BF-CA-SU-CH-17	Torrente Chiosina monte	Calenzano
A1-BF-CA-SU-CH-18	Torrente Chiosina valle	Calenzano

Tabella 11 – Elenco stazioni di monitoraggio (in grassetto: punti di misura con strumentazione in continuo)

I parametri di misura comprendono un set standard (A1+A2) contenente le indagini quantitative e i parametri chimico fisici, un set A11 relativo alla determinazione del trasporto solido in sospensione, un set contenente parametri chimici specialistici (A3), un set riguardante i parametri biologici o di origine antropica (A4), un set relativo ai sedimenti (A5), un set relativo all'Indice Biotico Esteso (A6), un set relativo al Multihabitat proporzionale (A6bis) e un set relativo all'Indice Funzionalità Fluviale (A7). In tabella 12 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
A11	QTS – Trasporto solido in sospensione
A2	T – Temperatura acqua PH – Concentrazione ioni idrogeno COND – Conducibilità elettrica specifica O.D. – Ossigeno Disciolto SST – Solidi Sospesi Totali
A3	C.O.D. Idrocarburi totali Cromo totale Nichel Zinco Cadmio Cloruri Solfati Calcio Alluminio
A4	Nitrati Nitriti Ammoniaca BOD5



CODICE SET FUNZIONALE	CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO
	Escherichia Coli IPA
A5 (sedimenti)	Nichel Cromo Cadmio Rame Zinco IPA Oli minerali (metodo IR e/o caratterizzazione con gascromatografia)
A.51	Scheda di caratterizzazione delle dinamiche di trasporto solido in alveo
A6	I.B.E. – Indice Biotico Esteso (U.S., C.Q.)
A6bis	M.H.P.- Multi-habitat Proporzionale
A7	I.F.F. – Indice di Funzionalità Fluviale

Tabella 12 - 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 A11

Determinazione del trasporto solido in sospensione, verrà effettuato solo in corrispondenza dei corsi d'acqua principali

SET A3, A4, A5

I parametri dei set A3, A4 e A5 daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di "bianco" dei corsi d'acqua.

SET A51

Il Set A51 è finalizzato alla caratterizzazione qualitativa delle dinamiche di trasporto solido in alveo, che avverrà sia tramite indagini di tipo fisico (valutazione della granulometria del sedimento di fondo, valutazione del trasporto solido in sospensione), sia di tipo chimico (analisi chimiche di laboratorio su sedimenti), sia di tipo morfologico (rilievi delle sezioni trasversali). Il set A51 viene effettuato sempre in concomitanza con il set A5 ed è facoltativamente associato al set A11 di determinazione del trasporto solido in sospensione.

SET A6 e SET A6bis

Nel set di parametri A6 rientra la determinazione dell'Indice Biotico Esteso (I.B.E.), basato sulla ricchezza e la composizione delle comunità macrobentoniche. Tale indice, 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.

Nel set di parametri A6bis 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.

Nell'ambito del monitoraggio, si propone l'affiancamento del metodo MHP per un periodo di un anno al metodo IBE in quanto quest'ultimo non è più contemplato dalla normativa tra i criteri tecnici per la classificazione, venendo sostituito dal sistema MacrOper o MHP. In particolare il metodo MHP è stato approvato tramite il Decreto Ministeriale 8/11/2010 n° 260. Tale concomitanza servirà a valutare, in seguito ai risultati ottenuti, se tali metodiche risultano equivalenti. In caso affermativo per il futuro monitoraggio della tratta sarà possibile applicare solo quella più recente (metodo MHP) approvata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

### 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
A1-BF-BM-SU-SC-01	F. Scopicci - monte	A1+A2+A3+A5
A1-BF-BM-SU-SC-02	F. Scopicci - valle	A1+A2+A3+A5
A1-BF-BM-SU-MU-03	T. Mulinaccia - monte	A1+A2+A3+A5+A6 e/o A6bis
<b>A1-BF-BM-SU-MU-04</b>	<b>T. Mulinaccia - valle</b>	<b>A1+A2+A3+A5+A6 e/o A6bis</b>
A1-BF-CA-SU-RT-05	Fosso Ritortolo monte	A1+A11+A2+A3+A4+A5+A6 e/o A6bis
<b>A1-BF-BM-SU-RT-06</b>	<b>Fosso Ritortolo valle</b>	<b>A1+A11+A2+A3+A4+A5+A51+A6 e/o A6bis+A7</b>
A1-BF-BM-SU-BA-07	Fosso Baccheraia monte	A1+A2+A3+A4+A5+A6 e/o A6bis
A1-BF-BM-SU-BA-08	Fosso Baccheraia valle	A1+A2+A3+A4+A5+A6 e/o A6bis +A7*
A1-BF-CA-SU-MA-13	Torrente Marina a valle de la Cassiana	A1+A11+A2+A3+A4+A5+A51+A6 e/o A6bis+A7*
A1-BF-CA-SU-ML-14	Torrente Marinella monte	A1+ A11+A2+A3+A4+A5+A6 e/o A6bis
<b>A1-BF-CA-SU-ML-15</b>	<b>Torrente Marinella valle</b>	<b>A1+A11+A2+A3+A4+A5+A51+A6 e/o A6bis+A7*</b>
<b>A1-BF-CA-SU-MA-16</b>	<b>Torrente Marina a La Chiusa</b>	<b>A1+A11+A2+A3+A4+A5+A51+A6 e/o A6bis +A7*</b>
A1-BF-CA-SU-CH-17	Torrente Chiosina monte	A1+A2+A3
A1-BF-CA-SU-CH-18	Torrente Chiosina valle	A1+A2+A3

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

Il set A6bis verrà affiancato al set A6 per un periodo di un anno. Dopodiché verrà utilizzato il solo set A6bis.

Tabella 13 – Indagini suddivise per set di parametri funzionali (in grassetto: punti di misura con strumentazione in continuo)

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 frequenza maggiore rispetto alla fase precedente, in modo da poter evidenziare eventuali modifiche ed alterazioni, con particolare riferimento alle sezioni ove non è presente il monitoraggio in continuo.

Set di misura	Ante Operam	Corso d'opera	Post Operam
A1, A2	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
A3	Trimestrale	Trimestrale	Semestrale
A11, A4, A5, A51	Trimestrale	Trimestrale	Semestrale
A6 e/o A6bis	Semestrale	Semestrale	Semestrale
A7	Annuale	Annuale	Annuale

Tabella 14 – Frequenza di misura per i vari set di parametri funzionali

Si riporta di seguito il dettaglio delle sezioni e le caratteristiche della strumentazione in continuo. A seguito della variazione del progetto la sezione A1-BF-CA-SU-ML-14 (Torrente Marinella monte) è diventata un sito di monitoraggio ubicato a monte delle lavorazioni; per tale motivo su tale sezione verranno effettuate indagini per campagne senza il controllo con strumentazione in continuo previsto nel precedente PMA.

Stazione	Denominazione	Strumentazione in continuo
A1-BF-BM-SU-MU-04	T. Mulinaccia - valle	Livello idrometrico (H), pH, Conducibilità elettrica, torbidità
A1-BF-BM-SU-RT-06	Fosso Ritortolo valle	Livello idrometrico (H), pH, Conducibilità elettrica, torbidità
A1-BF-CA-SU-ML-15	Torrente Marinella valle	Livello idrometrico (H), pH, Conducibilità elettrica, torbidità
A1-BF-CA-SU-MA-16	Torrente Marina a La Chiusa	Livello idrometrico (H), pH, Conducibilità elettrica, torbidità

Tabella 15 – Strumentazione in continuo

#### 4.2.2. Acque Sotterranee

Il tracciato autostradale nel tratto in oggetto interessa l'estremità occidentale della Valle della Sieve fino allo spartiacque delle Croci di Calenzano, dopo di che scende verso la pianura lungo il versante sinistro della valle del t. Marina, che costeggia in modo subparallelo. Complessivamente il tracciato interessa la Formazione di Monte Morello e la Formazione di Sillano.

Il progetto di ampliamento prevede la realizzazione di nuovi tratti in galleria, opere potenzialmente in grado di alterare il regime di flusso idrico sotterraneo; per alcuni di questi tratti inoltre è stata valutata una certa criticità idrogeologica dovuta all'interferenza di tali opere con l'acquifero di Monte Morello e alla presenza di battenti idrici superiori alla volta.

Sulla base degli studi idrogeologici disponibili, è stato quindi delineato un sistema di monitoraggio mirato essenzialmente al controllo degli effetti legati alla realizzazione delle gallerie e delle opere in sotterraneo. La rete di misura interessa alcune delle captazioni (pozzi e sorgenti) ubicate all'interno delle aree di potenziale influenza delle gallerie e rappresentative delle diverse condizioni idrogeologiche. Vengono inoltre monitorati alcuni piezometri ubicati lungo il tracciato delle gallerie, che potranno fornire informazioni relative all'andamento dei livelli di falda, senza l'influenza di prelievi ed emungimenti. Il controllo è

stato inoltre esteso anche a quelle captazioni che, pur rimanendo all'esterno delle aree di possibile influenza, risultano rilevanti per il loro uso attuale e futuro, anche nell'ottica di individuazione di fonti di approvvigionamento alternativo.

Nell'ambito degli approfondimenti per la redazione degli studi idrogeologici, è stato effettuato un attento censimento delle captazioni presenti nell'area, estendendo le indagini anche al di fuori delle aree di potenziale influenza delle gallerie. Durante le operazioni di scavo delle gallerie, nel caso in cui il monitoraggio evidenziasse un'evoluzione anomala della falda, rispetto alle previsioni di impatto, sarà quindi possibile estendere la rete dei punti di misura sulla base del censimento effettuato in fase di progettazione. Per maggior leggibilità degli elaborati del monitoraggio, per l'individuazione dei punti censiti, ma non appartenenti alla rete del PMA, si rimanda agli specifici elaborati di progetto (Carta idrogeologica e carta delle aree d'influenza del drenaggio delle gallerie).

