

**STRADA STATALE 4 "VIA SALARIA"**  
**Adeguamento della piattaforma stradale e messa in  
sicurezza dal km 64+000 al km 70+800**

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. **RM364**

PROGETTAZIONE: R.T.I.: PROGIN S.p.A. (capogruppo mandataria)  
CREW Cremonesi Workshop S.r.l - TECNOSISTEM S.p.A  
ART Risorse Ambiente Territorio S.r.l - ECOPLAME S.r.l.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:  
Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)

PROGETTISTA FIRMATARIO:  
Dott. Ing. Lorenzo INFANTE (Progin S.p.A.)  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Salerno n. 3446

RESPONSABILE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE:  
Dott. Arch. Salvatore SCOPPETTA (Progin S.p.A.)

IL GEOLOGO:  
Dott. Geol. Giovanni CARRA (ART Ambiente Risorse e Territorio S.r.l.)  
Ordine dei Geologi Regione Emilia Romagna n. 643

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:  
Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:  
Dott. Ing. Achille DEVITOFRANCESCHI

PROTOCOLLO

DATA \_\_\_\_\_ 202\_

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Lorenzo INFANTE

MANDANTI:



Direttore Tecnico:  
Dott. Arch. Claudio TURRINI



Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Andrea AVETA



Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Ivo FRESIA



Direttore Tecnico:  
Dott. Arch. Pasquale PISANO

**PROGETTO MONITORAGGIO AMBIENTALE**  
Componente ambientale Suolo

CODICE PROGETTO

D P R M 3 6 4 D 2 0

NOME FILE  
T02IA03MOARE05A

CODICE ELAB. T 0 2 I A 0 3 M O A R E 0 5

REVISIONE

A

SCALA:

-

A	Prima emissione	Novembre 2021	R. Marena	P. Pisano	P. Pisano
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## Sommario

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBIETTIVI SPECIFICI</b> .....	<b>1</b>
<b>3. QUADRO NORMATIVO</b> .....	<b>3</b>
3.1. Normativa Nazionale .....	3
3.2. Normativa Regionale .....	4
<b>4. ANALISI DEI DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>5</b>
<b>5. ARTICOLAZIONE DEL LAVORO</b> .....	<b>6</b>
5.1. Descrizione delle attività di monitoraggio e tempistica di esecuzione .....	6
5.1.1. Parametri di monitoraggio ante e post Operam .....	8
5.1.2. Parametri di monitoraggio in corso d’opera .....	9
5.2. Metodologia di misura e campionamento .....	10
5.2.1. Realizzazione del profilo .....	10
5.2.2. Parametri pedologici in situ .....	10
5.2.3. Parametri fisico-chimici in situ .....	12
5.2.4. Prelievo campioni .....	14
5.2.5. Analisi di laboratorio .....	15
<b>6. INDIVIDUAZIONE DELLE AREE E PUNTI DI MONITORAGGIO</b> .....	<b>16</b>
<b>7. ATTIVITÀ PRELIMINARI</b> .....	<b>16</b>
7.1. Attività in sede .....	16
7.2. Verifica di fattibilità in campo .....	16
<b>8. ELABORAZIONI E RESTITUZIONI DEI DATI</b> .....	<b>17</b>
8.1. Gestione delle anomalie e di “alert” .....	17

## 1. PREMESSA

La presente relazione costituisce la sezione del Progetto di Monitoraggio Ambientale dedicata alla componente “Suolo” sviluppata al fine di valutare e gestire al meglio le prevedibili modificazioni delle caratteristiche pedologiche dovute alle operazioni di impianto dei cantieri ed alle conseguenti lavorazioni in corso d’opera.

Anche per questa componente il monitoraggio viene eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell’opera al fine di:

- Misurare gli stati di ante Operam, corso d’opera e post Operam in modo da documentare l’evolversi delle caratteristiche ambientali;
- Controllare le previsioni di impatto per le fasi di costruzione ed esercizio;
- Fornire agli Enti preposti al controllo gli elementi di verifica della corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;
- Verificare il rispetto delle normative di settore;
- Consentire, in modo più specificatamente connesso alle procedure di valutazione dell’impatto ambientale, la misura degli impatti dell’opera sull’ambiente nelle diverse fasi.

Il monitoraggio, nelle sue diverse fasi, deve essere programmato con lo scopo di tutelare il territorio e la popolazione residente dalle possibili modificazioni che la costruzione dell’opera ed il successivo esercizio possono comportare.

Il monitoraggio della componente Suolo sarà strutturato in:

- Monitoraggio pedologico, al fine di analizzare le caratteristiche chimico-fisiche e la qualità del suolo sia come capacità agro produttiva che come funzione protettiva;
- Monitoraggio dell’inquinamento, al fine di caratterizzare l’inquinamento inteso come immissione o migrazione di sostanze nella matrice solida al di sotto della coltre pedogenizzata;

Il monitoraggio sarà effettuato nelle aree di cantiere.

## 2. OBIETTIVI SPECIFICI

Il suolo è potenzialmente soggetto a quattro principali cause di degrado della qualità o di riduzione della disponibilità rappresentate da:

- Occupazione di suolo;
- Perdita di orizzonti superficiali di maggiore fertilità;
- Alterazione delle proprietà chimico-fisiche del suolo;
- Potenziale sversamento sul suolo di sostanze e materiali inquinanti.

### **PRINCIPALI OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO**

Alla luce di quanto sopra esposto il presente documento si propone nello specifico della componente Suolo di:

- Verificare le condizioni chimiche e fisiche e morfologiche del suolo, allo scopo di segnalare eventuali modificazioni e criticità ascrivibili alle successive attività di costruzione, per le quali venga accertato o sospettato un rapporto di causa-effetto con le attività di costruzione e all’esercizio dell’opera;
- Verificare l’efficacia delle eventuali misure correttive attuate;
- Gestire ogni eventuale monitoraggio integrativo a seguito del manifestarsi di situazioni di criticità ed emergenza.

