



**PIANO DI CARATTERIZZAZIONE  
LOC. SAN CARLO/ BOCCA DEL DRAGONE  
VOLTURARA IRPINA (AV)**

***Piano di Caratterizzazione***

Committente: Comune di Volturara Irpina

Piazza Roma, 2

Cap 83050

Tecnico: Ing. Giovanni Spagnuolo

Via Chiarino, 2, 83052 Paternopoli (AV)



Data	27 maggio 2022
Ed. 0	Rev. 0

Sommario	
STRUTTURA DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE .....	2
INQUADRAMENTO DEL SITO .....	5
CARATTERIZZAZIONE DEL SITO.....	7
INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO .....	7
CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI FUORI DAL SITO.....	9
MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE.....	10
PIANO DI INVESTIGAZIONE.....	11
LOCALIZZAZIONE E PROFONDITÀ DEI PUNTI DI PRELIEVO (SONDAGGI E PIEZOMETRI) E GEOREFERENZIAZIONE DEGLI STESSI .....	12
<b>Modalità di Campionamento</b> .....	14
<b>Campionamento</b> .....	15
<b>Perforazioni</b> .....	15
<b>Procedure di decontaminazione</b> .....	16
<b>Stratigrafia del terreno</b> .....	17
<b>Campionamento Acque sotterranee</b> .....	18
<b>Istallazione piezometri</b> .....	18
<b>Sviluppo del piezometro</b> .....	19
<b>Attività di prelievo</b> .....	20
<b>Modalità di campionamento matrice suolo</b> .....	21
<b>Campionamento acque sotterranee</b> .....	23
<b>PROCEDURE DI CAMPIONAMENTO</b> .....	24
<b>MODALITA' DI REGISTRAZIONE E SCHEDATURA</b> .....	25
<b>CONSERVAZIONE, STOCCAGGIO, TRASPORTO CAMPIONI</b> .....	27
<b>Prove idrogeologiche Slug Test</b> .....	27
<b>Analisi dei dati</b> .....	27

## STRUTTURA DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE

### **PREMESSA**

- ✓ Finalità del piano di caratterizzazione
- ✓ Riferimenti normativi
- ✓ Inquadramento del sito
- ✓ Descrizione dell'evento notificato

### **RACCOLTA E SISTEMATIZZAZIONE DEI DATI ESISTENTI**

- ✓ localizzazione e tipologia del sito
- ✓ Storia del sito
- ✓ Attività attuali e pregresse
- ✓ Certificato di destinazione urbanistica e destinazione d'uso

### **CARATTERIZZAZIONE DEL SITO**

- ✓ Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico
- ✓ Corsi d'acqua superficiali fuori dal sito.

### **MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE**

- ✓ Fonte della contaminazione
- ✓ Contaminanti presenti e loro caratteristiche
- ✓ Possibili vie di migrazioni degli inquinanti dalla fonte di contaminazione ai bersagli/recettori
- ✓ Possibili vie di esposizione

### **PIANO DI INVESTIGAZIONE**

- ✓ Attività preliminari (pulizia della vegetazione infestante, verifica della presenza di sottoservizi, indagine sui tombini esistenti, verifica pozzi e piezometri esistenti, piano di gestione e smaltimento dell'amianto, piano di gestione dei rifiuti, analisi dei gas interstizionali)
- ✓ Indagini indirette
  - Localizzazione e profondità dei punti di prelievo (Sondaggi e piezometri), interni al sito ed eventualmente esterni al sito.
  - Georeferenziazione dei sondaggi e dei piezometri previsti
- ✓ Modalità di campionamento del suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee
- ✓ Procedure di decontaminazione
- ✓ Modalità di confezionamento, identificazione, trasporto e conservazione dei campioni
- ✓ Modalità di registrazioni e schedatura dei campioni
- ✓ Catena di custodia
- ✓ Procedure di decontaminazione
- ✓ Elenco delle sostanze indicatrici da analizzare
- ✓ Metodiche analitiche
- ✓ Test di permeabilità (slug Test)

### **ELABORATI DI PROGETTO**

- ✓ Planimetria sito ed ambiente circostante
- ✓ Planimetria di dettaglio del sito
- ✓ Cartografia tematica idrogeologica ed idrogeologica
- ✓ Planimetria di dettaglio, in scala adeguata, con indicazione di sondaggi e piezometri proposti
- ✓ Individuazione area interessata dalla contaminazione
- ✓ Schemi messa in sicurezza attuata o da usare, in fase di campionamento

### **RISULTATI DELLE INDAGINI**

- ✓ Risultati delle indagini geologiche ed idrogeologiche e verifica congruenza con descrizione idrogeologica del sito
- ✓ Risultati analitici dei campionamenti effettuati sulle matrici suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee.
- ✓ Tipo e grado di inquinanti per ogni sostanza analizzata

### **MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO**

- ✓ Contaminanti presenti e loro caratteristiche
- ✓ Gradi ed estensione della contaminazione di suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee
- ✓ Percorsi di migrazione dei contaminanti delle sorgenti di contaminazione ai recettori/bersagli
- ✓ Vie di esposizione

### **ALLEGATI**

- ✓ Piano delle indagini preliminari effettuata, con allegati i risultati analitici dei campionamenti effettuati, sul suolo e sulla falda sotterranea.
- ✓ Planimetria sito ed ambiente circostante
- ✓ Indagine geologica ed idrogeologica del sito
- ✓ Planimetria di dettagli, in scala adeguata, con indicazione dei sondaggi e dei piezometri proposti
- ✓ Risultati analitici di laboratorio dei campionamenti effettuati su suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee
- ✓ Documentazione fotografica del sito.

Il presente documento ha lo scopo di valutare lo stato di contaminazione presente nell'area circostante al sito in parola in cui, a seguito della rimozione dei rifiuti, furono riscontrati dei superamenti di Concentrazione Soglia di Contaminazione (CSC) nel corso delle attività di Indagine Preliminare ambientale.