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

La misura di portata delle venute d'acqua in galleria verrà effettuata in corrispondenza degli imbocchi e fornirà un dato cumulativo del totale di acqua drenata; per le difficoltà legate alle fasi di scavo e alle problematiche di accesso in sicurezza al cantiere il Piano di Monitoraggio non prevede l'esecuzione di misure di portata d'acqua al fronte. Per garantire comunque un controllo continuo e dettagliato delle venute idriche in galleria, verranno predisposti dei sistemi di misura in continuo delle portate cumulate agli imbocchi; eventuali venute concentrate al fronte saranno quindi registrate in termini di variazione di portata agli imbocchi. La misurazione delle portate avverrà tramite strumentazione in continuo in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie dove sono previste le venute idriche maggiori, ovvero le gallerie Santa Lucia e Boscaccio; per quanto riguarda le altre gallerie, verranno invece predisposti dei pozzetti in corrispondenza dei quali, in caso di necessità, sarà possibile effettuare la misura di portata con metodo volumetrico a mezzo di recipienti graduati.

Di seguito verranno sinteticamente descritte le zone interessate da interventi e lavorazioni potenzialmente interferenti con le acque superficiali e che saranno oggetto di monitoraggio ambientale; partendo da Barberino di Mugello si incontrano le seguenti aree:

“Galleria Artificiale Case Forno (da prog. Km 2+492 a progr. Km 2+685)”: il PMA prevede indagini in corrispondenza di 1 pozzo.

“Galleria Santa Lucia (da prog. Km 3+413 a progr. Km 11+307)” La nuova galleria Santa Lucia, è funzionale a garantire un flusso monodirezionale per la tratta autostradale Barberino - Firenze Nord, tramite l'alloggiamento di una piattaforma a tre corsie di marcia. E' costituita da un unico fornice. per uno sviluppo complessivo di 7.770 metri. La galleria interesserà quasi esclusivamente rocce appartenenti alle Unità Liguri del Supergruppo della Caldana. Essa sarà scavata a profondità maggiore rispetto a quelle che sostituisce, e questo permetterà di evitare quei tratti di MML (formazione di MonteMorello) in paleofrana. Quasi tutta la galleria sarà scavata sotto il livello di falda. La maggiore copertura della galleria comporta anche un carico piezometrico maggiore; ma, questo, ai fini del drenaggio della galleria, è compensato, in generale, dalla minore permeabilità della roccia, perché l'apertura delle fratture sarà minore rispetto a quella delle gallerie scavate più vicino alla superficie, quindi con roccia più detensionata. Gli studi idrogeologici non escludono interferenze con le captazioni presenti nella zona di influenza. Il PMA prevede indagini in corrispondenza di 13 pozzi, 5 piezometri e 10 sorgenti. Per garantire inoltre un maggior controllo degli effetti dello scavo della galleria, è previsto il monitoraggio in continuo di alcuni dei punti di misura più significativi (2 pozzi e 2 sorgenti). Il PMA prevede inoltre indagini quali-quantitative sulle acque intercettate dalla galleria; sono quindi stati inseriti 2 punti di misura in corrispondenza degli imbocchi. Il PMA è stato aggiornato in base alla

revisione del modello idrogeologico (rif. STP2019 del luglio 2012). In particolare è stata stimata una riduzione della quantità di acqua drenata dalla galleria del 35%, pertanto il numero di siti monitorati non è stato variato; è stato inoltre previsto un potenziamento delle campagne periodiche, in funzione dell'avanzamento del fronte di scavo.

“Galleria Boscaccio (da prog. Km 12+894 a progr. Km 14+886)”: la galleria lunga 1992 m interessa soprattutto la Formazione di Monte Morello. I primi 200 m dall'imbocco Nord presentano una situazione geologica complessa: sono infatti presenti due faglie che delimitano un tratto in cui lo scavo interesserà la Formazione di Sillano; superata la seconda faglia la galleria si sviluppa interamente nella Formazione di Monte Morello. Gli studi idrogeologici non escludono interferenze con le captazioni presenti nella zona di influenza. Il PMA prevede indagini in corrispondenza di 8 pozzi e 2 sorgenti. Per garantire inoltre un maggior controllo degli effetti dello scavo della galleria, è previsto il monitoraggio in continuo di alcuni dei punti di misura più significativi (1 pozzo). Il PMA prevede inoltre indagini quali-quantitative sulle acque intercettate dalla galleria; sono quindi stati inseriti 2 punti di misura in corrispondenza degli imbocchi.

“Galleria urbana Del Colle”: la strada comunale del Colle passerà sotto la collina di san Donato (Calenzano) con una galleria naturale lunga 375 m (450m complessivi contando gli imbocchi in artificiale). Gli studi idrogeologici non escludono interferenze con le captazioni presenti nella zona di influenza. Il PMA prevede indagini in corrispondenza di 3 pozzi.

“Deposito le Carpugnane”: nell'area le Carpugnane il PMA prevede indagini in corrispondenza di 2 pozzi, ubicati in posizione di monte e valle idrogeologica rispetto al deposito.

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: **A1-BF-BM-SO-PP-01**

**A1** = A1 – Autostrada A1 Milano Napoli

**BF** = tratto in esame Barberino di Mugello – Firenze Nord

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

BM = Barberino di Mugello;

CA = Calenzano;

FI = Firenze;

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

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

SP = Sorgente privata;

SC = Sorgente comunale;

PP = Pozzo privato;

PC = Pozzo comunale;

PZ = Piezometro.

GL = Imbocco Galleria Santa Lucia

GB = Imbocco Galleria Boscaccio

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio

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

Stazione	Denominazione	Opera	Comune
A1-BF-BM-SO-PP-70	Cornocchio	Galleria Case Forno	Barberino
A1-BF-BM-SO-PP-80	Case Forno	Galleria Case Forno	Barberino
A1-BF-BM-SO-PP-90	Cornocchio Vetta	Galleria Case Forno	Barberino
A1-BF-BM-SO-PP-03	Serra presso Mulinaccia	Viadotto Mulinaccia	Barberino
A1-BF-CA-SO-SC-01***	Opera di presa Baccheraia	Galleria S. Lucia	Barberino
A1-BF-BM-SO-SP-01*	Sorgente 1	Galleria S. Lucia	Barberino
A1-BF-BM-SO-SP-02*	Sorgente 2	Galleria S. Lucia	Barberino
A1-BF-CA-SO-GL-901	Galleria S. Lucia imbocco nord	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-47	Poderuzzo	Galleria S. Lucia	Calenzano
<b>A1-BF-CA-SO-SP-06</b>	<b>Lo Smorto – Cernerà 1</b>	<b>Galleria S. Lucia</b>	Calenzano
A1-BF-CA-SO-SP-06bis	Lo Smorto – Cernerà 2	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-32	Le Croci – Fiona May	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-40	Le Croci 3	Galleria S. Lucia	Calenzano
<b>A1-BF-CA-SO-PP-49bis</b>	<b>Poggio del Tesoro bis</b>	<b>Galleria S. Lucia</b>	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-31bis	C. Bucherale	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PZ-151	Sondaggio S15	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PZ-171	Sondaggio S17	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-39	C. Tralloro	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-410**	Pozzo cod. prov. 41075 – Poggio Fontanelle	Galleria S. Lucia	Calenzano
<b>A1-BF-CA-SO-SP-25</b>	<b>Case Olmi 1</b>	<b>Galleria S. Lucia</b>	<b>Calenzano</b>
A1-BF-CA-SO-SP-26	Case Olmi 2	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PZ-231	Sondaggio 23	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PZ-241	Sondaggio 24	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PZ-SM1**	Sondaggio SM 1	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PZ-25bis	Sondaggio 25bis	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PZ-SM2**	Sondaggio SM 2	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-SP-07	C. Costa di Ponte Nuovo	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-09	C. Le valli	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-SP-08	Viadotto Corzanello	Galleria S. Lucia	Calenzano
<b>A1-BF-CA-SO-SP-268</b>	<b>Corzanello (cod.prov. 26866)</b>	<b>Galleria S. Lucia</b>	<b>Calenzano</b>
A1-BF-CA-SO-SP-407**	Rizzo	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-349	Finetti (cod. prov. 34918)	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-476	Amerighi (cod.prov. 47611)	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-362	Micheli (cod. prov. 36215)	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-SP-31**	Sorgente SP 31	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PZ-SM3**	Sondaggio SM 3	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-SP-01**	Sorgente Legri	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-SP-02**	Sorgente Acqua Calda	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PZ-SM4**	Sondaggio SM 4	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PZ-SM5**	Sondaggio SM 5	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-150	P. Formicaio	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-SP-11	Valluccia	Galleria S. Lucia	Calenzano

Stazione	Denominazione	Opera	Comune
A1-BF-CA-SO-SP-28	sorgente S28	Galleria S. Lucia	Calenzano
<b>A1-BF-CA-SO-SP-29</b>	<b>sorgente S29</b>	<b>Galleria S. Lucia</b>	<b>Calenzano</b>
A1-BF-CA-SO-PZ-SM6**	Sondaggio SM 6	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-52**	Pozzo P 52	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-18**	Pozzo P18	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-45	C. Nuova	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-44	Osteria degli Alberi	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-GL-903	Galleria S. Lucia imbocco sud	Galleria S. Lucia	Calenzano
A1-BF-CA-SO-GB-921	Galleria Boscaccio imbocco nord	Galleria Boscaccio	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-50	La Chiusa 1	Galleria Boscaccio	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-51	La Chiusa 2	Galleria Boscaccio	Calenzano
<b>A1-BF-CA-SO-PP-30bis</b>	<b>La Chiusa - Lepore</b>	<b>Galleria Boscaccio</b>	Calenzano
A1-BF-CA-SO-SP-19	Boschi di sotto 1	Galleria Boscaccio	Calenzano
A1-BF-CA-SO-SP-19bis	Boschi di sotto 2	Galleria Boscaccio	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-41	P. Fornace	Galleria Boscaccio	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-37	La Villa	Galleria Boscaccio	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-240	Il Poggio	Galleria Boscaccio/Del Colle	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-270	Tempesti - Benelli	Galleria Boscaccio/Del Colle	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-280	Casa del Bosco - Ranfagni	Galleria Boscaccio/Del Colle	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-29	Il Colle	Galleria Del Colle/Boscaccio	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-170bis	Giannelli (cod. prov. 17036)	Galleria Del Colle/Boscaccio	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-137	Bartoletti (cod. prov. 13735)	Galleria Del Colle/Boscaccio	Calenzano
A1-BF-CA-SO-GB-923	Galleria Boscaccio imbocco sud	Galleria Boscaccio	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-153	Via Tessitori	Deposito Carpognane	Calenzano
A1-BF-CA-SO-PP-613	Via Carpognane	Deposito Carpognane	Calenzano

Tabella 16 – Elenco stazioni di monitoraggio (in grassetto: punti di misura con strumentazione in continuo)

\* Siti integrativi richiesti dalla Provincia

\*\* Siti integrativi richiesti dal Ministero

\*\*\* Sito integrativo richiesto dall'Autorità di Bacino del fiume Arno

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 e B4) finalizzato alla valutazione delle eventuali problematiche di interferenza qualitativa tra acquifero ed opere in sotterraneo; è inoltre previsto uno specifico set di parametri (B5) da effettuare in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie (Le Croci, Monte della Valle, Boscaccio), finalizzato al monitoraggio qualitativo delle acque intercettate dalle gallerie; in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie principali verrà inoltre effettuata la misura della portata cumulata delle venute idriche intercettate durante le operazioni di scavo; è inoltre prevista l'esecuzione di prove di emungimento (B6) da effettuare in corrispondenza di alcuni dei pozzi principali.

