

VARIANTE ALLA S.S. 1 "VIA AURELIA"  
Viabilità di accesso all'hub portuale di La Spezia  
Lavori di costruzione della variante alla S.S. 1 Via Aurelia - 3°Lotto  
2° Stralcio Funzionale B dallo Svincolo di Buon Viaggio allo Svincolo di San Venerio  
**COMPLETAMENTO**

PRECEDENTI LIVELLI DI PROGETTAZIONE DELL'APPALTO INTEGRATO ORIGINALE

PD n°1861 del 09/07/03 aggiornato al 10/12/08 - Delibera CIPE n°60 del 02/04/08

PE n° 103 del 14/07/2011 - D.A. CDG-103321-P del 20/07/11

PVT n°112 del 21/01/16 aggiornata al 28/10/16 - D.A. CDG-92950-P del 21/02/17

Progetto Esecutivo Cantierabile Opere da Completare

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. GE266

**PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

PROGETTISTA:

*Dott. Ing. Antonio Scalamandrè*  
*Ordine Ing. di Frosinone n. 1063*

IL GEOLOGO

*Dott. Geol. Flavio Capozucca*  
*Ordine Geol. del Lazio n. 1599*

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

*Geom. Emiliano Paiella*

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

*Dott. Ing. Fabrizio Cardone*

PROTOCOLLO

DATA

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

**SUOLO**

**Relazione**

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	T00M004MOARE01A				
<b>DPGE0266</b>	<b>E 20</b>	CODICE ELAB.	<b>T00M004MOARE01</b>		<b>A</b>	-
D						
C						
B						
A	Emissione		OTT 2020			
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

PIANO DI MONITORAGGIO  
SUOLO  
RELAZIONE TECNICA

## INDICE

1.	PREMESSA	1
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI	2
3.	DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	4
3.1	CRITERI DI LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	4
3.2	PARAMETRI OGGETTO DI MONITORAGGIO	4
3.2.1	Tessitura del suolo	5
3.2.2	pH del suolo	5
3.2.3	Sostanza Organica – Carbonati Totali, Carbonio Organico	6
3.2.4	Contenuto di <i>Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn</i>	6
3.2.5	Idrocarburi	7
4.	METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO	8
4.1	PREDISPOSIZIONE DEL CAMPIONE	8
4.2	DESCRIZIONE DEL SITO DI MONITORAGGIO	11
4.2.1	Parametri stazionali	11
4.2.2	Parametri pedologici	11
4.2.3	Parametri fisico-chimici	14
4.3	PARAMETRI CHIMICI	15
5.	PROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO	17
5.1	ANTE OPERAM	17
5.2	POST OPERAM	17

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

## 1. PREMESSA

Il presente documento definisce gli obiettivi e i criteri metodologici generali del Piano di Monitoraggio Ambientale della componente suolo, con particolare riferimento alla composizione chimico-fisica dello stesso. Nello specifico, gli obiettivi che il piano si pone consistono nel verificare l'eventuale presenza e, nel caso in cui la presenza venga confermata, l'entità dei seguenti potenziali fattori di interferenza nei siti monitorati:

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

Per definire la localizzazione dei siti di monitoraggio prenderanno in considerazione le aree di cantiere. Le alterazioni della qualità dei suoli conseguenti all'impianto e alle lavorazioni di cantiere possono essere sintetizzate come segue:

- modificazione delle caratteristiche chimico-fisiche dei terreni;
- variazione di fertilità (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati costitutivi, infiltrazione di sostanze chimiche, etc.).

Si ritiene quindi necessario prevedere due fasi di monitoraggio:

- ante-operam;
- post-operam.

Il monitoraggio ante-operam sarà volto alla conoscenza dei tre aspetti principali: fertilità, presenza di inquinanti e caratteristiche fisiche.

Il monitoraggio post-operam viene effettuato al fine di evidenziare eventuali alterazioni subite dal terreno (inquinamenti, compattazione, ecc.) a seguito delle attività dei cantieri. Questo consentirà di determinare le aree in cui sarà eventualmente necessario effettuare le operazioni di bonifica dei terreni superficiali prima della risistemazione definitiva.

I dati acquisiti nel corso della gestione del presente PMA consentiranno di disporre di alcuni dati utili per la verifica di eventuali condizioni pregresse di inquinamento locale ovvero per l'identificazione di eventuali fenomeni di alterazione delle caratteristiche del terreno correlabili alle attività dei cantieri (con potenziale necessità di bonifica e ripristino dei luoghi).

Si specifica, infatti, che le aree oggetto del presente PMA sono già state interessate, in buona parte, dai lavori del precedente appalto e che il presente PMA è redatto a partire dal PMA del 3° lotto, già approvato nel corso dell'iter autorizzativo pregresso.