Tale procedura risulterà insita nel sistema di gestione ambientale del cantiere ma seguirà, di fatto, modalità e procedure di base di cui al presente documento.

#### **PRINCIPALI AREE DI MONITORAGGIO**

In via ordinaria saranno sottoposti al monitoraggio:

- Le aree di maggiore sensibilità e vulnerabilità della risorsa suolo alle azioni di progetto, in particolare le aree cantiere interessate da interventi di ripristino pedologico

Il monitoraggio della componente Suolo dovrà essere condotto per l'intera durata dei lavori di realizzazione dell'Opera stradale, e dovrà essere articolato nelle seguenti fasi temporali:

- Fase di monitoraggio ante Operam, prima dell'inizio dei lavori;
- Fase di monitoraggio in corso d'opera della durata pari alla fase di realizzazione dell'Opera;
- Fase di monitoraggio post Operam della durata di un anno solare successivi alla completa realizzazione dell'Opera.

### 3. QUADRO NORMATIVO

Di seguito si riportano i lineamenti normativi di riferimento per la componente ambientale analizzata.

#### 3.1. Normativa Nazionale

- D.M. 11.03.1988 Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione”.
- CIRC. LL.PP. 24.09.1988 Circolare Ministero Lavori Pubblici, 24 settembre 1988, n. 30483 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.”
- Legge n.183 del 18.05.1989 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo” (integrata con la legge 253/90 e con il decreto legge 398/93 convertito con la legge 493/93 e s.m.i.).
- Legge n. 253 del 07.08.1990 “Disposizioni integrative alla legge 18.05.1989 n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”.
- D.M. 01.08.1997 - “Metodi ufficiali di analisi fisica del suolo”.
- D.M. 08.07.2002: “Approvazione e ufficializzazione dei metodi di analisi microbiologica del suolo”.
- D.M n.13959 del 01.04.2004 Decreto del Ministero dell’Ambiente e Tutela del Territorio “Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale”.
- D.M. 21.03.2005 “Metodi ufficiali di analisi mineralogica del suolo”.
- Decreto legislativo n.152 del 03.04.2006 “Norme in materia ambientale”.
- Decreto legislativo n.284 del 08.11.2006 “Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale”.
- Decreto legislativo n.163 del 12 aprile 2006 “Codice dei contratti pubblici di lavori, servizi, forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CEE 2004/18/CE”.
- D.M. 14 gennaio 2008, Decreto del Ministero delle Infrastrutture “Norme tecniche per le costruzioni”.
- Decreto Legislativo n.4 del 16.01.2008 “Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D. Lgs. 03.04.2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.”
- Circolare 2 febbraio 2009 n.617 C.S.LL.PP. Circolare esplicativa del D.M. 14.01.2008.
- Decreto Legislativo n.49 del 23 febbraio 2010 “Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”.
- Decreto legislativo n°128 del 29 giugno 2010 (terzo decreto correttivo del dlgs 152/2006).

- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Circolare 08 settembre 2010, n. 7617–7618–7619 /STC “Criteri per il rilascio dell’autorizzazione ai Laboratori per l’esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni e prove in sito di cui all’art. 59 del D.P.R. n. 380/2001”.
- Decreto legislativo n.205 del 3 dicembre 2010 “Recepimento della direttiva 2008/98/Ce”. Modifiche alla Parte IV del D.Lgs. 152/2006.
- D.M. n.161 del 10 agosto 2012, Decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare “Regolamento recante la disciplina dell’utilizzazione delle terre e rocce da scavo”.

### 3.2. [Normativa Regionale](#)

- L.R. 11 Dicembre 1998, n. 53 - ”Organizzazione regionale della difesa del suolo in applicazione della legge 18 maggio 1989, n. 183” e s.m.i.

#### **4. ANALISI DEI DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA), Decreto Legislativo 12.04.2006, n. 163 REV. 2 del 23.07.2007” delle opere di cui alla Legge Obiettivo (“Legge 21.12.2001, n. 443”, Rev. 1 del 04.09.2003).

Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.) Indirizzi metodologici generali (Capitoli 1-2-3-4-5) Rev.1 del 16/06/2014.

Studi, indagini ed analisi effettuati in sede di progettazione e di analisi ambientale.

## 5. ARTICOLAZIONE DEL LAVORO

Al fine di monitorare l'evoluzione delle interazioni opera-ambiente sono state individuate una serie di indagini ed analisi che dovranno essere svolte in tre distinte fasi temporali:

### Ante Operam

- Definire lo stato dei luoghi e le caratteristiche dell'ambiente;
- Determinare la situazione di partenza dei parametri che verranno monitorati in modo da avere un termine di paragone per le successive fasi.

### Corso d'opera

- Monitorare l'evoluzione dei parametri ambientali messi sotto osservazione, confrontando i risultati ottenuti con quelli già acquisiti nella precedente fase e con i valori soglia indicati dalla normativa in vigore e/o con i riferimenti tecnici esistenti;
- Approfondire situazioni specifiche eventualmente affioranti in corso d'opera;
- Attuare necessari studi ed analisi capaci di individuare eventuali fattori di stress ambientale precedentemente non considerati;
- Individuare specifiche azioni di mitigazione che dovessero risultare necessarie per contrastare nuovi fattori di stress.