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
B3	Bicarbonato Calcio Sodio Magnesio Potassio Solfati Cloruri
B4	Nitrati Escherichia coli Idrocarburi totali
B5	Metalli (Alluminio, Cromo, Ferro, Manganese, Rame) Nitrati Escherichia coli Bicarbonato Calcio Sodio Magnesio Potassio Solfati Cloruri Idrocarburi policiclici aromatici Idrocarburi totali
B6	Prova di emungimento

Tabella 17 - 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

Il set B3 è finalizzato ad una caratterizzazione geochimica delle acque di falda e ad 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.

SET B4

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

SET B5

Il set B5 prevede un set di parametri specifici per la caratterizzazione qualitativa delle acque intercettate dalle gallerie.

SET B6



Il set B6, ovvero la prova di emungimento da pozzo, fornisce delle indicazioni sperimentali circa la potenzialità della falda sfruttata.

Stazione	Denominazione	Opera	Set di misure
A1-BF-BM-SO-PP-70	Cornocchio	Galleria Case Forno	B1 (LP)+B2
A1-BF-BM-SO-PP-80	Case Forno	Galleria Case Forno	B1 (LP)+B2
A1-BF-BM-SO-PP-90	Cornocchio Vetta	Galleria Case Forno	B1 (LP)+B2
A1-BF-BM-SO-PP-03	Serra presso Mulinaccia	Viadotto Mulinaccia	B1 (LP)+B2
A1-BF-CA-SO-SC-01***	Opera di Presa Baccheraia	Galleria S. Lucia	B1(QV)+B2
A1-BF-BM-SO-SP-01*	Sorgente 1	Galleria S. Lucia	B1(QV)+B2
A1-BF-BM-SO-SP-02*	Sorgente 2	Galleria S. Lucia	B1(QV)+B2
A1-BF-CA-SO-GL-901	Galleria S. Lucia imbocco nord	Galleria S. Lucia	B1(QV)+B2+B5
A1-BF-CA-SO-PP-47	Poderuzzo	Galleria S. Lucia	B1 (LP)+B2
<b>A1-BF-CA-SO-SP-06</b>	<b>Lo Smorto – Cerneria 1</b>	<b>Galleria S. Lucia</b>	<b>B1 (QV)+B2+B3+B4</b>
A1-BF-CA-SO-SP-06bis	Lo Smorto – Cerneria 2	Galleria S. Lucia	B1 (QV)+B2+B3+B4
A1-BF-CA-SO-PP-32	Le Croci – Fiona May	Galleria S. Lucia	B1 (LP)+B2+B6
A1-BF-CA-SO-PP-40	Le Croci 3	Galleria S. Lucia	B1 (LP)+B2
<b>A1-BF-CA-SO-PP-49bis</b>	<b>Poggio del Tesoro bis</b>	<b>Galleria S. Lucia</b>	<b>B1 (LP)+B2+B3+B4+B6</b>
A1-BF-CA-SO-PP-31bis	C. Bucherale	Galleria S. Lucia	B1 (LP)+B2+B3+B6
A1-BF-CA-SO-PZ-151	Sondaggio S15	Galleria S. Lucia	B1 (LP)
A1-BF-CA-SO-PZ-171	Sondaggio S17	Galleria S. Lucia	B1 (LP)
A1-BF-CA-SO-PP-39	C. Tralloro	Galleria S. Lucia	B1 (LP)+B2
A1-BF-CA-SO-PP-410**	Pozzo cod. prov. 41075	Galleria S. Lucia	B1 (LP)+B2
<b>A1-BF-CA-SO-SP-25</b>	<b>Case Olmi 1</b>	<b>Galleria S. Lucia</b>	<b>B1 (QV)+B2+B3+B4</b>
A1-BF-CA-SO-SP-26	Case Olmi 2	Galleria S. Lucia	B1 (QV)+B2+B3+B4
A1-BF-CA-SO-PZ-231	Sondaggio 23	Galleria S. Lucia	B1 (LP)
A1-BF-CA-SO-PZ-241	Sondaggio 24	Galleria S. Lucia	B1 (LP)
A1-BF-CA-SO-PZ-SM1**	Sondaggio SM 1	Galleria S. Lucia	B1 (LP)
A1-BF-CA-SO-PZ-25bis	Sondaggio 25bis	Galleria S. Lucia	B1 (LP)
A1-BF-CA-SO-PZ-SM2**	Sondaggio SM 2	Galleria S. Lucia	B1 (LP)
A1-BF-CA-SO-SP-07	C. Costa di Ponte Nuovo	Galleria S. Lucia	B1 (QV)+B2+B3
A1-BF-CA-SO-PP-09	C. Le valli	Galleria S. Lucia	B1 (LP)+B2
A1-BF-CA-SO-SP-08	Viadotto Corzanello	Galleria S. Lucia	B1 (QV)+B2+B4
<b>A1-BF-CA-SO-SP-268</b>	<b>Corzanello (cod.prov. 26866)</b>	<b>Galleria S. Lucia</b>	<b>B1 (QV)+B2+B3</b>
A1-BF-CA-SO-SP-407**	Rizzo	Galleria S. Lucia	B1 (QV)+B2
A1-BF-CA-SO-PP-349	Finetti (cod. prov. 34918)	Galleria S. Lucia	B1 (LP)+B2+B3+B4+B6
A1-BF-CA-SO-PP-476	Amerighi (cod.prov. 47611)	Galleria S. Lucia	B1 (LP)+B2
A1-BF-CA-SO-PP-362	Micheli (cod. prov. 36215)	Galleria S. Lucia	B1 (LP)+B2
A1-BF-CA-SO-SP-31**	Sorgente SP 31	Galleria S. Lucia	B1 (QV)+B2
A1-BF-CA-SO-PZ-SM3**	Sondaggio SM 3	Galleria S. Lucia	B1 (LP)
A1-BF-CA-SO-SP-01**	Sorgente Legri	Galleria S. Lucia	B1 (QV)+B2
A1-BF-CA-SO-SP-02**	Sorgente Acqua Calda	Galleria S. Lucia	B1 (QV)+B2
A1-BF-CA-SO-PZ-SM4**	Sondaggio SM 4	Galleria S. Lucia	B1 (LP)
A1-BF-CA-SO-PZ-SM5**	Sondaggio SM 5	Galleria S. Lucia	B1 (LP)
A1-BF-CA-SO-PP-150	P. Formicaio	Galleria S. Lucia	B1 (LP)+B2
A1-BF-CA-SO-SP-11	Valluccia	Galleria S. Lucia	B1 (QV)+B2
A1-BF-CA-SO-SP-28	sorgente S28	Galleria S. Lucia	B1 (QV)+B2+B3+B4

Stazione	Denominazione	Opera	Set di misure
<b>A1-BF-CA-SO-SP-29</b>	<b>sorgente S29</b>	<b>Galleria S. Lucia</b>	<b>B1 (QV)+B2+B3</b>
A1-BF-CA-SO-PZ-SM6**	Sondaggio SM 6	Galleria S. Lucia	B1 (LP)
A1-BF-CA-SO-PP-52**	Pozzo P 52	Galleria S. Lucia	B1 (LP)+B2
A1-BF-CA-SO-PP-18**	Pozzo P 18	Galleria S. Lucia	B1 (LP)+B2
A1-BF-CA-SO-PP-45	C. Nuova	Galleria S. Lucia	B1 (LP)+B2+B3
A1-BF-CA-SO-PP-44	Osteria degli Alberi	Galleria S. Lucia	B1 (LP)+B2
A1-BF-CA-SO-GL903	Galleria S. Lucia imbocco sud	Galleria S. Lucia	B1(QV)+B2+B5
A1-BF-CA-SO-GB-921	Galleria Boscaccio imbocco nord	Galleria Boscaccio	B1(QV)+B2+B5
A1-BF-CA-SO-PP-50	La Chiusa 1	Galleria Boscaccio	B1 (LP)+B2
A1-BF-CA-SO-PP-51	La Chiusa 2	Galleria Boscaccio	B1 (LP)+B2
<b>A1-BF-CA-SO-PP-30bis</b>	<b>La Chiusa - Lepore</b>	<b>Galleria Boscaccio</b>	<b>B1 (LP)+B2+B3+B4+B6</b>
A1-BF-CA-SO-SP-19	Boschi di sotto 1	Galleria Boscaccio	B1 (QV)+B2
A1-BF-CA-SO-SP-19bis	Boschi di sotto 2	Galleria Boscaccio	B1 (QV)+B2
A1-BF-CA-SO-PP-41	P. Fornace	Galleria Boscaccio	B1 (LP)+B2
A1-BF-CA-SO-PP-37	La Villa	Galleria Boscaccio	B1 (LP)+B2
A1-BF-CA-SO-PP-240	Il Poggio	Galleria Boscaccio/Del Colle	B1 (LP)+B2
A1-BF-CA-SO-PP-270	Tempesti - Benelli	Galleria Boscaccio/Del Colle	B1 (LP)+B2+B6
A1-BF-CA-SO-PP-280	Casa del Bosco - Ranfagni	Galleria Boscaccio/Del Colle	B1 (LP)+B2
A1-BF-CA-SO-PP-29	Il Colle	Galleria Del Colle/Boscaccio	B1(QV)+B2
A1-BF-CA-SO-PP-170bis	Giannelli (cod. prov. 17036)	Galleria Del Colle/Boscaccio	B1 (LP)+B2+B6
A1-BF-CA-SO-PP-137	Bartoletti (cod. prov. 13735)	Galleria Del Colle/Boscaccio	B1 (LP)+B2
A1-BF-CA-SO-GB-923	Galleria Boscaccio imbocco sud	Galleria Boscaccio	B1 (LP)+B2+B5
A1-BF-CA-SO-PP-153	Via Tessitori	Deposito Carpognane	B1(LP)+B2+B4
A1-BF-CA-SO-PP-613	Via Carpognane	Deposito Carpognane	B1(LP)+B2+B4

\* Siti integrativi richiesti dalla Provincia

\*\* Siti integrativi richiesti dal Ministero

\*\*\* Sito integrativo richiesto dall'Autorità di Bacino del fiume Arno

Tabella 18 – Indagini suddivise per set di parametri funzionali (in grassetto: punti di misura con strumentazione in continuo)

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.