Le predette indagini preliminari, eseguite in conformità alle Linee Guida Arpac di Marzo 2016, approvate con Deliberazione Giunta Regionale n.417 del 27/07/2016, hanno evidenziato superamenti delle CSC, nella matrice suolo relativamente ai parametri: Selenio, Vanadio, Zinco e Berillio, con riferimento ai limiti tabellari di cui alla Tab. 1 All. 5 Parte IV del D.lgs 152/2006 colonna A. Il predetto piano di indagini preliminari contiene anche le indagini indirette e la direzione e la quota di attestazione della falda sotterranea. I superamenti, emersi nella fase di indagini preliminari, hanno imposto la presentazione del presente Piano di Caratterizzazione che definirà:

- ✓ i contaminanti presenti nel sito
- ✓ il grado ed estensione della contaminazione delle matrici suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee.
- ✓ Percorsi di migrazione dei contaminati dalla fonte di contaminazione ai bersagli/recettori
- ✓ Vie di esposizione.

## INQUADRAMENTO DEL SITO

Il sito oggetto di indagine, è costituito da un terreno nudo, avente una superficie di circa 9000 mq, ed è individuato catastalmente al Fg. 6 p.lla 315.

GPS: 40°52'52.9"N 14°55'54.8"E [40.881362, 14.931883].

Di seguito si riporta stralcio aerofotogrammetrico con l'individuazione dell'area in oggetto



*Figura 1 Discarica Loc. San Carlo Bocca del Dragone Volturara Irpina vista satellite*

Le indagini preliminari ambientali hanno permesso di identificare l'area oggetto di verifica, con i relativi punti di criticità. Dalle indagini eseguite, attraverso sopralluoghi e dalla raccolta di informazioni sia verbali che documentali, sul sito furono rinvenuti dei rifiuti abbandonati o depositati in modo incontrollato, per una superficie interessata di circa 9000 mq e sono stati rimossi e smaltiti dalla ditta Errecologia srl, iscritta all'Albo Gestori Ambientali con n. NA05077.

I rifiuti, rimossi e smaltiti prima delle attività di indagine preliminare ambientale, sono schematizzati e riportati nella seguente tabella:

---

<b><u>CER</u></b>	<b><u>Descrizione sintetica</u></b>
<b>17 09 04</b>	Rifiuti provenienti da demolizione e costruzione
<b>17 03 02</b>	Catrame e guaine
<b>01 04 13</b>	Marmo
<b>15 01 06</b>	Imballaggi
<b>15 01 02</b>	plastica
<b>17 01 01</b>	cemento
<b>15 01 10*</b>	Contenitori di vernice
<b>17 08 02</b>	gesso
<b>20 01 38</b>	legno
<b>17 04 07</b>	Metallo
<b>20 01 36</b>	Apparecchiature elettriche
<b>20 01 35*</b>	Televisori
<b>20 01 23*</b>	Frigoriferi

**Tabella 1 tipologia di rifiuti smaltiti**

## CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

### INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

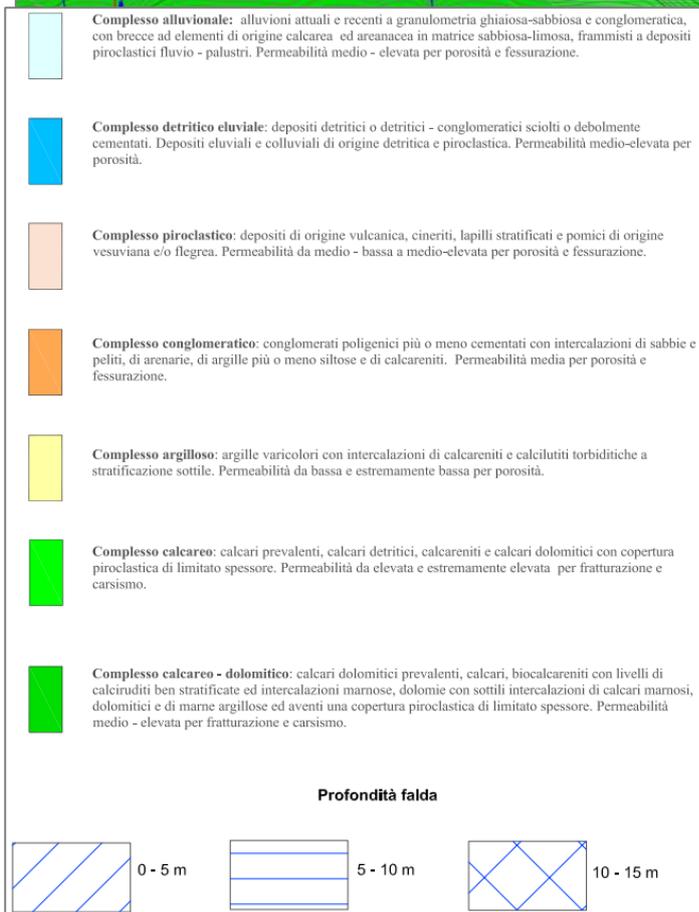
Lo studio morfologico, geologico e idrogeologico, allegato alla presente (PUC Comune di Volturara Irpina), condotto dal Dott. Bruno Candela , ha consentito di ricostruire, nelle linee generali, l'assetto geo-litologico, morfologico e idrogeologico dell'area d'interesse.

L'area oggetto d'indagine, posizionata sul lato Nord e Nord/Est del campo sportivo del comune del Comune di Volturara Irpina rientra nella successione sabbioso-arenacea della Formazione della Baronìa che affiora estesamente nella zona e ne costituisce il substrato. Quest'ultimo, quasi ovunque, è mascherato da una coltre eluvio-colluviale limoso sabbiosa con spessore che aumenta alla base dei versanti. Questa situazione è presente anche nel sito in esame.

Dal punto di vista morfologico, il sito ricade su un versante immergente verso nord, con pendenza compresa tra 0°-7°, in particolare nell'area in oggetto sono presenti depositi antropici – riporti. I terreni di ripoto sono di natura terroso e terroso-detritica, si compongono di elementi litoidi eterodimensionali in matrice limo sabbiosa.

L'idrogeologia della zona è condizionata dalla presenza di terreni permeabili identificati come *complessi alluvionali* a permeabilità medio-elevata per porosità e fessurazione.