### Post Operam

- Monitorare l'evoluzione dei parametri ambientali messi sotto osservazione, confrontando i risultati ottenuti con quelli già acquisiti nelle precedenti fasi e con i valori soglia indicati dalla normativa in vigore e/o con i riferimenti tecnici esistenti;
- Verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e compensazione;
- Individuare, sulla base di approfondimenti di studio (tramite specifiche indagini ed analisi da pianificarsi in tale fase), le necessarie azioni utili a mitigare e contrastare eventuali fattori di stress emersi in tale fase e non considerati durante lo Studio di Impatto Ambientale.

### 5.1. Descrizione delle attività di monitoraggio e tempistica di esecuzione

**Sopralluoghi e rilievi del profilo del suolo con raccolta di campioni (PD)** – nelle stazioni di misura meglio specificate nel paragrafo relativo all'ubicazione dei punti di monitoraggio, dovranno essere effettuati rilievi pedologici (Soil Taxonomy - USDA 1999) finalizzati al controllo delle caratteristiche quali-quantitative del suolo. Durante tale attività si procederà al rilievo di profili del suolo e saranno raccolti campioni (secondo le modalità indicate dalla normativa di riferimento) che verranno di seguito analizzati in laboratorio. I rilievi verranno effettuati secondo la seguente tempistica:

Ante Operam – l'indagine verrà eseguita una volta prima dell'inizio dei lavori.

**Corso d'opera** – I sopralluoghi verranno effettuati nei soli punti di monitoraggio posti in prossimità delle aree di cantiere e nei siti di stoccaggio terreno vegetale. Il monitoraggio verrà effettuato con una cadenza semestrale dall'inizio dei lavori e per tutta la loro durata.

**Post Operam** – la durata complessiva del monitoraggio sarà di un anno e le indagini verranno eseguite con cadenza annuale.

**Analisi di laboratorio (PD)** - i campioni opportunamente raccolti negli appositi contenitori, verranno conferiti in laboratorio per eseguire analisi secondo lo schema riportato di seguito.

**Ante Operam** – l'indagine verrà eseguita una volta prima dell'inizio dei lavori. I campioni acquisiti verranno sottoposti alle analisi di cui alla Tabella di seguito riportata.

**Post Operam** – la durata complessiva del monitoraggio sarà di un anno e le indagini verranno eseguite con cadenza annuale.

Di seguito si riporta un riepilogo delle attività suddette nella varie fasi di monitoraggio (AO, CO, PO).

Matrice/Parametro/Attività	Codifica misure	Periodo	AO	
			Frequenza	Punti di campionamento
Esecuzione di profili pedologici con determinazione dei parametri pedologici e stazionali, fisico-chimici di situ e analisi chimiche di laboratorio	SUO-XX	6 mesi	Una volta	Aree di cantiere, siti di stoccaggio terreno vegetale

*Tabella 5-1 Riepilogo delle attività di monitoraggio pedologico da eseguire in fase ante Operam.*

Matrice/Parametro/Attività	Codifica misure	Periodo	CO	
			Frequenza	Punti di campionamento
Sopralluoghi in aree di cantiere ed in aree limitrofe	SUO-XX	5 anni	Semestrale	Aree di cantiere, siti di stoccaggio terreno vegetale

*Tabella 5-2 Riepilogo delle attività di monitoraggio pedologico da eseguire in fase di corso d'opera.*

Matrice/Parametro/Attività	Codifica misure	Periodo	PO	
			Frequenza	Punti di campionamento
Esecuzione di profili pedologici con determinazione dei parametri pedologici e stazionali, fisico-chimici di situ e analisi chimiche di laboratorio	SUO-XX	1 anno	Una volta	Aree di cantiere, siti di stoccaggio terreno vegetale

*Tabella 5-3 Riepilogo delle attività di monitoraggio pedologico da eseguire in fase post Operam.*

### 5.1.1. Parametri di monitoraggio ante e post Operam

Nei punti di monitoraggio scelti e localizzati nelle aree di cantiere, in base a criteri di rappresentatività, le caratteristiche dei suoli saranno investigate, descritte e dimensionate secondo le modalità e le procedure descritte nei paragrafi successivi per acquisire i parametri di seguito descritti.

Per i punti di monitoraggio, oltre ai riferimenti geografici (comprese le coordinate) e temporali, saranno registrati i caratteri stazionali dell'area di appartenenza come da successiva tabella seguente. Nella descrizione e del profilo del suolo saranno definiti i diversi orizzonti e, relativamente a ciascuno di questi, parametri chimico-fisici di cui alle tabelle seguenti. L'elaborazione dei dati porterà alla classificazione dei suoli secondo la Soil Taxonomy (USDA 1998), al livello tassonomico di famiglia. Per ogni unità cartografica sarà redatta una scheda informativa. L'editing del riporto in cartografia dei suoli sarà in scala 1:5.000.

Il contesto areale di ogni punto di monitoraggio e i profili pedologici saranno documentati anche fotograficamente.

Riassumendo quindi, per il monitoraggio della componente Suolo sarà previsto l'accertamento dei seguenti parametri:

- Parametri di localizzazione e riferimenti;
- Parametri stazionali;
- Parametri fisico-chimici (rilievi e misure in situ e/o in laboratorio);
- Parametri chimici e tossicologici (analisi di laboratorio).

Per ogni punto di monitoraggio saranno registrate sulle schede di terreno le seguenti caratteristiche di ubicazione del punto e di riferimento del rilievo:

- Codifica del punto di rilievo;
- Coordinate (x, y, z);
- Toponimo di riferimento;
- Comune;
- Provincia;
- Progressiva chilometrica di censimento;
- Data;
- Rilevatore;
- Altri riferimenti.

Nelle tabelle che seguono è riportato l'elenco degli altri parametri oggetto di rilievo nelle fasi di ante e post Operam.