Si sono tenute presente le scelte già effettuate nell'ambito di tale PMA approvato, integrando quanto necessario per tenere conto delle nuove opere in variante del 3°lotto – 2°stralcio funzionale B.

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Per quanto riguarda le norme cui far riferimento per l'esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare, le grandezze da misurare, ecc., sono elencati nei paragrafi seguenti.

- Linee guida per il trattamento dei suoli nei ripristini ambientali legati alle infrastrutture, ISPRA65.2/2010;
- D.Lgs. n. 4 del 16/01/2008: Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.
- D.Lgs. n. 284 del 08/11/2006: Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.
- D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006: "Norme in materia ambientale" così come modificato dal D.Lgs. 4 del 16/01/2008 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale".
- D.M. 21 marzo 2005: "Metodi ufficiali di analisi mineralogica del suolo".
- D.M. 8 luglio 2002: "Approvazione e ufficializzazione dei metodi di analisi microbiologica del suolo".
- D.Lgs. n. 31 del 02/02/2001: "Attuazione della Direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano" come modificato dal D. Lgs. n. 27 del 02/02/02.
- D.M. 13 settembre 1999: "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo" e successive modifiche (Decreto 25.03.2002), in accordo con le normative previste dalla Società Italiana della Scienza del Suolo.
- D.P.R. n. 238 del 18/02/1999: Regolamento recante norme per l'attuazione di talune disposizioni della legge 5 gennaio 1994, n. 36, in materia di risorse idriche.
- D.M. 01 agosto 1997: "Metodi ufficiali di analisi fisica del suolo".
- D.P.C.M. del 04/03/1996: Disposizioni in materia di risorse idriche.
- D.P.R. 18 luglio 1995: "Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino".
- D.Lgs. n. 275 del 12/07/1993: Riordino in materia di concessione di acque pubbliche.
- L. 253 del 7 agosto 1990: "Disposizioni integrative alla L. 18 maggio 1989 n° 183 recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo".
- L. 183 18 maggio 1989: "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo".
- D.P.R. n. 236 del 24/05/1988: Attuazione della direttiva n. 80/778/CEE concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183 (art. 4, 5, 6 e 7 abrogati dal D. Lgs. 152/2006)
- R.D. n. 1775 del 11/12/1933: Testo unico delle leggi sulle acque e gli impianti elettrici. (art. 42 modificato da art. 8 del D. Lgs. 275 del 12.07.1993).

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

Pertanto, il presente Progetto di Monitoraggio è stato redatto in accordo alla normativa nazionale vigente per quanto riguarda le analisi di laboratorio e i criteri adottati dagli organismi nazionali, e internazionali per quel che concerne le descrizioni di campagna e la classificazione dei suoli.

Per quanto concerne le analisi fisiche e chimiche di campo e di laboratorio, le metodologie di analisi da adottare dovranno essere conformi ai metodi ufficiali di analisi chimica del suolo dettati dalle norme D.M. 01/08/1997, D.M. 13/09/1999 e D.M. 25/03/2002.

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

### **3. DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO**

#### **3.1 CRITERI DI LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO**

La localizzazione dei punti di monitoraggio è effettuata sulla base del riconoscimento delle potenziali interferenze connesse alle attività di costruzione dell'opera. L'interferenza potenziale maggiore è dovuta all'occupazione del suolo a causa delle aree di cantiere; sia che queste aree siano ripristinate sia che siano destinate ad altri usi rispetto a quelli originari (quali quello di area di casello, piazzale di sosta..); le zone, all'interno del cantiere, dedicate al deposito carburanti, oli, sosta mezzi ecc... dovranno essere oggetto di controllo prima del loro nuovo uso.

Per la matrice ambientale oggetto di studio l'ubicazione dei punti di monitoraggio è stata realizzata secondo i criteri sopra esposti e quindi in base a indicazioni di progetto relative al posizionamento dei cantieri e all'andamento del tracciato. L'ubicazione dei punti è pertanto ben definita.

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

- L'assenza di situazioni locali che possano disturbare le misure (presenza di una viabilità locale, poderale, cave, discariche...);
- L'assenza di interventi connessi alla realizzazione dell'opera non previsti in fase di progettazione e che possono non consentire la ripetizione della misura in altre fasi di monitoraggio;
- L'assenza di aree dove:
  - sono stati accumulati e/o bruciati residui di precedenti tagli;
  - la caduta di fusti ha rimescolato il suolo;
  - affiora il sottosuolo;
  - ristagna l'acqua.
- L'accessibilità al punto di indagine anche con i mezzi necessari per eseguire il profilo o la trivellata;
- Il consenso della proprietà ad accedere al punto di prelievo;
- La disponibilità e la facilità d'accesso agli spazi esterni delle proprietà private da parte dei tecnici incaricati delle misure.