Di seguito si riporta stralcio della carta idrogeologica del sito.



Tutti questi aspetti dovranno necessariamente essere approfonditi con indagini in sito e di laboratorio, al fine di permettere una più rigorosa ricostruzione del modello geologico di riferimento.

## CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI FUORI DAL SITO

La Piana del Dragone è una delle più ampie aree a deflusso endoreico esistenti nell'Appennino carbonatico Meridionale. Le sue acque di ruscellamento superficiale vengono smaltite dall'inghiottitoio carsico denominato Bocca del Dragone posto in diretta comunicazione con la falda di base del Monte Terminio, quest'ultima tributaria delle sorgenti di Cassano Irpino e di Serino. Le acque convergono verso il sistema carsico collegato all'inghiottitoio, nonostante i punti di recapito preferenziale della falda si trovino in posizioni opposte (sorgenti di Cassano Irpino e di Serino). (vedasi relazione geologica allegata)

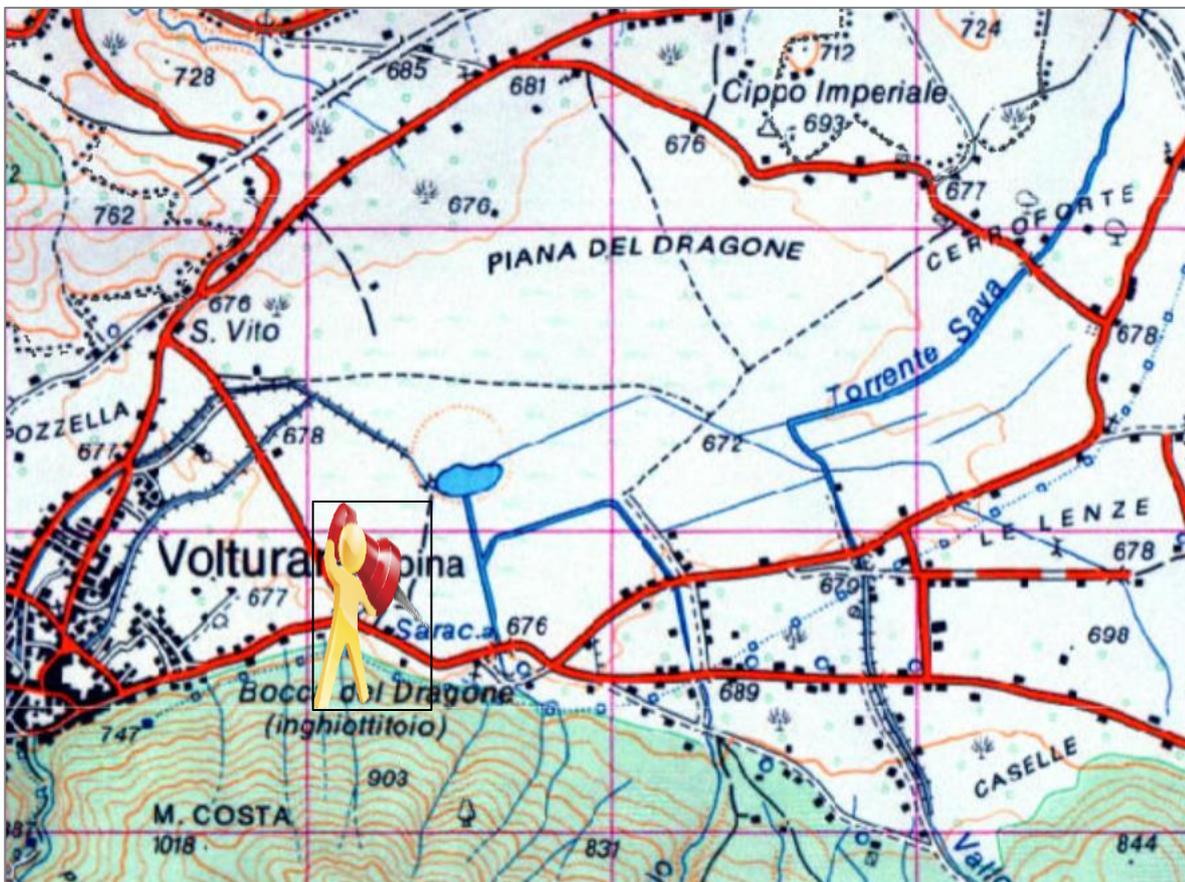


Figura 2 Ubicazione area

## MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE

Modello concettuale preliminare deve contenere informazioni riguardanti:

- la fonte di contaminazione
- i contaminanti presenti nel sito
- la possibile via di migrazione dei contaminanti dalla fonte di contaminazione ai bersagli/recettori

Nel caso del sito in esame, le suddette informazioni sono desumibili dai risultati delle Indagini Preliminari condotte sul sito (vedasi allegati), su espresso incarico del Comune di Volturara Irpina che hanno evidenziato quanto appresso:

- la fonte di contaminazione è la stessa area ove sono stati sversati i rifiuti in modo incontrollato in loc. San Carlo/ Bocca Del Dragone – Comune di Volturara Irpina.
- i contaminanti presenti nel suolo e nella falda sotterranea del sito sono: Selenio, Vanadio, Zinco e Berillio, che hanno evidenziato superamenti di CSC rispetto ai limiti tabellari di legge (tabella 1 e 2 Allegato 5 titolo V parte IV del Dlgs. 152/2006 e smi)

I suddetti inquinanti, presenti nella matrice suolo, in concentrazioni superiori alle CSC, migrano dalla sorgente di contaminazione (area in loc. San Carlo/ Bocca Del Dragone - Volturara Irpina) ai bersagli /ricettori (Comune di Volturara Irpina) e verso tutti i possibili ricettori sensibili presenti nelle aree di detto comune, anche attraverso la falda sotterranea, seguendo la direzione della falda stessa (direzione che si evince dallo studio idrogeologico del sito contenuto nelle indagini preliminari)

## PIANO DI INVESTIGAZIONE

Il piano di investigazione del sito dovrà essere proceduto dalle:

- indagini indirette
- attività preliminari

le indagini indirette sono state eseguite in occasione delle indagini preliminari condotte sul sito dal. Ing. Giovanni Spagnuolo per espresso incarico dell'amministrazione comunale di Volturara Irpina (AV).