<b>Parametri pedologici e stazionali</b>	
Clima	Topografia (Esposizione, Quota)
Morfologia (Pendenza, Forme dei rilievi)	Idrologia
Uso del suolo	Roccosità affiorante
Pietrosità superficiale	Vegetazione
Fenditure superficiali	Substrato pedogenetico
Microrilievo	Permeabilità
Stato Erosivo	

<b>Parametri fisico-chimici (rilievi e misure in situ e/o in laboratorio)</b>	
Designazione orizzonte	Profondità falda
Limiti di passaggio	Colore allo stato secco e umido
Tessitura	Struttura
Consistenza	Porosità
Umidità	Contenuto in scheletro
Concrezioni e noduli	Efflorescenze saline
Fenditure	pH

<b>Parametri chimici (analisi di laboratorio)</b>	
Capacità di scambio cationico	Azoto totale
Azoto assimilabile	Fosforo assimilabile
Carbonati totali	Sostanza organica
Idrocarburi	As, Cd, Cr tot, Cr VI, Hg, Pb, Ni
Cianuri	Fluoruri
Benzene	IPA

*Tabella 5-4 Riepilogo parametri da monitorare*

In fase post Operam al fine di valutare l'efficacia degli interventi di ripristino ambientale saranno eseguiti rilievi biometrici e qualitativi per verificare la percentuale di attecchimento e la valutazione dello stato fitosanitario del terreno ripristinato.

Infine, allo scopo di evidenziare i possibili effetti di sostanze inquinanti nei suoli al momento del ripristino post Operam rispetto alla situazione ante Operam, saranno anche eseguiti appositi test eco tossicologici. Tali test riguarderanno i campioni relativi al topsoil e saranno i seguenti:

- Microtox;
- Brachionus calyciflorus;
- Test di fitotossicità.

#### 5.1.2. Parametri di monitoraggio in corso d'opera

Il monitoraggio in corso d'opera sarà effettuato mediante sopralluoghi nelle aree di cantiere, impianti, zone logistiche e campi base e adeguatamente pianificata sia in base agli esiti di ante-opera che valutando, di anno in anno, l'avanzamento lavori e gli esiti dei controlli. I sopralluoghi saranno condotti in due periodi nel corso dell'anno (indicativamente aprile-maggio e ottobre-novembre) e saranno rivolti in particolar modo ai seguenti parametri:

- Stato di regimazione delle acque superficiali, in riferimento ai rischi di degradazione dei suoli per erosione o per inquinamento;
- Rilevamento di segni di degradazione fisica e chimica dei suoli per sversamenti di sostanze tossiche, compattazioni, erosione superficiale ecc.;
- Modalità di accantonamento e conservazione degli orizzonti superficiali dei suoli preesistenti nell'area;
- Valutazione delle opere di protezione delle eventuali superfici in pendenza.

Salvo ad incidenti ed emergenze particolari, non sono state previste analisi di laboratorio in corso d'opera, demandando alla fase di post Operam la realizzazione di analisi specifiche.

Le osservazioni condotte nel corso dei sopralluoghi saranno riportate in una apposita scheda di rilievo, corredata da una documentazione fotografica.

## 5.2. Metodologia di misura e campionamento

Il rilievo pedologico sarà eseguito mediante profili e trivellate manuali. I profili saranno realizzati mediante lo scavo di una trincea per una profondità di circa 1,5 m o fino ad uno strato impenetrabile. Le trivellate manuali saranno di 120 cm di profondità o fino ad un orizzonte impenetrabile.

Le trivellate consentiranno l'individuazione dei tipi pedologici principali e la verifica della variabilità dei singoli caratteri dei suoli nell'area considerata. I profili saranno utilizzati per l'osservazione e la descrizione più completa dei caratteri dei suoli, e per il loro campionamento al fine dell'ottenimento dei parametri di cui al precedente capitolo.

Da tutti i profili, e da alcune trivellate, verranno prelevati i campioni da sottoporre alle analisi fisico-chimiche di laboratorio. Per ogni profilo saranno prelevati:

- 2 campioni disturbati, rappresentativi rispettivamente del topsoil e del subsoil;
- ove possibile (orizzonti con contenuto in scheletro o concrezioni scarse o nulle, non cementati), 6 campioni indisturbati (ove "possibile prelevarli"), 3 per il topsoil e 3 per subsoil.

Per le trivellate campionate saranno prelevati 2 campioni disturbati, rappresentativi rispettivamente del topsoil e del subsoil. Di tutti i profili e delle trivellate campionate sarà realizzata documentazione fotografica.

### 5.2.1. Realizzazione del profilo

Per la descrizione del suolo si considererà una profondità standard del profilo di 1,5 metri, mentre la larghezza sarà di almeno 1 m. Nello scavo della fossa, realizzabile sia a mano che con pala meccanica (escavatore a braccio rovescio) si terrà separata la parte superficiale con il cotico erboso dal resto dei materiali scavati, in due mucchi ben distinti; nella fase di riempimento il cotico erboso verrà riposizionato per ultimo in modo da lasciare la superficie nelle condizioni migliori. I mucchi saranno appoggiati su fogli di plastica o teloni.

Se il suolo è molto ricco in materiali grossolani (suolo scheletrico) e lo scavo viene eseguito a mano, può essere utile tenere separati i materiali > 5÷7 cm di diametro dagli altri per facilitare le successive operazioni di riempimento della fossa con la pala, ma anche per migliorare la stima visiva del contenuto volumetrico in materiali grossolani, integrando l'esame sulle pareti della fossa.