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

#### **3.2 PARAMETRI OGGETTO DI MONITORAGGIO**

Un gruppo di indicatori selezionati è costituito da alcuni parametri in grado di descrivere in particolare la capacità del suolo ad interagire con gli elementi che in esso sono contenuti o che ad esso vengono aggiunti o su di esso vengono distribuiti; fra questi il pH, la tessitura, la sostanza organica e la capacità di scambio cationico (CSC) rappresentano i caratteri base la cui variazione può condizionare fortemente il comportamento

#### PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

del suolo e quindi variare in modo consistente la capacità protettiva, filtrante o adsorbente del suolo nei confronti di sostanze potenzialmente inquinanti, sia per il suolo stesso, sia per l'acqua che il suolo contiene. Questi indicatori, quindi, sono particolarmente importanti per definire il rischio di contaminazione delle acque sotterranee.

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

Inoltre, i metalli pesanti possono arrivare al suolo attraverso la distribuzione di fitofarmaci (rame, arsenico), di concimi minerali (molte fosforiti utilizzate per produrre i concimi fosfatici sono ricche di arsenico, cadmio e cromo), di concimi organici, di liquami zootecnici (per la presenza di rame e zinco), ma soprattutto di fanghi di depurazione o di compost; in particolare, oltre alla misura della quota totale di arsenico, cadmio, cromo, rame, mercurio, nichel, piombo e zinco, diventa sempre più importante conoscere anche la quota assimilabile degli stessi inquinanti in modo da definire la loro potenziale mobilità e pericolosità ambientale. A causa della notevole importanza ai fini della protezione del suolo, questo indicatore è stato suddiviso in più indicatori, uno per ciascuno dei principali metalli pesanti: arsenico, cadmio, cromo, rame, mercurio, nichel, piombo, zinco.

I fitofarmaci, in particolare gli erbicidi ed i geodisinfestanti, vengono distribuiti direttamente sul terreno per impedire lo sviluppo di malerbe e parassiti delle piante e sono costituiti per lo più da sostanze organiche a diversa biodegradabilità e quindi persistenza; il pericolo dovuto alla presenza di questi composti è rappresentato sia dalla possibilità di accumulo e quindi di tossicità per gli organismi del suolo, sia dal possibile trasporto alle acque superficiali mediante fenomeni di erosione e ruscellamento superficiale, sia dalla possibilità di percolazione ed inquinamento delle acque profonde in terreni con scarsa capacità di ritenzione.

#### 3.2.1 Tessitura del suolo

I costituenti inorganici sono presenti sotto forma di particelle minerali, cui si dà il nome di "scheletro", quando le dimensioni superano i 2 mm di diametro, e di "terra fine", a sua volta distinta in "sabbia", "limo" e "argilla". Il termine individua la composizione percentuale del suolo nelle diverse classi dimensionali delle particelle elementari che lo costituiscono: essa condiziona i fenomeni di ritenzione ed accumulo, la permeabilità e quindi il drenaggio e le possibilità di percolazione o ruscellamento dell'acqua che arriva al suolo ed i relativi fenomeni di erosione.

#### 3.2.2 pH del suolo

Descrive la concentrazione degli ioni H<sub>+</sub> presenti nella soluzione circolante del suolo che condiziona i fenomeni di scambio, ritenzione, accumulo che avvengono nel suolo.

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

### **3.2.3 Sostanza Organica – Carbonati Totali, Carbonio Organico**

La presenza di sostanze organiche nel terreno, intese come composti del carbonio che derivano da processi di trasformazione di componenti di organismi viventi, determina la struttura del suolo e quindi la porosità; essa condiziona quindi i fenomeni di ritenzione ed accumulo, la permeabilità, il drenaggio e le possibilità di percolazione o ruscellamento dell'acqua che arriva al suolo e dei relativi fenomeni di erosione. Il suo livello nel suolo è strettamente legato al ciclo degli elementi nutritivi e, in particolare, a quello del carbonio: i processi che contraddistinguono tale ciclo possono essere suddivisi in quattro fasi principali corrispondenti agli apporti organici al suolo, alla loro degradazione, all'umificazione (attraverso processi di polimerizzazione e di sintesi che conducono alla formazione della porzione più stabile ed attiva, chiamata, appunto, "humus") e alla mineralizzazione. La sostanza organica ricopre un ruolo fondamentale per gli equilibri ambientali e per la fertilità fisica, chimica e biologica dei suoli; infatti, una buona dotazione di materiale organico assicura queste principali funzioni:

- migliora la struttura, la porosità e quindi l'aerazione e il drenaggio del suolo, aumenta la disponibilità di acqua per le piante, induce una maggiore resistenza al compattamento, alla formazione di croste superficiali e all'erosione, assicura una più intensa resistenza ai processi di desertificazione;
- accresce la disponibilità di nutrienti, incrementa il potere tampone ed avendo proprietà chelanti impedisce a ferro, fosforo e altre sostanze minerali di precipitare e divenire indisponibili per le piante;
- influisce sull'attività microbiologica, incidendo sulla regolarità dei cicli energetici, del carbonio, dell'azoto e degli altri elementi nutritivi;
- stimola l'attività degli enzimi ed incrementa la biodiversità microbica e l'attività della pedofauna;
- amplia la capacità dei suoli di adsorbire metalli e di inattivare e degradare inquinanti organici (residui di antiparassitari, solventi industriali, idrocarburi).

### **3.2.4 Contenuto di Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn**

La presenza di metalli pesanti nel suolo può essere dovuta alle caratteristiche dei materiali originari o all'utilizzo su suolo di sostanze contenenti tali metalli ed utilizzate per la difesa antiparassitaria o per la fertilizzazione. Alcuni di questi risultano essenziali per la vita di molti organismi viventi (non risultano essenziali Cd e Pb) ma diventano tossici quando le loro concentrazioni superano delle soglie variabili da elemento a elemento e da organismo a organismo. Allorché un metallo pesante potenzialmente tossico viene accumulato da un organismo vivente in concentrazioni superiori alla norma può produrre danni strutturali o inibire attività enzimatiche con conseguente alterazione del metabolismo cellulare. Essi si possono originare dal substrato pedogenetico o per attività antropiche: industrie, attività civili o attività agricole. Influenza la mobilità di microelementi (metalli pesanti), fosforo e azoto e quindi fornisce indicazioni sul rischio di inquinamento del suolo e della falda.

La concentrazione di cadmio nel suolo è funzione delle caratteristiche dei materiali originari e dell'utilizzo sul suolo di sostanze contenenti metalli pesanti utilizzate per la difesa antiparassitaria o per la fertilizzazione (concimi fosfatici, fanghi di depurazione).

#### PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

La concentrazione di cromo nel suolo è riconducibile in parte a naturali processi di degradazione dei substrati geologici, da cui i suoli stessi traggono origine; in parte è funzione dell'utilizzo sul suolo di sostanze contenenti metalli pesanti utilizzate per la difesa antiparassitaria o per la fertilizzazione. In particolare il contenuto di cromo può essere molto elevato in alcuni sottoprodotti dell'industria conciaria utilizzati per la produzione di concimi organici.

La concentrazione di nichel nel suolo è funzione delle caratteristiche dei materiali originari (riconducibili a naturali processi di degradazione dei substrati geologici) e dell'utilizzo, per la difesa antiparassitaria o per la fertilizzazione di sostanze contenenti metalli pesanti. Il livello naturale di nichel dei suoli in alcune aree è particolarmente elevato, raggiungendo valori di gran lunga superiori a quelli previsti dalla Direttiva 86/278/CEE.

La concentrazione di piombo nel suolo è riconducibile in parte a naturali processi di degradazione dei substrati geologici, da cui i suoli stessi traggono origine. Fonte primaria di arricchimento della preesistente dotazione è però l'attività antropica con l'apporto di sostanze contenenti metalli pesanti utilizzate per la difesa antiparassitaria o per la fertilizzazione, ma anche attraverso processi di fallout atmosferico.

La concentrazione di rame nel suolo è funzione delle caratteristiche dei materiali originari e dell'utilizzo di sostanze contenenti metalli pesanti utilizzate per la difesa antiparassitaria o per la fertilizzazione, soprattutto con reflui zootecnici. In particolare l'elevato contenuto di rame nelle deiezioni zootecniche è dovuto all'utilizzo di integratori e additivi alimentari che contengono questo elemento. Le concentrazioni più elevate di rame sono caratteristiche di molti suoli utilizzati per la viticoltura.

La concentrazione di zinco nel suolo è riconducibile in parte a naturali processi di degradazione dei substrati geologici, da cui i suoli stessi traggono origine, in parte è funzione dell'utilizzo sul suolo di sostanze contenenti metalli pesanti utilizzate per la difesa antiparassitaria o per la fertilizzazione. In particolare, l'elevato contenuto di zinco nelle deiezioni zootecniche è dovuto all'utilizzo di integratori e additivi alimentari che contengono questo elemento.

#### 3.2.5 Idrocarburi

Per valutare l'interferenza dovuta generalmente a sversamenti accidentali di oli.