Le attività preliminari alla caratterizzazione dovranno consistere:

- nella pulizia della vegetazione infestante
- nella verifica della presenza di sottoservizi
- indagini sui tombini esistenti
- nella verifica su pozzi e piezometri esistenti
- in un piano di gestione dei rifiuti
- nell'analisi dei gas interstiziali

Eseguite le indagini indirette e le attività preliminari, si procederà:

1. alla localizzazione e profondità dei punti di prelievo (sondaggi e piezometri) interni ed eventualmente esterni al sito.
2. alla georeferenziazione dei sondaggi e piezometri previsti
3. a stabilire le modalità di campionamento del suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee
4. a stabilire le modalità di confezionamento, identificazione trasporto e conservazione dei campioni.
5. a stabilire le modalità di registrazione e schedatura dei campioni e la relativa catena di custodia.
6. a stabilire la procedura di decontaminazione
7. a stabilire l'elenco delle sostanze indicatrici da analizzare (set standard di analiti)
8. a stabilire le Metodiche Analitiche
9. ad effettuare il Test di permeabilità (Slug –Test)

## LOCALIZZAZIONE E PROFONDITÀ DEI PUNTI DI PRELIEVO (SONDAGGI E PIEZOMETRI) E GEOREFERENZIAZIONE DEGLI STESSI

La scelta e la localizzazione dei punti di campionamento è basata sull'esame dei dati storici e sull'identificazione delle aree maggiormente vulnerabili (ubicazione ragionata).

A tal proposito, in ottemperanza al d.lgs 152/2006 e s.m.i data la superficie dell'area in oggetto sono stati previsti n. 4 punti d'indagine per il prelievo di campioni di terreno, scelti secondo il criterio dell'ubicazione ragionata, e n. 3 piezometri per la verifica della qualità delle acque sotterranee, scelti secondo lo studio geologico ed idrogeologico allegato alla presente. Si rappresenta, inoltre, che tra i sondaggi scelti, sono stati individuati, in zone non antropizzate,

I sondaggi sono stati così scelti ed identificati:

- Sondaggio suolo **SC1 [40°52'47.5"N 14°55'57.5"E; 40.879850, 14.932635],**
- Sondaggio suolo **SC2 [41°02'56.8"N 14°40'55.8"E; 41.049099, 14.682175],**
- Sondaggio suolo **SC3 [41°02'58.2"N 14°40'54.8"E; 41.049485, 14.681896]**
- Sondaggio suolo **SC4 [41°02'56.4"N 14°40'51.4"E; 41.048992, 14.680934],**
- Monitoraggio Acque di Falda **PZ1 [41°02'55.6"N 14°40'52.7"E; 41.048770, 14.681301]** ubicato a monte idrogeologico.
- Monitoraggio Acque di Falda **PZ2 [41°02'58.2"N 14°40'54.8"E; 41.049485, 14.681896]** ubicato a valle idrogeologica (vedi relazione geologica ed idrogeologica allegata)
- Monitoraggio Acque di Falda **PZ3 [41°02'56.4"N 14°40'51.4"E; 41.048992, 14.680934]** ubicato a valle idrogeologica (vedi relazione geologica ed idrogeologica allegata).

Si precisa, inoltre, che il numero dei sondaggi è stato scelto in ottemperanza al DM 471 del 1999, che sulla base delle dimensioni del sito da investigare (<10.000 mq) prevede almeno n. 4 sondaggi di suolo.