Dopo lo scatto delle fotografie si passerà poi all'esame visivo dell'insieme del profilo, alla suddivisione dello stesso in orizzonti, alla descrizione degli orizzonti, alla determinazione dei parametri fisici in situ, e al prelievo dei campioni, per la determinazione dei parametri fisici e chimici in laboratorio.

### 5.2.2. Parametri pedologici in situ

- *Clima*: indicazione della zona climatica con particolare riferimento alle medie di temperatura e piovosità (in millimetri).
- *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.

- *Idrologia*: descrizione dello scorrimento superficiale delle acque meteoriche definito come “drenaggio esterno” che può essere *impedito* (le acque ristagnano), *molto lento* (le acque ristagnano e scorrono in tempi lunghi), *lento* (l’acqua scorre facilmente ma tende a ristagnare per qualche giorno), *buono* (l’acqua scorre facilmente in superficie con ristagni occasionali), *rapido* (l’acqua scorre facilmente in modo che non si hanno ristagni), molto rapido (l’acqua scorre facilmente e solo una piccola parte penetra nel terreno).
- *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:

<b>.Cod</b>	<b>Descrizione</b>
<b>RA</b>	da ribaltamento di alberi
<b>AG</b>	da argille dinamiche (ad es. gilgai)
<b>CE</b>	cuscinetti erbosi (crionivali)
<b>CP</b>	“suoli” poligonali (crionivali)
<b>CT</b>	terrazzette (crionivali)
<b>CS</b>	“suoli” striati (crionivali)
<b>MM</b>	cunette e rilievi da movimenti di massa
<b>AL</b>	altro tipo di microrilievo (specificare in nota per ampliare i codici)
<b>Z</b>	assente

*Tabella 5-5 Caratteri specifici del microrilievo*

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:

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

*Tabella 5-6 Classi di pietrosità.*

- *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.
- *Substrato pedogenetico*: descrizione della roccia che costituisce il substrato quando determini nel suolo caratteri propri o indirizzi la pedogenesi verso precisi itinerari che sono in antitesi nei confronti della tendenza predominante del clima alla differenziazione in orizzonti dei suoli.
- *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:

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

*Tabella 5-7 Classi di permeabilità in funzione della granulometria*

### 5.2.3. Parametri fisico-chimici in situ

- *Designazione orizzonte*: designazione genetica mediante codici alfanumerici e secondo le convenzioni definite in IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS (1999) e SOIL SURVEY STAFF (1998).
- *Limiti di passaggio*: confine tra un orizzonte e quello immediatamente sottostante, definito quanto a "profondità" (distanza media dal piano di campagna), "tipo" (ampiezza dell'intervallo di passaggio), "andamento" (geometria del limite);
- *Profondità falda*: profondità del livello di falda stabilizzato.
- *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).
- *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.":

Cod	Classe tessiturale
S	Sabbiosa
SF	Sabbioso franca

<b>Cod</b>	<b>Classe tessiturale</b>
<b>FS</b>	Franco sabbiosa
<b>F</b>	Franca
<b>FL</b>	Franco limosa
<b>L</b>	Limosa
<b>FSA</b>	Franco sabbioso argillosa
<b>FA</b>	Franco argillosa

*Tabella 5-8 Classi Tessiturali.*

- *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:

<b>Cod</b>	<b>Descrizione</b>
1	Asciutto
2	Poco umido
3	Umido
4	Molto Umido
5	Bagnato

*Tabella 5-9 Condizioni di umidità.*

- *Contenuto in scheletro*: frammenti di roccia consolidata di dimensioni superiori a 2 mm presenti nel suolo, rilevato quanto ad "abbondanza" (percentuale riferita al totale del suolo), "dimensioni" (classe dimensionale prevalente), "forma" (predominante nella classe dimensionale prevalente), "litologia" (natura prevalente dei frammenti di roccia).
- *Concrezioni e noduli*: presenza di cristalli, noduli, concrezioni, concentrazioni, cioè figure d'origine pedogenetica definite quanto a "composizione", "tipo", "dimensioni" e "quantità".
- *Efflorescenze saline*: determinazione indiretta della presenza (e stima approssimata della quantità) di carbonato di calcio, tramite effervescenza all'HCl ottenuta facendo gocciolare poche gocce di HCl (in concentrazione del 10%) e osservando l'eventuale sviluppo di effervescenza, codificata come segue:

▪

Cod	Descrizione	Stima quantità carbonato di calcio
0	Nessuna effervescenza	$\text{CaCO}_3 \leq 0,1\%$
1	Effervescenza molto debole	$\text{CaCO}_3 \approx 0,5\%$
2	Effervescenza debole	$\text{CaCO}_3 1\div 2\%$
3	Effervescenza forte	$\text{CaCO}_3 \approx 5\%$
4	Effervescenza molto forte	$\text{CaCO}_3 \geq 10\%$

*Tabella 5-10 Efflorescenze saline.*

- *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).

#### 5.2.4. **Prelievo campioni**

Per il punto di monitoraggio si preleveranno due campioni per ogni profilo di cui uno sarà destinato alle analisi chimico-fisiche di laboratorio, e l'altro sarà conservato secondo quanto indicato dalla normativa per l'effettuazione di ulteriori analisi che si rendessero necessarie.:

Per ciascun campione di suolo si preleverà un quantitativo di materiale di 4÷5 kg di peso, operando nello spaccato del profilo con vanga e/o paletta in modo da staccare aliquote di materiale equilibrate lungo l'intero intervallo di campionatura prescelto.

Dal materiale del campione, raccolto in un contenitore (secchio), mescolato ed omogeneizzato, si preleveranno (operando prelievi casuali in tutta la massa di terreno) 4 subcampioni di peso differente in ragione della diversa destinazione analitica.