- Idrocarburi leggeri C<12;
- Idrocarburi pesanti C>12;
- Benzene;
- Etilbenzene;
- Stirene;
- Toluene;
- Xilene;
- Sommatoria organici aromatici.

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

#### **4. METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO**

Il campionamento consiste nel prelievo di campioni di "top soil" (primi 50 cm di terreno) di terreno superficiale di cantiere; la scelta di questo tipo di campionamento è giustificata dal tipo di contaminazione che le lavorazioni di cantiere possono generare: nel caso di sversamenti accidentali e di qualsiasi altro contatto del terreno con agenti o materiali pericolosi, tale prelievo definisce più precisamente il grado di contaminazione, riguardando esclusivamente lo strato più vulnerabile del terreno, ossia quello superficiale.

Le determinazioni analitiche saranno eseguite sulla frazione fine (presentante cioè una granulometria < 2 mm.), mentre le concentrazioni degli analiti nei campioni prelevati saranno determinate riferendosi alla totalità dei materiali secchi giunti in laboratorio, comprensivi anche dello scheletro (frazione granulometrica > 2 cm.).

Preliminarmente al campionamento si registreranno, in corrispondenza del punto, oltre ai riferimenti geografici e temporali, anche i caratteri stagionali dell'area di appartenenza.

Il contesto areale del punto di monitoraggio e il campione di suolo estratto, andranno inoltre documentati fotograficamente.

Preliminarmente alle attività in campagna, si dovranno effettuare una serie di sopralluoghi preparatori nelle aree e nei punti da monitorare, con lo scopo di verificare l'idoneità del sito prescelto in relazione alle operazioni da eseguire (accessibilità con strumenti e mezzi per il rilevamento) e agli obiettivi dell'indagine (rappresentatività delle caratteristiche pedo-ambientali dell'area).

Tutti i dati del monitoraggio, con le classificazioni pedologiche da questi derivate, saranno registrati in apposite schede e associati spazialmente ai punti di monitoraggio.

##### **4.1 PREDISPOSIZIONE DEL CAMPIONE**

Per ogni punto di monitoraggio si preleverà un solo campione.

Per ciascuno di essi si preleverà un quantitativo di materiale di 4÷5 kg di peso, in modo da staccare aliquote di materiale equilibrate lungo l'intero intervallo di campionatura prescelto.

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

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

- l'assenza di contaminazione derivante dall'ambiente circostante o dagli strumenti impiegati per il campionamento e prelievo;

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

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

Dalla normativa italiana emerge il principale criterio di scelta dei contenitori in cui riporre il campione: si deve garantire la minore interazione tra l'analita e le pareti dei contenitori. Le interazioni possibili sono di due tipi: assorbimento sulle pareti dei contenitori oppure rilascio di sostanze da parte delle pareti stesse.

Un altro requisito dei contenitori, particolarmente importante nel caso di analiti volatili, è la chiusura a tenuta.

Per quanto concerne l'attività di campionamento dei terreni, verrà seguita la procedura consistente nei seguenti step operativi:

- a) Il campionamento avverrà direttamente dai cumuli estratti o dalle carote estratte, appositamente collocati nei pressi dello scavo, e prevede l'omogeneizzazione di differenti aliquote provenienti da più punti del cumulo, in maniera tale da creare campioni omogenei e rappresentativi del terreno naturale in posto.
- b) Conservazione delle aliquote di terreno prelevate in barattoli di vetro provvisti di chiusura a vite, opportunamente etichettati e siglati al fine della riconoscibilità; potrà essere conservata un'aliquota per eventuali controanalisi e/o analisi di approfondimento richieste dagli enti preposti, da valutare direttamente sul campo in fase di campionamento;
- c) Trasporto dei campioni così costruiti in contenitore refrigerato o, comunque, entro tempi brevi dal prelievo dello scavo al fine di minimizzare eventuali perdite per volatilizzazione dei composti più volatili;
- d) Conservazione dei campioni in attesa di analisi in luogo refrigerato presso il laboratorio di analisi;
- e) Pulizia degli attrezzi utilizzando stracci puliti al termine di ogni campionamento.
- f) Ripristino dello scavo avendo cura di disporre il materiale, per quanto possibile, secondo l'ordine stratigrafico originario.

Ogni campione verrà prelevato nelle seguenti aliquote:

- una da inviare al laboratorio per le analisi;
- una per le eventuali analisi di verifica da parte dell'ente di controllo;
- una come contro campione per eventuali analisi di approfondimento.