In particolare, al fine di tenere maggiormente sotto controllo l'evoluzione della piezometria dell'area di intervento è stato inoltre previsto un incremento delle campagne periodiche, in funzione dell'avanzamento del fronte di scavo. Il criterio adottato stabilisce l'intensificazione, con l'avanzare del fronte, della frequenza di misura dei parametri quantitativi in alcune sorgenti presenti nel PMA, passando da una cadenza mensile ad una cadenza quindicinale; il potenziamento si è configurato come una finestra mobile, che interessa progressivamente le captazioni ubicate ad una distanza dal fronte inferiore a 500 m prima e dopo il passaggio del fronte stesso per quanto riguarda la galleria S. Lucia e ad una distanza dal fronte inferiore a 150 m prima e dopo il passaggio del fronte stesso per quanto riguarda la galleria Boscaccio.

Set di misura	Ante Operam	Corso d'opera	Post Operam
B1, B2	mensile	mensile	Mensile
B3, B4	trimestrale	trimestrale	semestrale
B5	-	trimestrale	semestrale
B6	semestrale	-	annuale

Tabella 19 – Frequenza di misura per i vari set di parametri funzionali

Stazione	Denominazione	Opera	Strumentazione in continuo
A1-BF-CA-SO-SP-06	Lo Smorto – Cerneria 1	Galleria Santa Lucia	Portata volumetrica QV
A1-BF-CA-SO-PP-49bis	Poggio del Tesoro bis	Galleria Santa Lucia	Livello piezometrico LP
A1-BF-CA-SO-SP-25	Case Olmi 1	Galleria Santa Lucia	Portata volumetrica QV
A1-BF-CA-SO-SP-268	Corzanello (cod.prov. 26866)	Galleria Santa Lucia	Portata volumetrica QV
A1-BF-CA-SO-SP-29	sorgente S29	Galleria Santa Lucia	Portata volumetrica QV
A1-BF-CA-SO-PP-30bis	La Chiusa - Lepore	Galleria Boscaccio	Livello piezometrico LP

Tabella 20 – Strumentazione in continuo

### 4.3. Settore naturale

#### 4.3.1. Vegetazione

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

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

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

#### Ubicazione delle stazioni di misura

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie in scala 1:5000 allegata e nella Tabella 21.

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

Codice completo: **A1-BF-BM-NA-FM-E2-01**

**A1** = A1 – Autostrada MI-NA

**BF** = tratto Barberino di Mugello – Firenze nord

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

BM = Barberino di Mugello

CA = Calenzano

**NA** = Naturale

**FM** = Area di monitoraggio (cantiere, deposito temporaneo o definitivo, tratto in rilevato, tratto in trincea, ritombamenti)

FM = Fosso della Mulinaccia

AB = Area Bellosguardo

SL = Galleria Santa Lucia

PN = Ponte Nuovo

BO = Galleria Boscaccio

SC = Sito di Controllo

**E2** = Metodica di monitoraggio

E2 = Rilievo Fitosociologico

EB = Valore Vegetazionale d'Alveo

EA = Stima della vegetazione sottratta

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

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO								NOTE
		Ante Operam			Corso d'Opera			Post Operam		
Codice	Denominazione	E2	EA	EB	E2	EA	EB	E2	EB	
A1-BF-BM-NA-FM-E2-01	Fosso della Mulinaccia I	3			21			3		Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi
A1-BF-BM-NA-FM-EB-01	Fosso della Mulinaccia I			1			7		1	Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi
A1-BF-BM-NA-FM-E2-02	Fosso della Mulinaccia II	3			21			3		Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi
A1-BF-BM-NA-AB-E2-03	Area Bellosguardo	3			21			3		Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi
A1-BF-BM-NA-AB-EA-03	Area Bellosguardo		1			21				Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi
A1-BF-CA-NA-PN-E2-04	Cantiere CA 26 - Pontenuovo	3			21			3		Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi
A1-BF-CA-NA-PN-EB-04	Cantiere CA 26 - Pontenuovo			1			7		1	Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi
A1-BF-CA-NA-BO-E2-05	Imbocco nord galleria "Boscaccio"	3			21			3		Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi
A1-BF-CA-NA-SC-E2-06	Sito di controllo	3			21			3		Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi
A1-BF-CA-NA-SC-E2-07	Sito di controllo	3			21			3		Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi
<b>TOTALE</b>		<b>21</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>147</b>	<b>21</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>2</b>	

Tabella 21 - Piano delle misure da effettuare – Vegetazione

### 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.

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

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

#### Ubicazione delle stazioni di misura

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie in scala 1:5000 allegata e nella Tabella 22.

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

Codice completo: **A1-BF-BM-NA-FM-FA-01**

**A1** = A1 – Autostrada MI-NA

**BF** = tratto Barberino di Mugello – Firenze nord

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

BM = Barberino di Mugello

CA = Calenzano

**NA** = Naturale

**FM** = Area di monitoraggio (cantiere, deposito temporaneo o definitivo, tratto in rilevato, tratto in trincea, ritombamenti)

FM = Fosso della Mulinaccia

AB = Area Bellosguardo

CR = Carpugnane

PN = Ponte Nuovo

BO = Galleria Boscaccio

CP = Cantiere Madonna del Facchino

**FA** = Metodica di monitoraggio

FA = Avifauna

FN = Anfibi

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

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO						NOTE
		Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
Codice	Denominazione	FA	FN	FA	FN	FA	FN	
A1-BF-BM-NA-FM-FA-01	Fosso della Mulinaccia	5		35		5		Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi
A1-BF-BM-NA-FM-FN-01	Fosso della Mulinaccia		4		28		4	Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi
A1-BF-CA-NA-CR-FA-02	Parco delle Carpugnane	5		35		5		Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi
A1-BF-CA-NA-CR-FN-02	Parco delle Carpugnane		4		28		4	Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi
A1-BF-CA-NA-PN-FA-03	Cantiere CA 26 - Pontenuovo	5		35		5		Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi
A1-BF-CA-NA-PN-FN-03	Cantiere CA 26 - Pontenuovo		4		28		4	Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi
A1-BF-CA-NA-BO-FA-04	Imbocco nord galleria "Boscaccio"	5		35		5		Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi
A1-BF-CA-NA-BO-FN-04	Imbocco nord galleria "Boscaccio"		4		28		4	Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi
A1-BF-CA-NA-CP-FA-05	Cantiere Madonna del Facchino	5		35		5		Si ipotizza un corso d'opera di 84 mesi
<b>TOTALE</b>		<b>25</b>	<b>16</b>	<b>175</b>	<b>112</b>	<b>25</b>	<b>16</b>	

Tabella 22 - Piano delle misure da effettuare – Fauna

#### 4.3.3. Suolo

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

##### Ubicazione delle stazioni di misura

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie in scala 1:5000 allegata e nella Tabella 24.

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

Codice completo: **A1-BF-BM-SL-AB-01**

**A1** = A1 – Autostrada MI-NA

**BF** = tratto Barberino di Mugello – Firenze nord

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

BM = Barberino di Mugello

CA = Calenzano

**SL** = Suolo

**AB** = Area di monitoraggio (cantiere, deposito temporaneo o definitivo, tratto in rilevato, tratto in trincea, ritombamenti)

AB = Area Bellosguardo

CO = Cantiere Cornocchio

CC = Campo Base Cornocchio

CA = Campo Base Carraia

MF = Cantiere Madonna del Facchino

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

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO															
		Ante Operam						Corso d'Opera (84 mesi)				Post Operam					
Codice	Denominazione	E4	E5	E6	E24	E25	E26	E6	E24	E25	E26	E4	E5	E6	E24	E25	E26
A1-BF-BM-SL-AB-01	Area Bellosguardo CA 05	1	4	10	20	1	1	105	140	7	84	1	4	10	20	1	1
A1-BF-BM-SL-CO-02	Cantiere Cornocchio CA 02	1	2	5	10	1	1	56	70	7	84	1	2	5	10	1	1
A1-BF-BM-SL-CC-03	Campo Base Cornocchio CA 01	1	3	9	17	1	1	98	119	7	84	1	3	9	17	1	1
A1-BF-CA-SL-CA-04	Campo Base Carraia CA 03	1	3	9	18	1	1	98	119	7	84	1	4	9	18	1	1
A1-BF-CA-SL-MF-05	Cantiere Madonna del Facchino CA04	1	3	10	20	1	1	105	140	7	84	1	3	10	20	1	1
<b>TOTALE</b>		<b>5</b>	<b>15</b>	<b>43</b>	<b>85</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>462</b>	<b>588</b>	<b>35</b>	<b>420</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	<b>43</b>	<b>85</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

Tabella 23 - Piano delle misure da effettuare – Suolo

#### 4.4. Settore Assetto Fisico del Territorio

La tratta dai lavori di ampliamento dell'autostrada nel tratto Barberino di Mugello-Calenzano può essere suddivisa da nord a sud in tre parti relativamente omogenee dal punto di vista geologico: la prima, lunga poco più di 2 Km, attraversa l'estrema propaggine occidentale della Val di Sieve e poggia principalmente su formazioni geologiche sommitali del Complesso Toscano; la parte centrale, poggia invece su formazioni appartenenti ai Complessi delle "Liguridi" (Tosco-Emiliani) e soprattutto alla Formazione di M. Morello; infine la parte più meridionale, appoggia sui depositi clastici quaternari della Val d'Arno.