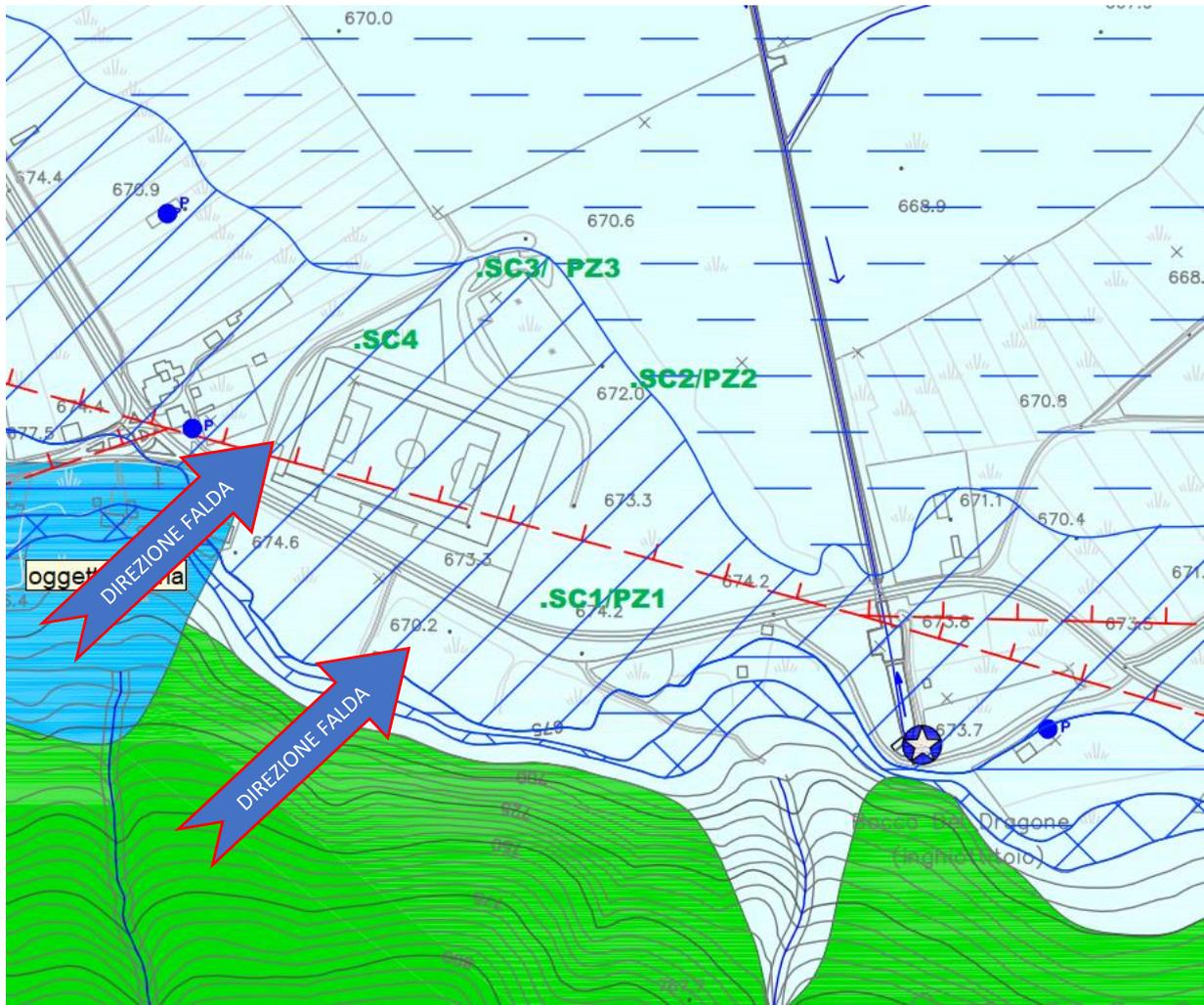


Figura 3 Stralcio mappa con ubicazione punti di indagine

Attraverso le procedure di cui ai punti 1 a 9 del paragrafo § 12 PIANO DI INVESTIGAZIONE si riuscirà a :

1. verificare l'esistenza di inquinamento nelle matrici suolo, sottosuolo e falda sotterranea
2. definire il grado e l'estensione volumetrica dell'inquinamento
3. individuare le possibili vie di dispersioni migrazione degli inquinanti dalle fonti verso i potenziali ricettori
4. ricostruire le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche puntuali dell'area di indagine.

Le operazioni suddette consentiranno di costruire il Modello Concettuale definitivo del sito.

Per ogni punto d'indagine, per la matrice suolo, dovranno essere prelevati tre campioni di terreno a quote differenti in ottemperanza a quanto stabilito dal Dlgs 152/2006:

- ottenere la determinazione della concentrazione delle sostanze inquinanti per strati omogenei dal punto di vista litologico;

- prelevare separatamente, in aggiunta ai campioni previsti per sondaggio, materiali che si distinguono per evidenze d'inquinamento o per caratteristiche organolettiche, chimico-fisiche e litologico-stratigrafiche. Analisi di campo e analisi semi quantitative (p.es. test in sito dello spazio di testa)

Per corrispondere ai criteri indicati, da ciascun sondaggio i campioni dovranno essere così campionati:

- campione 1: da 0 a -1 metro dal piano campagna;
- campione 2: 1 m che comprenda la zona di frangia capillare;
- campione 3: 1 m nella zona intermedia tra i due campioni precedenti.

Il campione, formato immediatamente a seguito dell'estrusione del materiale dal carotiere in quantità significative e rappresentative, dovrà essere sigillato e siglato. Tale attività sarà descritta in dettaglio nei paragrafi seguenti

Nella tabella di seguito si riportano l'identificazione dei sondaggi atti alla verifica delle eventuali contaminazione del suolo, sottosuolo e acque sotterranee.

<b>Sondaggio</b>	<b>Matrice</b>	<b>Profondità</b>
<b>SC1_ lungo il perimetro</b>	Suolo	10 metri
<b>SC2_ lungo il perimetro</b>	Suolo	10 metri
<b>SC3_ lungo il perimetro</b>	Suolo	10metri
<b>SC4_ lungo il perimetro</b>	Suolo	10 metri
<b>PZ1 _ a monte idrogeologica</b>	Acque di Falda	10 metri
<b>PZ2_ a valle idrogeologica</b>	Acque di Falda	10 metri
<b>PZ3_ a valle idrogeologica</b>	Acque di Falda	10 metri

**Tabella 2 Identificazione dei Sondaggi**

### **Modalità di Campionamento**

Le attività di campionamento e di analisi delle matrici che dovranno essere sottoposte a verifica per la valutazione di eventuali contaminazioni dovranno rispettare quanto imposto dal D.lgs 152/06 smi.

Nel presente paragrafo saranno delineate le modalità tecniche con cui si dovranno eseguire le operazioni di perforazione dei sondaggi, di prelievo e gestione dei campioni delle matrici ambientali investigate, per garantirne la loro rappresentatività.

In particolare, le attività di cantiere dovranno essere pianificate considerando le condizioni metereologiche che potrebbero condizionare il corretto campionamento delle matrici causando il fenomeno di contaminazione incrociata (*cross contamination*). In caso di pioggia lieve, infatti, durante le operazioni di estrazione della carota di terreno e/o durante le operazioni di prelievo del campione di acqua sotterranea, bisogna garantire un'adeguata protezione delle attrezzature e delle aree adibite alla formazione del campione, evitando assolutamente il contatto dello stesso con le acque meteoriche.

Tutti i campioni prodotti (sia in fase di cantiere che in laboratorio) dovranno essere smaltiti a cura del soggetto obbligato ai sensi della normativa vigente.

I campioni di suolo prelevati in duplice aliquota e le cassette catalogatrici dovranno essere conservati a cura del soggetto obbligato fino alla conclusione del procedimento.

## **Campionamento**

Nell'esecuzione delle perforazioni per prelevare campioni di suolo e/o di materiali di riporto si dovrà adottare ogni accorgimento necessario a garantire la sicurezza degli operatori ed evitare la diffusione di contaminanti, a seguito di eventi accidentali quali la rottura di fusti interrati o di diaframmi impermeabili. Si dovrebbe evitare di attraversare orizzonti stratigrafici a bassa permeabilità, per non trasferire una potenziale contaminazione superficiale ai suoli più profondi e alla falda idrica sotterranea.

I punti di indagine dovranno essere georeferenziati secondo il sistema UTM WGS 84 e quotati altimetricamente con la precisione di un metro per le coordinate x e y e di un decimetro per la quota altimetrica di sondaggio, la quale dovrà essere espressa in metri sul livello del mare.