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

I campioni prelevati saranno etichettati univocamente in loco dal personale incaricato, dove su ogni contenitore da inviare in laboratorio, verrà opportunamente apposta un'etichetta, riportante con inchiostro indelebile, i seguenti dati:

**Tabella 1: Etichettatura campioni suolo**

Progetto n. _____	
N. identificativo campione _____ del _____	
Matrice _____	
Identificativo del sito _____	
Localizzazione e profondità di prelievo _____	
Campionamento del _____ ora _____	
CONSERVAZIONE	0-4°C al buio

I campioni ritirati e la relativa documentazione saranno quindi consegnati in laboratorio dal personale addetto al trasporto direttamente al responsabile dei campioni della commessa o, in sua assenza, a persona da lui delegata.

Il campionamento dovrebbe essere eseguito in periodi lontani dalle lavorazioni del terreno, dalla concimazione dello stesso, e da periodi di intensa pioggia.

È noto come la bontà del risultato di un'analisi non possa essere migliore della bontà del campione su cui l'analisi viene eseguita. È pertanto importante che il campione venga prelevato e conservato correttamente fino al momento dell'analisi. Il tipo e materiale dei contenitori in cui raccogliere e conservare il campione dipende dalla natura degli analiti da determinare. Per la determinazione di metalli pesanti, i campioni di suolo possono essere conservati in recipienti di vetro o di polietilene. Questo ultimo materiale è da preferirsi se le concentrazioni in gioco sono molto basse. I contenitori in plastica non vanno invece utilizzati per i campioni nei quali verranno determinate sostanze organiche, perché potrebbero verificarsi delle contaminazioni.

Il tempo intercorrente tra il prelievo e l'analisi deve essere il più breve possibile onde evitare alterazioni del campione. Se non si possono effettuare immediatamente le determinazioni analitiche è necessario conservare il campione alla temperatura di 4°C.

Le modalità di campionamento da utilizzare dovranno essere analoghe lungo tutto il tracciato.

Le metodologie di analisi da adottare dovranno essere conformi ai metodi ufficiali di analisi chimica del suolo dettati dalle norme D.M. 01/08/1997, D.M. 13/09/1999 e D.M. 25/03/2002

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

## 4.2 DESCRIZIONE DEL SITO DI MONITORAGGIO

### 4.2.1 Parametri stazionali

Per ogni punto di monitoraggio dovranno essere registrate sulle schede di terreno le seguenti caratteristiche stazionali:

- codifica del punto,
- coordinate (x, y, z),
- carta topografica: numero della tavola dell'Atlante Cartografico del Progetto di Monitoraggio,
- toponimo di riferimento,
- comune,
- provincia,
- progressiva,
- data,
- rilevatore,
- altri riferimenti.

### 4.2.2 Parametri pedologici

La descrizione dei parametri pedologici si riferisce all'intorno dell'osservazione, cioè al sito che comprende al suo interno il punto di monitoraggio; dovrà riportare le seguenti informazioni:

- *Esposizione*: immersione dell'area in corrispondenza del punto di monitoraggio, misurata sull'arco di 360°, a partire da Nord in senso orario.
- *Pendenza*: inclinazione dell'area misurata lungo la linea di massima pendenza ed espressa in gradi sessagesimali.
- *Uso del suolo*: tipo di utilizzo del suolo riferito ad un'area di circa 100 m<sup>2</sup> attorno al punto di monitoraggio.
- *Microrilievo*: la descrizione di eventuali caratteri specifici del microrilievo del sito, secondo come di seguito specificato:

Tabella 2: Descrizione caratteri specifici del microrilievo

Codice	Descrizione
RA	da ribaltamento di alberi
AG	da argille dinamiche (ad es. gilgai)
CE	cuscinetti erbosi (crionivali)
CP	"suoli" poligonali (crionivali)

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

CT	terrazzette (crionivali)
CS	"suoli" striati (crionivali)
MM	cunette e rilievi da movimenti di massa
AL	altro tipo di microrilievo (specificare in nota per ampliare i codici)
Z	assente

- *Pietrosità superficiale*: percentuale relativa di frammenti di roccia alterata (di dimensioni oltre 25 cm nelle definizioni U.S.D.A.) presenti sul suolo nell'intorno areale del punto di monitoraggio, rilevata utilizzando i codici numerici corrispondenti alle classi di pietrosità di seguito elencate:

**Tabella 3: Classi di pietrosità**

Cod.	Descrizione
0	Nessuna pietrosità: pietre assenti o non in grado d'interferire con le coltivazioni con le moderne macchine agricole (<0,01% dell'area)
1	Scarsa pietrosità: pietre in quantità tali da ostacolare ma non impedire l'utilizzo di macchine agricole (0,01=0,1 % dell'area)
2	Comune pietrosità: pietre sufficienti a impedire l'utilizzo di moderne macchine agricole (0,1=3% dell'area). Suolo coltivabile a prato o con macchine leggere
3	Elevata pietrosità: pietre ricoprenti dal 3 al 15% dell'area. Uso di macchinari leggeri o strumenti manuali ancora possibile
4	Eccessiva pietrosità: pietre ricoprenti dal 15 al 90% della superficie, tali da rendere impossibile l'uso di qualsiasi tipo di macchina
5	Eccessiva pietrosità: pietrosità tra il 15 e il 50% dell'area
6	Eccessiva pietrosità: pietrosità tra il 50 e il 90% dell'area
7	Pietraia: pietre oltre il 90% dell'area