Dal punto di vista idrogeologico nell'area in studio sono presenti sostanzialmente due acquiferi degni di rilievo, costituiti uno dalle arenarie del Falterona, l'altro dai Calcari marnosi del Monte Morello; la circolazione idrica sotterranea è strettamente legata alla fessurazione delle rocce. Sono inoltre presenti subordinatamente acquiferi locali relativi alle coltri detritiche, ai conoidi ai depositi alluvionali e fluviali ed ai depositi eluvio-colluviali; questi possono essere più o meno degni di nota in relazione alla loro estensione e spessore; essi possono essere sede di falde freatiche superficiali di non grande entità strettamente legate agli apporti piovosi stagionali

Dall'esame delle indagini di dettaglio di carattere geomorfologico e strutturale emerge che i maggiori impatti sono da attendersi sia in aree caratterizzate dalla presenza di fenomeni gravitativi in atto e quiescenti, sia in aree interessate da paleofrane. In tali situazioni l'esecuzione di scavi può portare ad una situazione di disequilibrio dei terreni con conseguente riattivazione dei movimenti gravitativi.

Sono inoltre potenzialmente interessabili dal futuro tracciato autostradale quelle aree stabili, ma caratterizzate da terreni a scadenti caratteristiche fisico-meccaniche, interessate da

importanti scavi e/o sbancamenti, tali da determinare situazioni geometriche e geotecniche in grado di favorire fenomeni gravitativi.

#### Individuazione dei siti di monitoraggio

Nel programma di monitoraggio del settore Assetto Fisico del Territorio vengono considerati i settori del tracciato autostradale dove si individua la concomitanza delle due seguenti condizioni:

- area con propensione al dissesto (frana attiva, a1 nel profilo geologico, o frana quiescente, a1 nel profilo geologico);
- ricettori sensibili (opere progettuali o strutture abitative).

Sono state pertanto individuate le seguenti 5 aree:

1. Viadotto Bellosguardo, fenomeno franoso attivo, progr. Km 2+350 circa;
2. Località Tralloro, area in frana quiescente, progr. Km 5+500 circa;
3. Località Torraccia-Ragnaia, progr. Km 10+150;
4. Imbocco Nord Galleria Boscaccio, progr. Km 13+100
5. Imbocco Sud Galleria Boscaccio, progr. Km 14+560

La planimetria in scala 1:5000 allegata riporta l'ubicazione delle 5 aree di monitoraggio, ciascuna individuata da un codice assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Codice completo: **A1-BF-BM-BS-TP-101**

**A1** = A14 – Autostrada Milano-Napoli

**BF** = tratto Barberino di Mugello – Firenze nord

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

BM = Barberino di Mugello;

CA = Calenzano

**BS** = individuazione area di monitoraggio: "Viadotto Bellosguardo"

BS = Viadotto Bellosguardo;

TN = Località Tralloro;

TR = Località Torraccia-Ragnaia;

BN = Imbocco Nord Galleria Boscaccio.

BS = Imbocco Sud Galleria Boscaccio

**TP** = tipologia/metodica di misura (TP tubo piezometrico)

TI = tubo inclinometrico;

TP = tubo piezometrico;

TE = tubo estensimetrico;

MT = mira topografica.



**100** = numero progressivo/codice relativo alla strumentazione geotecnica esistente e prevista presente nell'area di monitoraggio.

La tabella seguente riporta l'elenco delle aree di monitoraggio con relativa codifica, Comune e riferimento dell'area di dissesto riportata nel profilo geologico a progetto (a1, accumuli di frana attiva; a2, accumuli di frana quiescente):

Area di monitoraggio	Denominazione	Comune	Tipologia deposito franoso
A1-BF-BM-BS	Viadotto Bellosguardo	Barberino di Mugello	A1-A2
A1-BF-CA-TN	Località Tralloro	Calenzano	A2
A1-BF-CA-TR	Località Torraccia-Ragnaia	Calenzano	A2
A1-BF-CA-BN	Imbocco Nord Galleria Boscaccio	Calenzano	A2
A1-BF-CA-BS	Imbocco Sud Galleria Boscaccio	Calenzano	A2

Tabella 24 - Elenco aree di monitoraggio geotecnico in superficie

#### *Descrizione dei siti di monitoraggio individuati*

##### *Viadotto Bellosguardo (A1-BF-BM-BS)*

In località Bellosguardo, a partire dalla progr. 2+291 è prevista la realizzazione di un viadotto di 148 metri. Tutto il settore è tormentato da dissesti che si impostano sulla Formazione di Sillano, costituente il substrato della zona, e sui depositi di riporto antropico presenti. In particolare nel primo tratto fino alla progr. 2+313 circa, il riporto antropico spesso circa 5 metri e derivato dallo scavo della Formazione di Sillano effettuato per la realizzazione dell'attuale tracciato autostradale, presenta arealmente diffusi fenomeni di soliflusso. Nell'attraversamento del fosso sottostante, il tracciato intercetta prima un fenomeno franoso attivo che interessa la Formazione di Sillano per spessori dell'ordine di 6 - 8 metri (fino alla progr. 2+372,7) poi un corpo di frana quiescente (fino alla progr. 2+416,6 circa) con spessori di circa 5 metri. Nella parte finale il viadotto e la sua spalla sud si impostano sul fianco di un modesto crinale che scende da Case Forno verso est.

La strumentazione geotecnica si compone di 3 verticali inclinometriche e 2 piezometriche. La disposizione nell'area è a controllo del corpo franoso attivo che insiste tra la spalla nord e le pile di fondazione del viadotto e la località San Crispino.

##### *Località Tralloro (A1-BF-CA-TN)*

Il tracciato della galleria S.Lucia prosegue con l'attraversamento del crinale di Case Tralloro. Lo scavo (dalla progr. 5+392 – alla progr. 5+585 circa) si imposta nella Formazione di Monte Morello con strati a franapoggio immergenti ad ovest, nord-ovest. I sondaggi geognostici indicano un ammasso da mediamente fratturato a fratturato con locali zone più tettonizzate segnalate sul profilo. Tutti i sondaggi registrano la presenza più o meno frequente di livelli di limo argilloso con spessori nell'ordine dei 10-20 cm, intercalati tra i pacchi calcarei. Questi interlivelli sono interpretati come alterazione delle porzioni marnoso - pelitiche degli strati che, foliandosi e fratturandosi registrano la deformazione subita dall'ammasso. Si segnala come, noto l'assetto generale del versante a franapoggio, questi livelli possano costituire superfici preferenziali di scivolamento.

Per l'edificio posto a monte del tracciato si prevede di monitorare le strutture abitative durante le fasi realizzative con una rete fessurimetrica e topografica.

La strumentazione geotecnica è composta da 1 coppia inclinometro-piezometro disposte a valle delle strutture abitative di Case Tralloro presenti al di sopra della zona di tracciato, in relazione alla presenza di una frana quiescente ed a controllo del suo comportamento in fase di scavo.

#### *Località Torraccia-Ragnaia (A1-BF- CA -TR)*

In prossimità dell'imbocco sud della galleria S. Lucia, alla prog. km 10+150 circa, il tracciato intercetta un deposito di frana quiescente, con spessori di circa 10-12 metri, che interessa il tracciato fino alla prog. 10+652 circa.

Superata l'area in frana quiescente, il tracciato si imposta per breve tratto su una coltre di detrito di versante di spessori presumibilmente modesti poggiante sulla Formazione di Monte Morello.

L'area in frana quiescente sarà controllata da 2 coppie inclinometro-piezometro disposte a sezione a monte del tracciato lungo il crinale che scende dall'abitato di Villa Ginori.

#### *Imbocco Nord Galleria Boscaccio (A1-BF-CA-BN)*

All'altezza della prog. 12+852 il tracciato intercetta una coltre di detrito che interessa tutto il versante fino alla prog. 13+110 circa. Attorno alla prog. 12+887 il tracciato intercetta una faglia che pone in contatto la Formazione di Monte Morello con quella di Sillano nella quale si imposta l'imbocco della galleria. Alla prog. 13+038 intercetta una nuova zona di faglia oltre la quale lo scavo si attesta nella Formazione di Monte Morello, solo marginalmente ed in calotta si riscontra la presenza della sua facies pelitica (MMLp). Il tracciato prosegue nella Formazione di Monte Morello fino alla prog. 13+704 dove la galleria intercetta, in calotta, la base di una paleofrana generata, molto probabilmente, per scivolamento: il tracciato si sviluppa in questo paleo dissesto fino alla prog. 13+806 circa. Per gli edifici posti lungo la galleria Boscaccio alle Progr 13+100 e 13+120 e si prevede di monitorare le strutture abitative durante le fasi realizzative con una rete fessurimetrica e topografica.

La strumentazione geotecnica prevista è composta da 2 coppie (una inclinometro-piezometro ed una estensoinclinometro-piezometro) disposte in sezione tra le strutture abitative presenti al di sopra della zona di imbocco e l'asse della galleria. Anche la galleria Boscaccio, insieme ad altre tratte di bassa copertura (vedi dopo *Tratte a basse coperture delle gallerie naturali*) sarà oggetto di un controllo topografico per il monitoraggio del fenomeno della subsidenza.

#### *Imbocco Sud Galleria Boscaccio (A1-BF-CA-BS)*

Il versante attraversato dalla galleria presenta un prevalente assetto a franapoggio che possono concorrere allo sviluppo di fenomeni di dissesto quando se ne presentino le condizioni: a questo proposito alla prog. 14+128 circa si segnalano livelli di limo, dovuti probabilmente all'alterazione della parte pelitica tettonizzata dello strato calcareo - marnoso, che possono costituire elementi di debolezza. Dalla prog. 14+407 fino alla prog. 14+606 circa, la galleria intercetta in calotta un deposito detritico, in parte di versante ed in parte antropico. Dalla prog. 14+420 alla prog. 14+470 i depositi antropici poggiano su di una sottile coltre di frana quiescente. A questa altezza nel muro di sottoscarpa in carreggiata sud dell'autostrada attuale sono visibili delle lievi crepe, monitorate con fessurimetri attualmente rotti (per movimento connesso alla frana o per cedimento del

riporto antropico), che sottolineano una certa fragilità di questo settore. Si segnala come, all'esterno del tracciato in progetto, siano presenti notevoli spessori di detrito antropico e di versante. Per gli edifici posti sopra la galleria Boscaccio alle Progr. 14+130, 14+380 e 14+400 si ritiene opportuno monitorare gli edifici in modo continuativo durante le fasi realizzative del tratto di galleria adiacente con una rete fessurimetrica e topografica.