## **Perforazioni**

Tutte le perforazioni saranno eseguite in sicurezza e con metodi tali da garantire la massima rappresentatività dei campioni di terreno prelevati. Per la perforazione, si consiglia il metodo a percussione con "campionatore a pareti spesse", che permette il carotaggio integrale e rappresentativo del terreno con recupero >85%.

In alternativa, perforazione a carotaggio continuo a bassa velocità di rotazione (per evitare fenomeni di surriscaldamento) e senza l'impiego di fluidi di perforazione (nemmeno per T installazione dell'eventuale

camicia di protezione del foro), usando un carotiere di diametro idoneo a prelevare campioni indisturbati ( $\emptyset$  da 101mm a 132 mm )

In fase di perforazione dovranno essere adottati i seguenti accorgimenti:

- rimozione dei lubrificanti dalle zone filettate (in caso di necessità si può utilizzare grasso di origine vegetale come la margarina);
- uso di rivestimenti, corone e scarpe non verniciate;
- eliminazione dei gocciolamenti di oli dalle parti idrauliche; decontaminazione di tutte le parti coinvolte tra un campionamento e l'altro.

Le esecuzioni delle perforazioni, dovrà avvenire secondo la seguente procedura operativa:

- decontaminazione delle attrezzature da utilizzare;
- intestazione del foro ed inizio perforazione;
- posizionamento delle carote di terreno estratto in apposite cassette catalogatrici provviste di telo in PVC sul fondo;
- redazione della stratigrafia di perforazione;
- fotografia delle carote estratte.

### **Procedure di decontaminazione**

Tutte le operazioni di perforazione, prelievo, conservazione, stoccaggio e trasporto dei campioni devono essere effettuate in condizioni rigorosamente controllate in modo da evitare fenomeni di contaminazione incrociata o perdita di rappresentatività del campione alterando le caratteristiche chimico-fisiche delle matrici ambientali investigate. Dovranno essere garantite le seguenti condizioni:

- pulizia dell'attrezzatura di perforazione prima di ogni sondaggio;
- rimozione di qualsiasi grasso o lubrificante (tranne quelli di origine vegetale) delle zone filettate degli utensili;
- uso di stracci e attrezzi nuovi o opportunamente decontaminati prima dell'utilizzo;
- pulizia dell'impianto di perforazione e di tutti gli utensili utilizzati, mediante idropulitrice a getto di vapore, prima dell'inizio delle indagini, tra un sondaggio e l'altro e prima di lasciare il sito;

- pulizia di ogni strumento di misura in foro
- controllo e pulizia di tutti i materiali inseriti in foro (ghiaietto, bentonite, cemento, tubi in PVC, ecc.);
- uso di contenitori nuovi o opportunamente decontaminati e "avvinati" in campo;
- pulizia di tutti i contenitori e attrezzi per manipolazione dei campioni;
- prelievo del campione di acqua con tubo di adduzione da sostituirsi di volta in volta;
- decontaminazione, dopo ogni campionamento di acqua sotterranea, della pompa e di tutta l'attrezzatura mediante lavaggio con idropulitrice o immersione in acqua pulita e/o acqua distillata;
- nel caso si dovessero prelevare più campioni di acqua sotterranea nella stessa giornata, si dovranno programmare i campionamenti partendo dal pozzo ubicato a monte idrogeologico e via via quelli più a valle idrogeologica (nel senso della direzione di flusso della falda idrica sotterranea e rispetto alle potenziali sorgenti di contaminazione);
- necessità di garantire la completa asciugatura delle strumentazioni sottoposte a decontaminazione con acqua mediante carta assorbente esente da contaminazione;
- i campioni prelevati devono essere posti in cassette catalogatrici nuove, isolate con materiale/impermeabile (fogli in plastica) dal contatto con la superficie del suolo e da eventuale presenza di fanghi e acque di lavorazione, evitando così la diffusione della contaminazione nell'ambiente circostante e nella matrice ambientale campionata;
- per le procedure di decontaminazione delle attrezzature deve essere predisposta un'area delimitata e impermeabilizzata con teli, posta a distanza sufficiente ad evitare la diffusione dell'inquinamento alle matrici campionate.

### **Stratigrafia del terreno**

La redazione delle stratigrafie avverrà a cura di un geologo e comprenderà, oltre alla definizione delle caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo investigato, le seguenti osservazioni:

- dettagli sulle attrezzature di perforazione (diametri carotieri, rivestimenti, etc...)
- eventuali evidenze di contaminazione;
- misurazione dei VOC (composti organici volatili) eseguita in campo con fotoionizzatore portatile per test spazio di testa (HSA) ad ogni metro di perforazione;
- profondità e/o intervallo di profondità dal piano campagna in cui è stato effettuato il prelievo di un campione di suolo;
- presenza della falda rilevata nel corso delle perforazioni e profondità del livello statico dal piano campagna.
- eventuale presenza e misurazione di prodotto surnatante mediante sonda di interfaccia.

Particolare attenzione verrà posta nell'osservazione e nella descrizione di livelli con evidenze di contaminazione. Tutti i dati acquisiti, nel corso delle perforazioni, verranno riportati in sito su appositi moduli prestampati che verranno successivamente archiviati e utilizzati per elaborazioni grafiche.

Le carote verranno conservate in apposite cassette catalogatrici che verranno riposte in un idoneo locale coperto presso il sito (oppure, laddove necessario, in un diverso sito che sarà indicato dal soggetto obbligato) ove rimarranno a disposizione degli enti di controllo per eventuali approfondimenti di indagini.