- *Rocciosità affiorante*: percentuale di rocce consolidate affioranti entro una superficie di 1000 m<sup>2</sup> attorno al punto di monitoraggio.
- *Fenditure superficiali*: indicare per un'area di circa 100 m<sup>2</sup> il numero, la lunghezza, la larghezza e la profondità (valori più frequenti di circa 10 misurazioni) in cm delle fessure presenti in superficie.
- *Vegetazione*: descrizione, mediante utilizzo di unità sintetiche fisionomiche o floristiche, della vegetazione naturale eventualmente presente nell'intorno areale del punto di monitoraggio. Stato erosivo: presenza di fenomeni di erosione o deposizione di parti di suolo.
- *Permeabilità*: velocità di flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo in direzione verticale, rilevato attraverso la determinazione della classe di permeabilità attribuibile allo strato a granulometria più fine presente nel suolo, utilizzando la seguente scala numerica:

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

**Tabella 4: Scala numerica per determinazione permeabilità da granulometria dello strato affiorante**

Scala numerica	Granulometria	Permeabilità
6	Ghiaie lavate	Molto alta
5	Ghiaie/sabbie grosse	Alta
4	Sabbie medie/sabbie gradate	Medio alta
3	Sabbie fini/sabbie limose	Media
2	Sabbie argillose	Medio bassa
1	Limi/limi argillosi	Bassa
0	Argille	Molto bassa

- *Classe di drenaggio*: a seconda della modalità di rimozione dell'acqua dal suolo, si individueranno le seguenti classi:

**Tabella 5: Classi di drenaggio**

Classe	Descrizione
Rapido	l'acqua è rimossa dal suolo molto rapidamente
Moderatamente rapido	l'acqua è rimossa dal suolo rapidamente
Buono	l'acqua è rimossa dal suolo prontamente ma non rapidamente
Mediocre	in alcuni periodi dell'anno l'acqua è rimossa dal suolo lentamente
Lento	l'acqua è rimossa dal suolo lentamente
Molto lento	l'acqua è rimossa così lentamente che i suoli sono periodicamente bagnati a poca profondità per lunghi periodi durante la stagione di crescita
Impedito	l'acqua è rimossa così lentamente che i suoli sono periodicamente bagnati in superficie o in prossimità di questa per lunghi periodi durante la stagione di crescita

- *Substrato pedogenetico*: definizione del materiale immediatamente sottostante il "suolo" e a cui si presume che quest'ultimo sia geneticamente connesso; nello specifico, se il substrato sarà rappresentato da depositi sciolti, granulari o coesivi, le differenziazioni su base granulometrica (blocchi, ciottoli, ghiaia, sabbia, limo e argilla) verranno rilevate elencando per primo il nome del costituente principale, eventualmente seguito da quello di un costituente secondario, a sua volta preceduto da "con" se presente in percentuali tra 25 e 50%; seguito da "-oso" per percentuali tra 10 e 25%; preceduto da "debolmente" e seguito da "-oso" se in percentuali tra 5 e 10%.
- *Profondità della falda*

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

Inoltre, i parametri pedologici che invece saranno riscontrabili da analisi in laboratorio dovranno riportare le seguenti informazioni:

- *Capacità di scambio cationico;*
- *PH;*
- *Azoto totale*
- *Azoto assimilabile*
- *Fosforo assimilabile*
- *Carbonati totali*
- *Sostanza organica*
- *Capacità di ritenzione idrica*
- *Conducibilità elettrica*
- *Permeabilità*
- *Densità apparente.*

**4.2.3 Parametri fisico-chimici**

Si dovranno riportare le seguenti informazioni:

- *Colore allo stato secco e umido:* colore della superficie interna di un aggregato di suolo in condizioni secche e umide, definito mediante confronto con le "Tavole Munsell" (Munsell Soil Color Charts) utilizzando i codici alfanumerici previsti dalla stessa notazione Munsell (hue, value, chroma).
- *Orizzonte e limiti di passaggio*
- *Tessitura:* stima delle percentuali di sabbia, limo e argilla presenti nella terra fine, determinate rispetto al totale della terra fine, come definite nel triangolo tessiturale della "Soil Taxonomy - U.S.D.A.":