La strumentazione è completata da verticali geotecniche composta da 2 coppie inclinometro-piezometro disposte nell'intorno delle strutture abitative presenti al di sopra della zona di imbocco e lungo l'asse di scavo.

#### Strumentazione di monitoraggio esistente e prevista

Nell'ambito delle attività di monitoraggio del settore Assetto fisico del Territorio si intende utilizzare, sino al momento delle interferenze previste con le opere in progetto, la strumentazione esistente composta principalmente da piezometri. Nei siti individuati si disporrà perciò l'esecuzione di verticali inclinometriche e piezometriche a completamento del monitoraggio geotecnico.

Codice Area	Opera	Strumentazione geotecnica presente	Strumentazione geotecnica da installare	Rilevazione topografica e fessurimetrica
A1BFBMBS	Viadotto Bellosguardo	TPIS4bis/TIIS4	TI100/TP1100bis TI101	
A1BFCATN	Località Tralloro	TPIS21 TPS21 TPS22	TI300/TP300BIS	8 mire ottiche su edifici 2 mire su pilastri 10÷15 vetrini graduati
A1BFCATR	Località Torraccia - Ragnaia	TPFR15 TPIF2	TI600/TP600BIS TI601/TP601BIS	
A1BFCABN	Imbocco Nord Galleria Boscaccio	TPIS37	TI700/TP700BIS TE701/TP701BIS	12 mire ottiche su edifici 4 mire su pilastri 10÷15 vetrini graduati
A1BFCABS	Imbocco Sud Galleria Boscaccio	TPIS38bis TPIS39bis TPS57	TI800 TI801/TP801BIS	14 mire ottiche su edifici 4 mire su pilastri 10÷15 vetrini graduati

Tabella 25 - 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 tre 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).

- fase di post operam

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

In tabella 9 si riassume la frequenza di misure stabilita secondo la tipologia strumentale per i 7 siti individuati e precedentemente descritti:

Tipologia di misura	Ante Operam	Corso d'opera	Post Operam
Piezometri (TP)	Trimestrali	Mensili	Trimestrali
Inclinometri (TI)	Trimestrali	Mensili	Trimestrali
Vetrino graduato (VG)		Mensili*	
Mira ottica in muratura (MM)		Mensili*	
Mira ottica in muratura (MP)		Mensili*	

Tabella 26 - 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 galleria.

Tratte a basse coperture delle gallerie naturali

Lungo le tratte a basse coperture delle gallerie naturali, sono previste attività di monitoraggio finalizzate a:

- valutare l'entità e l'ampiezza di fenomeni di subsidenza conseguenti dallo scavo in

- galleria, mediante pilastrini con mira ottica ed estensoinclinometro;
- valutare eventuali cedimenti indotti (e conseguenti danni) sui recettori sensibili posti all'interno o in prossimità delle fasce d'influenza, mediante miniprismi sugli edifici, vibrografi ed inclinometri installati in prossimità dei fabbricati.
  - Valutare possibili effetti negativi sulla stabilità di corpi di frana quiescente intercettati dallo scavo della galleria.

#### Descrizione delle tratte monitorate (Tabella 27)

○ Galleria Santa Lucia: Il nuovo tracciato proposto comporta l'eliminazione di molti dei siti di monitoraggio previsti nella tratta ora interessata dalla Galleria Santa Lucia; inoltre l'interferenza con i 3 dissesti presenti nel tratto oggetto di variante, denominati MF01, MF02 e MF03, risulta minimizzata in quanto la Galleria Santa Lucia, in seguito alle maggiori coperture, sottopassa tali aree di dissesto con copertura non inferiore a 12-15 m rispetto al letto del corpo di frana individuato dalle campagne d'indagine eseguite.

Nella proposta di variante plano-altimetrica, pertanto, si ritiene opportuno prevedere i seguenti siti di monitoraggio:

- Imbocco Nord Galleria Santa Lucia: monitoraggio dell'opera d'imbocco e del versante a tergo;
- Tratta da pk 3+700 a pk 4+100: monitoraggio del piano campagna all'interno del bacino di subsidenza, in considerazione del sottopassaggio dell'autostrada A1 esistente (pk 4+070) e della strada provinciale (pk 3+730) con coperture ridotte;
- Tratta da pk 5+000 a pk 5+400: monitoraggio del versante, in considerazione della presenza dei dissesti MF1 e MF2, delle basse coperture e del passaggio del cunicolo sotto la fondazione di un viadotto esistente;
- Tratta da pk 5+650 a pk 5+840: monitoraggio del versante, in considerazione della presenza del dissesto MF03 e delle ridotte coperture;
- Tratta da pk 10+430 a pk 10+470: monitoraggio del piano campagna sopra la galleria Santa Lucia, in considerazione del sottopassaggio della strada comunale con copertura pari a 14 m;
- Tratta da pk 10+580 a pk 10+10+620: monitoraggio del piano campagna sopra la galleria Santa Lucia, in considerazione del sottopassaggio della strada comunale con copertura pari a 17 m;
- Tratta da pk 10+830 a pk 10+870: monitoraggio del piano campagna sopra la galleria Santa Lucia, in considerazione del sottopassaggio della strada comunale con copertura pari a 27 m;

- Imbocco Sud Galleria Santa Lucia.
- Galleria Boscaccio: da imbocco Nord fino a Pk 13+000, in considerazione delle basse coperture, è previsto monitoraggio topografico mediante installazione di pilastrini con mira ottica; in corrispondenza della Pk 13+110 circa, in considerazione della presenza di due edifici a monte della galleria, è prevista l'installazione di un inclinometro ed un piezometro ad esso adiacente, oltre all'installazione di alcuni miniprismi sull'edificio; da Pk 14+060 a Pk 14+190, in considerazione delle ridotte coperture e della presenza di un edificio a monte della galleria, è previsto monitoraggio topografico del p.c. e del fabbricato mediante installazione di pilastrini con mira ottica e di miniprismi sull'edificio; da Pk 14+330 a 14+560, in considerazione delle ridotte coperture in concomitanza della presenza di edifici a monte e del sottopasso dell'attuale Autostrada A1, è previsto monitoraggio topografico del piano, mediante installazione di pilastrini con mira ottica, e degli edifici, mediante installazione di miniprismi sui fabbricati (il monitoraggio di quest'ultima area è stato richiesto anche da MATTM con Determinazione Direttoriale prot. 000375 del 21.10.2015 e nella Delibera regione Toscana n. 558 del 27.04.2015) – qualora dovessero verificarsi delle criticità le frequenze delle misure verranno intensificate; da Pk 14+600 a Pk 14+700, in considerazione delle ridotte coperture e della presenza del tracciato autostradale esistente della A1 che corre parallelo alla galleria ad una distanza compresa fra 10 e 20 m, è prevista l'installazione di miniprismi con mira ottica per il monitoraggio topografico del p.c. e n.3 estensoinclinometri posizionati fra la Galleria Boscaccio e l'autostrada A1 esistente; infine, da 14+800 a imbocco Sud, è previsto monitoraggio topografico del p.c., mediante installazione di pilastrini con mira ottica, date le basse coperture);

#### Frequenza di lettura

In presenza di recettori sensibili, per quanto concerne il monitoraggio topografico del p.c. e degli edifici oggetto di monitoraggio, si dovranno prevedere le seguenti frequenze di lettura:

- 2-3 letture ad ogni campo di scavo o comunque ogni settimana quando il fronte è in avvicinamento ad una distanza compresa fra 2 e 0.5 diametri di scavo;
- 1 lettura al giorno durante le fasi di scavo quando il fronte è in avvicinamento ad una distanza inferiore a 0.5 diametri di scavo;
- 1 lettura al giorno durante le fasi di scavo quando il fronte è in allontanamento ad una distanza inferiore a 0.5 diametri di scavo;
- 2-3 letture ad ogni campo di scavo o comunque ogni settimana quando il fronte è in allontanamento ad una distanza compresa fra 2 e 0.5 diametri;

- quando il fronte è in avvicinamento od in allontanamento con distanze comprese fra 3 e 5 diametri di scavo potranno essere eseguite 2-3 letture per verificare l'esaurimento dei movimenti causati dallo scavo.

Per quanto riguarda le verticali strumentate, si dovranno prevedere le seguenti frequenze di lettura:

- 1 lettura ad ogni campo di scavo o comunque ogni settimana quando il fronte è in avvicinamento ad una distanza compresa fra 2 e 0.5 diametri di scavo;
- 2 letture ad ogni campo di scavo o comunque ogni settimana durante le fasi di scavo quando il fronte è in avvicinamento ad una distanza inferiore a 0.5 diametri di scavo;
- 2 lettura ad ogni campo di scavo o comunque ogni settimana durante le fasi di scavo quando il fronte è in allontanamento ad una distanza inferiore a 0.5 diametri di scavo;
- 1 lettura ad ogni campo di scavo o comunque ogni settimana quando il fronte è in allontanamento ad una distanza compresa fra 2 e 0.5 diametri;
- quando il fronte è in avvicinamento od in allontanamento con distanze comprese fra 3 e 5 diametri di scavo potranno essere eseguite 2-3 letture per verificare l'esaurimento dei movimenti causati dallo scavo.

In assenza di recettori sensibili, per quanto concerne sia il monitoraggio topografico del p.c. sia il monitoraggio inclinometrico, si dovranno prevedere le seguenti frequenze di lettura:

- 1 lettura per ogni campo di scavo o comunque ogni settimana, quando il fronte è in avvicinamento ad una distanza compresa fra 2 e 0.5 diametri di scavo;
- 2 letture per campo di scavo o comunque ogni settimana quando il fronte è in avvicinamento ad una distanza inferiore a 0.5 diametri di scavo;
- 2 letture per campo di scavo o comunque ogni settimana quando il fronte è in allontanamento ad una distanza inferiore a 0.5 diametri di scavo;
- 1 lettura per ogni campo di scavo o comunque ogni settimana, quando il fronte è in allontanamento ad una distanza compresa fra 2 e 0.5 diametri;
- quando il fronte è in avvicinamento od in allontanamento con distanze comprese fra 3 e 5 diametri di scavo potranno essere eseguite 2-3 letture per verificare l'esaurimento dei movimenti causati dallo scavo.