Nel prelievo sarà campionato l'intero orizzonte e non solo il nucleo centrale; nel caso di un passaggio di tipo molto irregolare, il rilevatore farà molta attenzione nel prelevare il campione in modo da non inquinare parti di un orizzonte con parti dell'altro.

Ogni subcampione sarà inserito in un recipiente di vetro a chiusura ermetica, eventualmente scuro, di volume adeguato. I recipienti saranno riempiti fino all'orlo, sigillati ed etichettati.

Tutte le fasi di raccolta e confezionamento del campione richiedono l'uso di guanti e/o attrezzatura monouso.

I campioni saranno conservati a bassa temperatura ( $T < 4^\circ\text{C}$ ) e tempestivamente trasmessi ai laboratori di analisi.

I campioni indisturbati ("ove possibile campionarli") saranno prelevati e conservati in cilindri campionatori con coperchi a tenuta. Il tubo campionatore sarà infisso a pressione nel terreno senza movimenti di rotazione e/o oscillazione. Ultimata l'infissione, il terreno circostante al campionatore sarà asportato ed il campionatore staccato dal fondo per mezzo di un adeguato utensile.

Nei terreni coesivi molto consistenti o nei terreni con ciottoli o ghiaia l'infissione del campionatore potrà essere accompagnata dallo scavo laterale. Il prelievo sarà in ogni caso eseguito su fondi di scavo freschi, dopo aver rimosso lo strato superficiale disseccato, alterato o allentato.

#### 5.2.5.      *Analisi di laboratorio*

In laboratorio si effettueranno le determinazioni dei seguenti parametri pedologici standard, utilizzando i metodi elencati (per i dettagli dei metodi si vedano i riferimenti normativi), o, non essendo questi menzionati, mediante altri metodi certificati, ad esempio secondo i “Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo” (Decreto Ministeriale, 1992):

- *Capacità di scambio cationico*: valutata come di seguito, espressa in meq/100 g di suolo, tramite il metodo Bascom modificato, che prevede l'estrazione di potassio, calcio, magnesio e sodio con una soluzione di bario cloruro e trietanolammina, e successivo dosaggio dei cationi estratti per spettrofotometria.

<b>Capacità Scambio Cationico (C.S.C.)</b>	
<b>Bassa</b>	< 10 meq/100 g
<b>Media</b>	10÷20 meq/100 g
<b>Elevata</b>	20÷30 meq/100 g
<b>molto elevata</b>	> 30 meq/100 g

*Tabella 511 Capacità Scambio Cationico.*

- *Azoto totale*: espresso in %, determinato tramite il metodo Kjeldhal.
- *Azoto assimilabile*.
- *Fosforo assimilabile*: espresso in mg/kg, viene determinato secondo il metodo Olsen nei terreni con pH in acqua > di 6.5, secondo il metodo Bray e Krutz nei terreni con pH < di 6.5.
- *Carbonati totali*: determinazione gas-volumetrica del CO<sub>2</sub> che si sviluppa trattando il suolo con HCl. Il contenuto di carbonati totali (o calcare totale) viene espresso in % di CaCO<sub>3</sub> nel terreno.
- *Sostanza organica*: contenuto di carbonio organico, espresso in % e determinato secondo il metodo Walkley e Black.
- *Capacità di ritenzione idrica*.
- *Conducibilità elettrica*.
- *Permeabilità*.
- *Densità apparente*.
- *Calcare attivo*.
- *Rapporto C/N*.
- *Potassio*.
- *Calcio, Magnesio e Sodio scambiabili*.

## 6. INDIVIDUAZIONE DELLE AREE E PUNTI DI MONITORAGGIO

L'ubicazione dei punti di monitoraggio è riportata nelle planimetrie ubicazione dei punti di monitoraggio

Si riporta di seguito l'elenco delle stazioni di monitoraggio

<i>Codice stazione</i>	<i>Attività</i>	<i>Codice Cantiere</i>
<b>SUO-01</b>	Esecuzione di profili pedologici con determinazione dei parametri pedologici e stazionali, fisico-chimici di situ e analisi chimiche di laboratorio- Sopralluoghi in fase di PO	<b>AS04</b>
<b>SUO-02</b>	Esecuzione di profili pedologici con determinazione dei parametri pedologici e stazionali, fisico-chimici di situ e analisi chimiche di laboratorio - Sopralluoghi in fase di PO	<b>AS05</b>

Tabella 6-1 Elenco stazioni di monitoraggio

## 7. ATTIVITÀ PRELIMINARI

Il lavoro di monitoraggio sarà preceduto da una serie di attività che serviranno a pianificare la tempistica degli interventi e la loro rapida esecuzione. La gestione di un elevato numero di dati da acquisire dovrà essere fatta in modo da creare un flusso regolare di informazioni senza accavallare o intralciare le attività correlate.

### 7.1. Attività in sede

In sede verranno predisposte le necessarie planimetrie di campagna con il posizionamento dei siti di misura anche al fine di creare una serie di percorsi utili ad un pratico e rapido raggiungimento dei siti stessi. Nel contempo verranno preparate le schede di monitoraggio sulle quali si inseriranno tutti i dati identificativi dei siti di monitoraggio. Le planimetrie di campagna dovranno riportare il reticolato UTM con datum WGS84 utile ad una pratica individuazione dei siti attraverso l'uso di sistemi GPS.

### 7.2. Verifica di fattibilità in campo

La campagna di indagini ed analisi pianificata in tal sede andrà verificata sul campo per mezzo di sopralluoghi che serviranno a valutare i seguenti punti:

- Accessibilità delle aree individuate;
- Disponibilità di accesso alle aree;
- Viabilità utile per i necessari mezzi di lavoro (dove necessari);
- Assenza di attività che possano influenzare le indagini da effettuarsi.