## **Campionamento Acque sotterranee**

### **Installazione piezometri**

I piezometri vengono installati per il campionamento e la misura dei livelli freaticometrici delle acque sotterranee e la loro caratterizzazione dal punto di vista chimico – fisico. Al termine della perforazione devono essere posti in opera tubi in PVC (preferibilmente da 4" di diametro) ciechi e finestrati, di spessore minimo 2 mm e di misura variabile. L'ubicazione del tratto finestrato del tubo piezometrico viene definita tenendo conto delle caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo, della tipologia di falda interessata e del campo di escursione piezometrica stagionale. La parte fessurata deve estendersi tra il fondo foro e almeno un metro al di sopra del massimo livello statico della falda, mentre nella restante parte deve essere installata una tubazione cieca. Le microfessure della parte finestrata dovranno avere apertura tale da garantire un collegamento idraulico con l'acquifero (circa 0,4 mm o comunque in relazione alla granulometria dell'insaturo). La giunzione tra i vari

spezzoni di tubo deve essere a manicotto filettato in modo da escludere l'uso di collanti o di nastri isolanti contenenti solventi. Il tubo deve essere dotato di tappo di fondo e tappo di chiusura in sommità.

Nella corona cilindrica compresa tra il tubo e la parete del foro deve essere realizzato un dreno in ghiaietto siliceo arrotondato (diametro 1-3 mm e comunque almeno 30 volte superiore al diametro del terreno circostante), lavato e calibrato. Il dreno dovrà essere posto nel tratto compreso tra fondo foro e 50 cm sopra il termine del tratto finestrato; lo spazio anulare sovrastante dovrà essere sigillato con miscela di cemento-bentonite. Il manto drenante deve essere posato in modo tale da garantire la formazione di uno strato uniforme su tutta la lunghezza del tratto fessurato, evitando la formazione di ponti che pongano la tubazione a diretto contatto con il suolo. Le teste di tutti i tubi piezometrici devono essere dotate di un tappo con chiusura a tenuta idraulica per evitare l'ingresso di contaminanti dal piano campagna e devono essere protette da un pozzetto con coperchio metallico carrabile munito di lucchetto.

### **Sviluppo del piezometro**

La fase successiva alla realizzazione del piezometro dovrà prevedere il reintegro della conducibilità idraulica naturale all'interno delle formazioni attraversate, rimuovendo le particelle fini in grado di intasare il dreno e intorbidire i campioni di acqua prelevati.

Si possono adottare due differenti metodologie:

- **air lift** - il metodo consiste nell'azione di emungimento di acqua dai pozzi mediante azioni di flusso e riflusso (con relativa turbolenza nelle immediate vicinanze dei filtri) provocate, rispettivamente, dall'introduzione nel pozzo di grandi quantitativi d'aria compressa e da chiusure brusche del getto d'aria. Tale azione sarà protratta fino a ottenimento di acque chiare, prive di sedimenti in sospensione;
- **elettropompa sommersa** - per l'azione di emungimento vengono utilizzati un campionatore statico in acciaio inox, PVC o PE e una pompa a portata regolabile. In un primo tempo si utilizza il campionatore per estrarre i sedimenti depositati a fondo foro ed evitare l'eventuale intasamento della pompa; di norma si estraggono almeno 20 l di acqua verificando la quantità di sedimenti presenti e l'eventuale presenza di inquinanti surnatanti. Quando si ottiene una riduzione significativa dei sedimenti, si inserisce la pompa alla fine del tratto finestrato e la si attiva a bassa portata (<5 l/min.). Con la progressiva riduzione del carico solido nell'acqua

emunta si incrementa la portata fino a raggiungere valori compresi tra 10 e 20 l/min, in funzione della prevalenza.

La fase di sviluppo viene protratta fino alla rimozione di un numero sufficiente di volumi d'acqua (da 30 a 50 volte) contenuti all'interno del foro (tubo piezometrico + intercapedine con ghiaietto).

L'acqua emunta dovrà essere raccolta e smaltita come rifiuto liquido ai sensi della normativa vigente.

### **Attività di prelievo**

I campioni di suolo verranno prelevati in 2 aliquote: la prima per essere sottoposta a determinazione analitica da parte del laboratorio incaricato dal soggetto obbligato; la seconda aliquota, relativa esclusivamente alla determinazione dei composti non volatili, sarà conservata per eventuali future verifiche analitiche. I campioni di terreno saranno collocati in contenitori di vetro nuovi, chiusi ermeticamente con tappo a vite e sotto tappo in alluminio, etichettati evidenziando il numero del progetto, la sigla identificativa del punto di prelievo, la profondità di campionamento, la data e l'ora di prelievo, il nome del tecnico preposto al campionamento e la firma del prelevatore.

I campioni di acqua sotterranea verranno prelevati in aliquota singola per essere sottoposti a determinazione analitica da parte del laboratorio incaricato.

Nel caso in cui si manifesti la necessità di un eventuale approfondimento di indagini sulle acque sotterranee, si procederà ad eseguire nuovamente il campionamento con le modalità sopra descritte e nel seguito meglio specificate.

I campioni di acqua sotterranea verranno posti in idonei contenitori, chiusi ermeticamente con tappo a vite ed etichettati evidenziando il numero del progetto, il nome del piezometro / pozzo di monitoraggio, la data e l'ora di prelievo, il nome del tecnico preposto al campionamento e la firma del prelevatore.

Tutti i campioni (suolo e acqua sotterranea) destinati ad analisi verranno immediatamente refrigerati e preparati per la spedizione al laboratorio; le aliquote destinate ad eventuali future verifiche analitiche saranno conservate in idonei locali ubicati presso il sito (oppure, laddove necessario, in un diverso sito che sarà indicato dal soggetto obbligato) ad una temperatura pari a  $4 \pm 2$  °C; per i campioni prelevati per l'analisi delle sostanze volatili nel suolo, che verranno immediatamente refrigerate a temperatura pari a  $-20 \pm 2$  °C.

I campioni verranno inviati al laboratorio di analisi entro le 24 ore dal momento del prelievo.

### **Modalità di campionamento matrice suolo**

Nel corso degli interventi di perforazione e prelievo dei campioni, tutto il materiale estratto deve essere esaminato e la descrizione della stratigrafia, e delle eventuali presenze di livelli contaminati, deve essere effettuata a cura di un geologo.

Raggiunta la massima profondità di perforazione prevista è necessario assicurarsi, mediante l'utilizzo di uno scandaglio, di avere realmente raggiunto tale profondità.