Modifiche nella frequenza di lettura potranno essere apportata, sulla base dei valori di spostamento rilevati, su segnalazione della DL.

PROGRESSIVE CHILOMETRICHE IN CORRISPONDENZA DELLE QUALI E' PREVISTO UN MONITORAGGIO DEL FENOMENO DELLA SUBSIDENZA E RELATIVA STRUMENTAZIONE PREVISTA															
Progressiva	Opera	pilastrini		miniprismi su edificio		mire su manufatto		clinometri su manufatto		inclinometri		piezometri		estensoinclinometri	
		numero	letture	numero	letture	numero	letture	numero	letture	lunghezza	letture				
3+420 ÷ 3+500	gall. Santa Lucia	20	27							L=40 m	14			L=50 m	14
3+660 ÷ 4+200	gall. Santa Lucia	15	34									C.C. 10-25 m	14	L=45 m	14
		23	40									C.C. 15-25 m	14	L=45 m	14
		39	50											L=50 m	14
															L=20 m
														L=50 m	14
														L=45 m	14
														L=65 m	14
														L=65 m	14
5+000 ÷ 5+400	gall. Santa Lucia	7	14			31	27	5	3+installazione UAD (12 scarichi)	L=35 m	18	C.C. 4-12 m	18	L=40 m	18
		10	14											L=40 m	18
														L=45 m	18
5+700 ÷ 5+800	gall. Santa Lucia	2	14							L=45m	20	C.C. 10-25 m	20		
										L=50m	20	C.C. 18-26 m	20		
10+390 ÷ 10+420	gall. Santa Lucia	16	20												
10+585 ÷ 10+615	gall. Santa Lucia	13	20												
10+800 ÷ 10+850	gall. Santa Lucia	12	24												
13+000	gall Boscaccio	27	54			8	54								
14+100	gall Boscaccio	24	39	4	39										
14+400	gall Boscaccio	31	46	7	46										
14+600	gall Boscaccio	18	37	4	37					L=50m	21	c.c. 5+15m	21	L=50m	11
														L=50m	11
														L=45m	11
14+850	gall Boscaccio	21	41												
14+600	gall Del Colle	12	17												

Tabella 27 – Tabella riepilogativa monitoraggio del fenomeno della subsidenza



## 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 accorpare i singoli rilievi in modo da monitorare la qualità dell'ambiente nelle tre fasi ante, corso e post operam; l'intero sistema dovrà pertanto essere strutturato in modo da risultare operativo durante tutte le fasi di realizzazione dell'opera fino ai primi 12 mesi dalla sua entrata in esercizio.

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

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

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

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

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

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

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

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

A frequenza mensile saranno forniti i dati grezzi rilevati, mentre a frequenza trimestrale saranno fornite relazioni tecniche riepilogative delle attività di monitoraggio, contenenti anche le elaborazioni e l'analisi dei dati, con le valutazioni circa le tendenze evolutive dei diversi parametri ambientali.

Inoltre verrà realizzato un sito web dedicato, accessibile via Internet ed aggiornato in tempo reale, che conterrà tutte informazioni relative ai dati rilevati ed all'avanzamento lavori.

## **5.2. 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, gli eventuali limiti normativi esistenti o i livelli di soglia stabiliti e concordati con l'Ente di Controllo dopo il periodo ante operam, e sulla successiva definizione degli interventi necessari in caso di superamento dei limiti stessi.

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

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

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

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

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

- assenza di anomalia (per esempio nel caso in cui si riscontri 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 darà luogo ad azioni particolari, ma si darà ugualmente evidenza del fenomeno producendo la necessaria documentazione interpretativa che verrà trasmessa agli Enti di controllo.

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

### **5.2.1. Criticità della componente rumore**

Per la gestione delle emergenze della componente rumore verrà attivata una procedura che preveda in caso di segnalazione di disagi pervenuti da Enti di Controllo e/o cittadini le seguenti fasi:

- eseguire un sopralluogo finalizzato a verificare l'effettiva presenza di sorgenti impattanti;
- predisporre ed eseguire misure di verifica entro 72 ore dalla segnalazione da effettuarsi con metodica atta a verificare il rispetto dei limiti di legge;
- comunicare alle autorità competenti (Comitato di Controllo) dei risultati dei rilievi entro 120 ore dalla segnalazione di emergenza;
- riunione del gruppo di crisi, costituito da SpA Monitoraggio, Direzione Lavori e Impresa per analizzare e proporre le soluzioni per risolvere il superamento dei limiti nel caso sia verificato;
- eventuali ulteriori misure di verifica, da effettuarsi sempre con metodica dedicata, per verificare il rispetto dei limiti di legge a seguito dell'installazione delle opere di

contenimento del rumore, se necessarie, poste in essere dai responsabili del cantiere.

### 5.2.2. Criticità della componente vibrazioni

Per la gestione delle emergenze della componente vibrazioni, limitatamente alla metodica V1 (valutazione del disturbo alle persone), in tutti i casi di superamento dei limiti di riferimento indicati dalla norma UNI9614 si ritiene opportuno adottare la procedura in base alla quale:

1. sarà verificato, attraverso appositi rilievi che i livelli di vibrazione indotte dalle lavorazioni non abbiano ripercussioni sulle strutture (metodica V2);
2. sarà prodotta una comunicazione ai ricettori interessati, prima dell'inizio delle prossime lavorazioni, nella quale siano evidenziati:
  - ✓ Tipo di lavorazione;
  - ✓ Area interessata;
  - ✓ Orario e durata delle lavorazioni;
  - ✓ Che tali lavorazioni non hanno nessun tipo di ripercussioni sulle abitazioni.

### 5.3. Piano di Controllo delle Disposizioni Speciali per le Imprese

Come richiesto dal DEC VIA, il Piano di Monitoraggio prevede la verifica ed il controllo delle Disposizioni Speciali per le Imprese contenute nel Capitolato Speciale d'Appalto; a questo scopo il Gestore del Monitoraggio provvederà a redigere, all'avvio della fase di corso d'opera, uno specifico Piano di Controllo, che definirà una procedura articolata in tre specifiche fasi:

3. verifica della documentazione relativa alle autorizzazioni di carattere ambientale predisposta dall'Impresa appaltatrice prima dell'avvio della cantierizzazione;
4. verifica dell'attuazione delle indicazioni progettuali relative al layout del cantiere e della conformità con le disposizioni speciali durante la fase realizzativa dell'opera.
5. trasmissione di specifici report periodici agli Enti di Controllo finalizzati alla verifica di ottemperanza delle Disposizioni Speciali.

Nell'ambito di tale Piano particolare attenzione è riservata alla **gestione dell'impatto acustico** prodotto dai cantieri. L'Appaltatore prima dell'apertura di ciascuna area di cantiere e/o di lavoro è tenuto a presentare, come indicato nelle Disposizioni Speciali, la Valutazione di Impatto Acustico dello specifico cantiere; a tale riguardo il Gestore del Monitoraggio, prima dell'avvio delle lavorazioni provvederà, oltre a verificare quanto in precedenza descritto, anche ad eseguire delle misure fonometriche finalizzate al collaudo acustico del cantiere.

In particolare verrà eseguito il collaudo acustico mediante l'applicazione della metodica R5 in precedenza descritta, in modo da verificare la rispondenza dello scenario operativo indicato nella Valutazione di Impatto Acustico consegnata dall'Impresa.

Le misurazioni permetteranno di verificare il rispetto dei limiti di rumorosità fissati dalle norme vigenti in corrispondenza dei ricettori maggiormente impattati nelle condizioni di normale funzionamento del cantiere.

Qualora gli esiti di suddetto collaudo dovessero evidenziare un esubero dei limiti normativi, l'Appaltatore dovrà adottare gli opportuni interventi di mitigazione che saranno oggetto di una successiva verifica mediante la ripetizione della prova di collaudo acustico.

Altri controlli da parte del Gestore del Monitoraggio potranno riguardare aspetti specifici, quali ad esempio misure della qualità delle acque di scarico provenienti dalle attività di cantiere (sia dei campi base dei campi industriali) o la verifica dell'efficienza dei sistemi di impermeabilizzazione e di regimazione delle acque di superficie.

## 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 del Monitoraggio (SIM), 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.

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 SIM deve tener conto della diversità di dati che sono raccolti a seconda degli indicatori, raggruppati nelle varie componenti ambientali e territoriali:

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

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 estemporanee 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.

Il SIM rappresenta uno degli elementi principali della struttura operativa del monitoraggio in quanto fornisce una banca dati organizzata delle singole misure sperimentali, provvede all'aggregazione delle informazioni ed alla predisposizione di restituzioni standard

(numeriche, grafiche e cartografiche), garantisce l'univocità dei risultati delle elaborazioni prodotte e la loro diffusione verso l'esterno del sistema.

L'acquisizione e il trattamento dell'insieme dei dati provenienti dal territorio (attraverso il monitoraggio ambientale) e dall'opera (attraverso gli elaborati di progetto) saranno quindi sviluppati all'interno della banca dati alfanumerica e posizionati sulla cartografia grazie ad una interfaccia GIS; l'insieme dei due sistemi di trattamento dei dati consentirà di gestire organicamente la mole di dati che descriveranno le interferenze tra l'opera ed il territorio.

La gestione dei dati rappresenta uno degli aspetti più complessi e articolati del Piano di Monitoraggio Ambientale, in relazione soprattutto ai fattori sotto evidenziati:

- necessità di gestire con procedure uniformi i dati derivanti dai diversi settori di indagine interessati dal piano;
- presenza di tipologie di dati notevolmente diversificate anche all'interno dello stesso settore di indagine, per esempio in rapporto alla classificazione;
- necessità di produrre restituzioni finali notevolmente diversificate in relazione alla periodicità, al livello di dettaglio tecnicoscienifico e divulgativo, alle modalità di diffusione;
- necessità di supportare una specifica procedura di gestione delle criticità;
- necessità di riportare tutte le funzioni e attività di gestione dati all'interno del Sistema di Qualità relativo all'intero progetto.