Qualora i punti e/o aree di monitoraggio individuati dal presente Progetto di Monitoraggio, non dovessero avere i sopracitati requisiti, verranno individuate posizioni alternative in base alle quali non venga meno il criterio logico per il quale è stata pianificata la specifica campagna di monitoraggio.

## 8. ELABORAZIONI E RESTITUZIONI DEI DATI

Tutti i dati acquisiti andranno riportati su sistemi GIS per permetterne una rapida consultazione. L'elaborazione dei dati verrà effettuata a seconda dei modelli evolutivi che sono propri della componente ambientale esaminata, i risultati ottenuti sotto forma di relazioni e diagrammi esplicativi verranno inseriti nel succitato GIS.

- Le schede di misura identificative redatte durante il monitoraggio dovranno essere raccolte e catalogate attraverso il *data base* del GIS, ciò verrà fatto entro 14 giorni dal rilevamento (fatta eccezione per eventuali anomalie che verranno immediatamente comunicate);
- Le analisi di laboratorio verranno inserite all'interno del *data base* del GIS, entro 30 giorni dalla data di comunicazione da parte del laboratorio che sarà di 28 giorni dall'attività di campionamento;
- I Report periodici trimestrali in CO che discuteranno i dati acquisiti ed illustreranno l'evoluzione della componente ambientale trattata, verranno redatti entro 30 giorni dalla fine del trimestre di riferimento e sarà inserito nel *data base* del GIS;
- Alla fine della fase di monitoraggio (entro 30 giorni dalla conclusione della fase: Ante Operam, in Corso d'Opera o Post Operam) verrà redatto un Report finale che riassumerà tutti i dati acquisiti durante il monitoraggio e concluderà sullo stato della componente ambientale analizzata in funzione della realizzazione dell'opera. Lo stesso Report verrà inserito nel succitato *data base* del GIS.

### 8.1. Gestione delle anomalie e di "alert"

Le situazioni ambientali anomale relative ai parametri indicatori, emergeranno essenzialmente:

- Dai rilievi strumentali di campo, indagini ed osservazioni da parte di tecnici;
- Dai referti di laboratorio per singoli indicatori;
- Dalle elaborazioni ed analisi di sede per indici complessi.

In particolare, nel caso in cui dai rilievi strumentali di campo e/o dalle osservazioni da parte dei tecnici preposti al monitoraggio venga evidenziata una situazione anomala rispetto ai valori attesi sarà attivata immediatamente (entro massimo 1 giorno dalla misurazione) la procedura di seguito descritta.

La procedura prevista in questo caso è:

1. Attivazione del pre-alert con avviso alla DL dell'evidenza di dati anomali; ripetizione della misura per la conferma/smentita del dato anomalo.
2. In caso di smentita del dato anomalo, sarà portata avanti la campagna di misura con la redazione delle "SCHEDE DI CAMPO" nella quale sarà data evidenza della ripetizione della misura e sarà sottoposta a validazione della DL;
3. In caso di conferma del dato anomalo, si procede immediatamente all'attivazione della procedura di alert con invio della "SCHEDE RILIEVI ANOMALIE" alla DL con l'evidenza di dati anomali. Nella scheda, compilata da parte del tecnico di campo unitamente al responsabile scientifico, si specificheranno i seguenti dati:
  - Data del rilievo;

- Parametri indicatori risultati superiori alle soglie normative e/o valori limite;
  - Eventuale tipo di interferenza sul punto di monitoraggio (insistenza di cantieri industriali, scavo di trincee...);
  - Valutazione del potenziale rapporto causa-effetto con l'opera;
  - Azioni da intraprendere (approfondimenti, ripetizione misure o, nel caso di anomalia accertata, azioni da intraprendere).
4. Tale scheda sarà inviata entro max. 1 ora dalla misura di verifica alla DL al fine di porre in atto (entro max. 1 giorno dal rilievo dell'anomalia) tutte le misure di messa in sicurezza, ovvero atte a rimuovere la fonte di contaminazione e/o impedire il propagarsi dell'inquinamento stesso. La DL, ricevuta la "SCHEDE RILIEVI ANOMALIE" tempestivamente avviserà la committenza, l'ARPA, Comune etc.
5. Successivamente saranno attuate dall'impresa esecutrice dei lavori tutte le misure necessarie al ripristino dei luoghi ed alla verifica delle azioni correttive intraprese per evitare il ripetersi dell'azione che ha generato l'anomalia. Le azioni susseguenti a tale fase (verifiche di efficacia saranno commisurate alla gravità della situazione ed al contesto nel quale è stata rilevata l'anomalia ed eventualmente saranno oggetto di piani di approfondimento e/o di intervento.

ALLEGATO 1 - SCHEDE MONOGRAFICHE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO

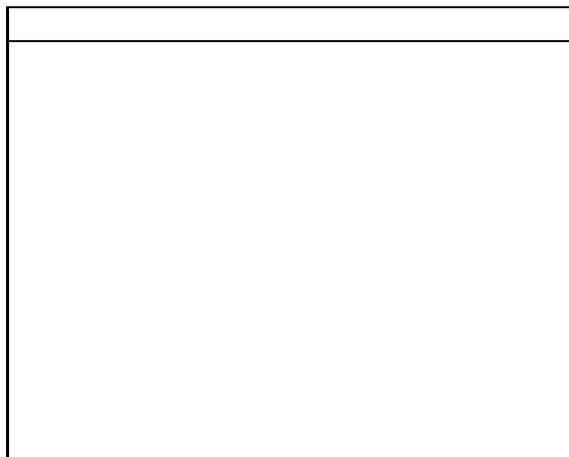
**SCHEDA MONOGRAFICA STAZIONE DI RILEVAMENTO**