**Tabella 6: Classi tessiturali**

<b>Classe tessiturale (codice)</b>
Sabbiosa (S)
Sabbioso franca (SF)
Franco sabbiosa (FS)
Franca (F)
Franco limosa (FL)
Limosa (L)
Franco sabbioso argillosa (FSA)
Franco argillosa (FA)
Franco limoso argillosa (FLA)
Argillosa (A)

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Argilloso sabbiosa (AS)

Argilloso limosa (AL)

- *Struttura*: entità e modalità di aggregazione di particelle elementari del suolo in particelle composte separate da superfici di minor resistenza, a dare unità strutturali naturali relativamente permanenti (aggregati), o meno persistenti quali zolle e frammenti (tipici di orizzonti superficiali coltivati); definire "grado" di distinguibilità-stabilità, "dimensione" e "forma" degli aggregati;
- *Consistenza*: caratteristica del suolo determinata dal tipo di coesione e adesione, definita, in relazione al differente grado di umidità del suolo, quanto a "resistenza", "caratteristiche di rottura", "cementazione", "massima adesività" e "massima plasticità";
- *Porosità*: vuoti di diametro superiore a 60 micron, definiti quanto a "diametro" e "quantità";
- *Umidità*: condizioni di umidità dell'orizzonte al momento del rilevamento, definite mediante i codici numerici corrispondenti alle seguenti suddivisioni:

Tabella 7: Classi di umidità

Codice	Descrizione
1	Asciutto
2	Poco umido
3	Umido
4	Molto Umido
5	Bagnato

- *Fenditure o Fessure*: vuoti ad andamento planare, delimitanti aggregati, zolle, frammenti, definiti quanto alla "larghezza".
- *pH*: grado di acidità/alcalinità del suolo, rilevata direttamente sul terreno mediante apposito kit (vaschetta di ceramica; indicatore universale in boccetta contagocce; scala cromatica) e/o determinata in laboratorio.
- *Efflorescenze saline*
- *Concrezioni e noduli*

#### 4.3 PARAMETRI CHIMICI

In laboratorio si effettueranno le determinazioni dei seguenti parametri, utilizzando i metodi elencati, o altri metodi certificati nei riferimenti normativi (per i dettagli dei metodi si vedano i riferimenti normativi), se non diversamente specificato.

- *Sostanza organica*: contenuto di carbonio organico, espresso in % e determinato secondo il metodo Walkley e Black

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

– *Idrocarburi:*

- Benzene
- Etilbenzene
- Stirene
- Toluene
- Xilene
- Sommatoria organici aromatici

– *Metalli*

- Cd
- Cr tot
- Cu
- Pb
- Ni
- Zn.

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

**5. PROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO**

Le aree all'interno delle quali saranno svolte le attività di monitoraggio sono quelle in cui sono ubicati i cantieri. Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura. La localizzazione di tali punti è indicata sulle tavole grafiche allegate, tuttavia durante i sopralluoghi si verificherà l'idoneità dei siti prescelti in funzione degli obiettivi dell'indagine.

I rilievi del suolo verranno organizzati nelle due fasi di Ante Operam (AO) e di Post Operam (PO): in particolare, si eseguirà n.1 campagna nei 6 mesi di AO e n.1 campagna nei 6 mesi di PO.

**5.1 ANTE OPERAM**

PUNTO	LOCALIZZAZIONE	FREQUENZA	PERIODO	N°TOTALE MISURE	PARAMETRI
SUO_09	Cantiere Operativo "San Venerio"	1 VOLTA	6 MESI	1	Parametri stazionali; pedologici; fisico-chimici; chimici
SUO_10		1 VOLTA		1	
SUO_11		1 VOLTA		1	
SUO_12		1 VOLTA		1	
SUO_21	Cantiere Svincolo Buonviaggio	1 VOLTA	6 MESI	1	
SUO_22	Cantiere galleria artificiale Felettino I	1 VOLTA	6 MESI	1	
SUO_23	Cantiere base presso AST01	1 VOLTA	6 MESI	1	

**5.2 POST OPERAM**

PUNTO	LOCALIZZAZIONE	FREQUENZA	PERIODO	N°TOTALE MISURE	PARAMETRI
SUO_09	Cantiere Operativo "San Venerio"	1 VOLTA	6 MESI	1	Parametri stazionali; pedologici; fisico-chimici; chimici
SUO_10		1 VOLTA		1	
SUO_11		1 VOLTA		1	
SUO_12		1 VOLTA		1	
SUO_21	Cantiere Svincolo Buonviaggio	1 VOLTA	6 MESI	1	
SUO_22	Cantiere galleria artificiale Felettino I	1 VOLTA	6 MESI	1	
SUO_23	Cantiere base presso AST01	1 VOLTA	6 MESI	1	