Il SIM risponde a determinate specifiche che in linea generale sono di seguito riepilogate:

- possibilità di archiviare i dati acquisiti durante il monitoraggio in un database di tipo informatico; questi tipi di dati si dividono nelle seguenti tipologie:
  - misure sperimentali, relative alle varie componenti ambientali;
  - cartografia delle postazioni di misura; punti di rilievo suddivisi per tipologia gestiti da un programma GIS;
  - planimetrie di progetto; elaborati gestiti attraverso un programma grafico.
  - possibilità di generare documenti ed elaborati, utilizzando i dati acquisiti, per rapporti specialistici o note tecniche. Questi tipi di documenti possono essere grafici o tabelle sui dati rilevati;
- possibilità di effettuare delle interrogazioni configurabili sulla banca dati informatica con la produzione di risultati articolati e complessi. Queste interrogazioni sulla banca dati servono per poter mettere in relazione diverse tipologie di rilievo per un'analisi più dettagliata e completa del monitoraggio.

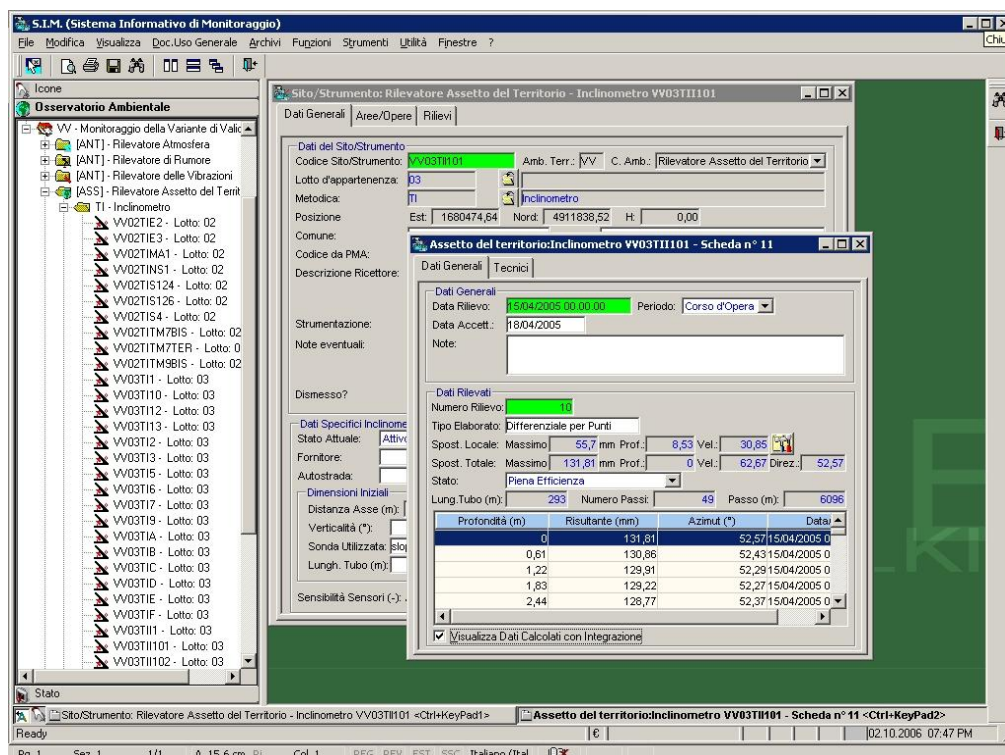
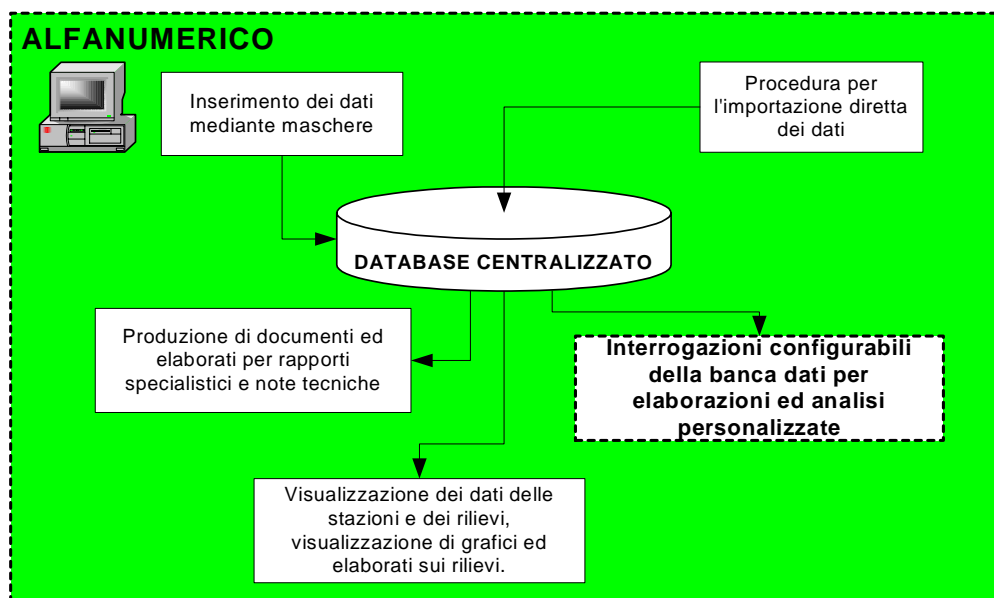
## 6.1. Architettura del sistema

Il SIM è una banca dati avente due interfacce:

- interfaccia alfanumerica costruita ad hoc;
- interfaccia geografica.

La base informativa georeferenziata è costituita dagli elementi caratteristici del progetto e delle diverse componenti ambientali, dal database delle misure, degli indicatori e delle schede di rilevamento. L'entità fondamentale è il sito/strumento di misura, presente sul DB alfanumerico con scheda monografica e scheda dei rilievi, e presente sul GIS per l'analisi spaziale dei dati.

I dati alfanumerici non sono altro che la caratterizzazione dei punti di rilievo e di tutte le misurazioni effettuate e validate dalle ditte specializzate; questi dati vengono archiviati in un database strutturato di tipo Oracle. Il database alfanumerico è in pratica una collezione di dati già validati, verificati ed elaborati, suddivisi per temi ambientali ed indicatori sintetici di stato d'ambiente; nel diagramma sottostante viene mostrata la struttura che definisce il flusso dei dati alfanumerici.



SIM – interfaccia alfanumerica

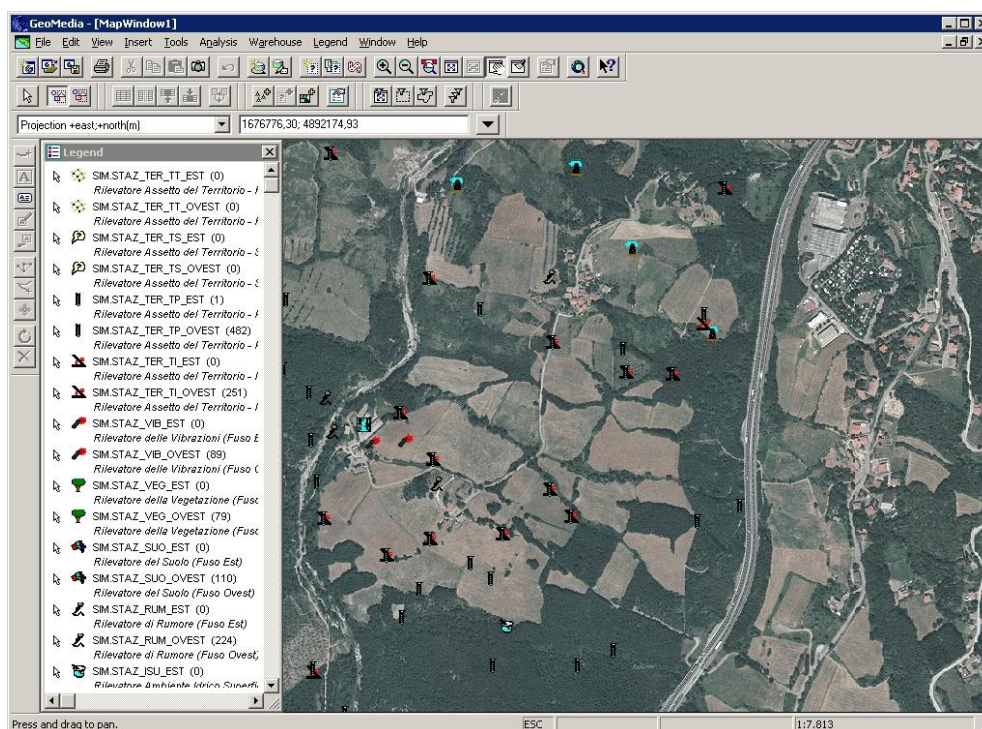


Le tipologie di dati grafici e cartografici che interessano il sistema di monitoraggio sono le seguenti:

- Tavole di progetto
- Cartografia geografica e tematica
- Dati territoriali, intesi come localizzazione dei punti di rilievo nel territorio

Le tavole di progetto sono archiviate in file di tipo Autocad, mentre gli altri dati di tipo cartografico, quali cartografia geografica e tematica e dati territoriali, sono archiviati in un sistema GIS (Geographic Information System) che salva i propri dati in un database di tipo Oracle.

Con il GIS è possibile eseguire delle interrogazioni cartografiche e creare delle mappe tematiche; ad esempio la visualizzazione di tutti i sensori di rumore che si trovano nell'intorno dell'opera progettata o del fronte d'avanzamento dei lavori, e la stampa di tale carta geografica.



### SIM – interfaccia geografica

I dati che confluiscono nel SIM possono essere raggruppati in due categorie principali:

- dati provenienti da strumentazione → formati Excel o XML;
- dati forniti da consulenti esterni → formati di interscambio Excel o Access o XML.

Il processo di importazione fa confluire questi dati in tabelle di appoggio le quali permettono sia il controllo automatico che la validazione del dato da parte dei vari responsabili di componente; solo dati controllati e validati (con registro del processo di controllo e validazione) confluiscono nelle tabelle definitive del SIM.