**CODICE STAZIONE**

**SUO-01**

<b>COMPONENTE</b>	SUOLO
<b>TIPO STAZIONE</b>	Puntuale
<b>FASE</b>	AO-CO-PO

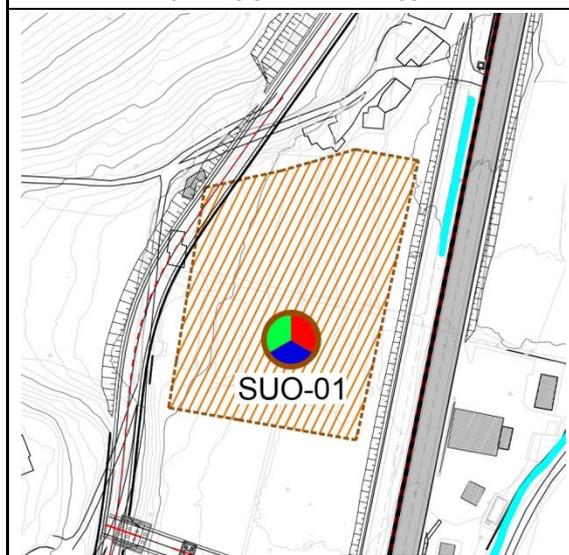
<b>Regione</b>	Lazio
<b>Comune</b>	Rieti
<b>Toponimo</b>	---
<b>Quota s.l.m (m)</b>	442
<b>Coordinate UTM (WGS84)</b>	323326.00 m E 4687854.00 m N



**ORTOFOTO**



**STRALCIO PLANIMETRICO**



**Caratteristiche sito**

Aree agricola

**Tipologia attività**

Rilievi del profilo del suolo con raccolta di campioni e analisi di laboratorio, sopralluoghi in Fase di PO.

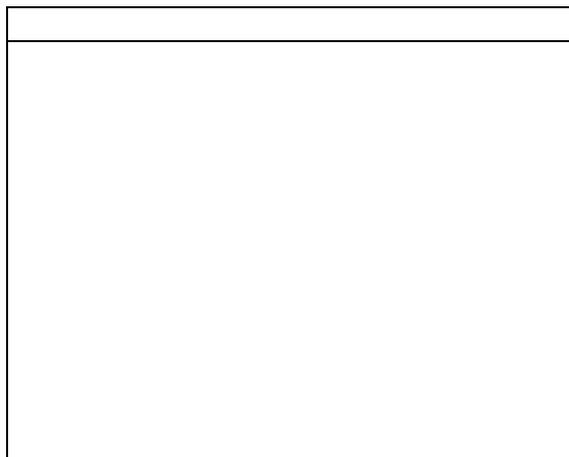
**SCHEDA MONOGRAFICA STAZIONE DI RILEVAMENTO**

**CODICE STAZIONE**

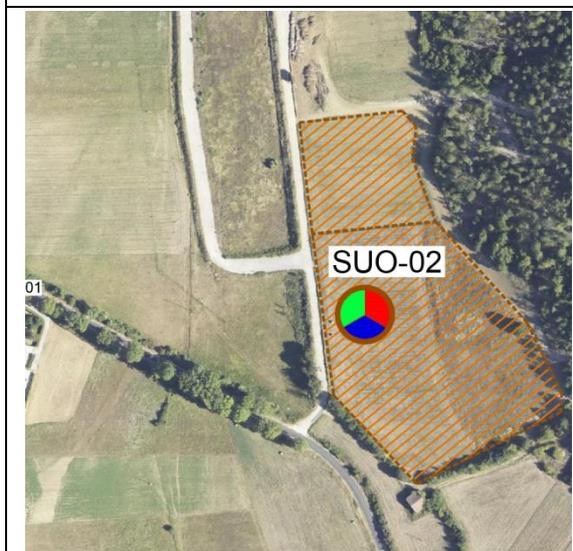
**SUO -02**

<b>COMPONENTE</b>	SUOLO
<b>TIPO STAZIONE</b>	Puntuale
<b>FASE</b>	AO-CO-PO

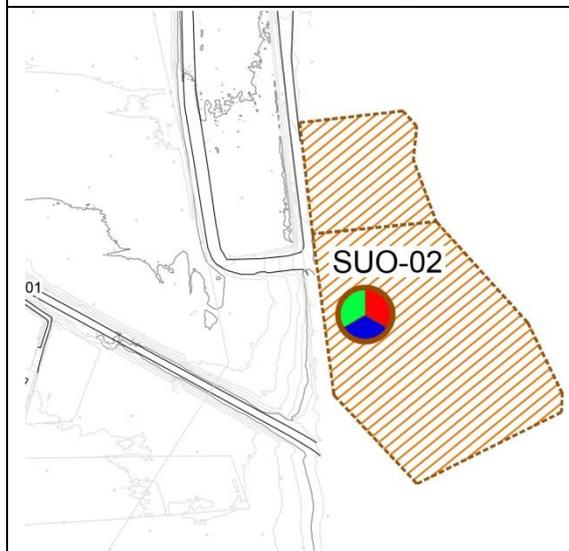
<b>Regione</b>	Lazio
<b>Comune</b>	Bel monte in Sabina
<b>Toponimo</b>	---
<b>Quota s.l.m (m)</b>	433
<b>Coordinate UTM (WGS84)</b>	323899.00 m E 4688585.00 m N



**ORTOFOTO**



**STRALCIO PLANIMETRICO**



**Caratteristiche sito**

Aree agricola

**Tipologia attività**

Rilievi del profilo del suolo con raccolta di campioni e analisi di laboratorio, sopralluoghi in Fase di PO.