Il prelievo dei campioni di terreno verrà eseguito adottando la metodologia U.S. EPA Pb 92-963408 (1991) e quella ASTM D4547-91. In particolare:

- l'estrazione della carota dovrà avvenire per semplice battitura o con pistone (in nessun caso potrà essere usata l'acqua e/o altro fluido);
- i terreni estratti dal carotiere saranno riposti nella cassetta catalogatrice, appoggiati sopra un telo di polietilene, ponendo attenzione alla corretta profondità stratigrafica;
- i campioni dovranno essere puntuali, ossia compresi tra due valori di profondità il più possibile ravvicinati compatibilmente con il quantitativo minimo di materiale necessario per gli scopi analitici.

Onde evitare fenomeni di "cross contamination", le attrezzature per il prelievo del campione saranno decontaminate tra un campionamento ed il successivo e più precisamente, si eseguiranno le seguenti operazioni di campo:

- i fogli di polietilene usati come base di appoggio delle carote, saranno rinnovati ad ogni prelievo;
- i campioni saranno preparati facendo uso di opportuna paletta di acciaio inox;
- la paletta di acciaio, dopo la preparazione delle aliquote previste per ogni singolo campione, sarà lavata e infine asciugata con carta;
- il carotiere, dopo l'estrazione della carota, sarà lavato con idropulitrice termica a vapore (temperatura 100°C) e lasciato asciugare all'aria, prima della successiva operazione di carotaggio.

### **Campionamento delle sostanze volatili**

Per limitare la volatilizzazione, nella formazione del campione da predisporre all'analisi dei composti volatili, dovranno essere ridotti i tempi di esposizione all'aria dei materiali.

Pertanto si suggerisce la procedura ASTM D4547-91 che prevede preliminarmente la preparazione in laboratorio, per ciascuna aliquota di campione, di vials di vetro da 22 ml in ognuna delle quali vengono aggiunti 10 ml di modificante di matrice costituito da acido fosforico al 0,2% in soluzione satura di cloruro di sodio. Ciascuna vial viene successivamente pesata (peso tara), unitamente alla ghiera e al setto corrispondenti (che costituiranno quelli della chiusura definitiva) e chiusa temporaneamente con ghiera e setto provvisori. Ogni vial con i corrispondenti ghiera e setto prepesati verrà deposta in un'apposita busta recante in etichetta il peso tara.

Le operazioni di formazione del campione dovranno essere condotte immediatamente dopo la deposizione del materiale nella cassetta catalogatrice. Si procederà poi alla decorticazione della superficie della porzione prescelta di carota mediante l'utilizzo di una spatola in acciaio inox e all'asportazione del campione dal cuore della carota con l'ausilio di un microcarotiere in acciaio inox o in PVC ed "estrusi" direttamente nei contenitori tipo "vials" dotati di chiusura a ghiera con setto in silicone teflonato. All'atto del prelievo si stappano le vials e si prelevano aliquote di terreno di peso indicativamente pari a 1000 grammi che vengono immediatamente riposte nelle vials e chiuse definitivamente, con i corrispondenti ghiera e setto prepesati, con l'apposita pinza. In laboratorio, prima dell'analisi, ogni vial viene ripesata e per differenza si risale alla quantità di terreno prelevato. Saranno utilizzate vials certificate per l'analisi di sostanze volatili.

### **Campionamento sostanze non volatili**

La formazione del campione dovrà avvenire su telo impermeabili (es. polietilene), in condizioni adeguate a evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale.

Il materiale utilizzato nella formazione del campione deve essere preliminarmente privato della frazione granulometrica maggiore di 2 cm (mediante opportuno setaccio in acciaio inox) e quindi omogeneizzato (mediante l'utilizzo di paletta per campionamento in acciaio inox) per ottenere un campione rappresentativo dell'intero strato individuato. A tal fine il materiale disposto sul telo può essere prelevato sulla base delle tecniche di quartatura e omogeneizzato in busta in PET o in alternativa in un contenitore di acciaio inox.

Il materiale che entra nella formazione del campione per l'analisi delle sostanze non volatili, viene preliminarmente omogeneizzato al fine di ottenere un campione rappresentativo dell'intero strato individuato, suddiviso in due aliquote del peso di circa 1 Kg cad., immediatamente riposte negli appositi contenitori in vetro nuovi, della capacità di 1.000 ml, dotati di tappo ermetico a vite, da riempire completamente e sigillare immediatamente, che andranno etichettati e conservati come specificato nei paragrafi successivi.

### **Campionamento acque sotterranee**

Prima di eseguire il campionamento delle acque sotterranee occorre eseguire le seguenti attività preliminari:

- misure freaticometriche
- spurgo
- misura dei parametri chimico — fisici

Ciascun campione di acqua sotterranea deve essere prelevato in un'unica aliquota.

L'eventuale seconda aliquota, quando richiesta sarà confezionata in contraddittorio solo alla presenza dell'Ente di controllo sigillando il campione che verrà firmato dagli addetti incaricati, verbalizzando il relativo prelievo.

### **Misure freaticometriche**

Preliminarmente ad ogni operazione di spurgo e campionamento verrà eseguita la misura della profondità della superficie freatica rispetto alla testa-pozzo, mediante sonda freaticometrica. In questa fase verrà realizzata la misura anche della profondità del pozzo di monitoraggio, allo scopo di verificare lo stato di conservazione dello stesso.

Tutte le misure dovranno essere effettuate prendendo come riferimento la testa della tubazione in PVC. La misura della profondità della superficie freatica permetterà di calcolare lo spessore della colonna d'acqua all'interno di ciascun pozzo, conoscendo la profondità dello stesso e conseguentemente il volume di acqua da emungere prima di procedere alle operazioni di campionamento. In presenza di prodotto idrocarburico in fase separata si procederà alla misurazione dello spessore apparente, secondo le disposizioni di cui all'Allegato 2 alla Parte IV del D.lgs 152/06 e Linee Guida APAT 43/2006

### **Spurgo dei pozzi di monitoraggio**

Prima di procedere alla fase di campionamento occorre eliminare l'acqua presente all'interno del pozzo e del dreno, che non è generalmente rappresentativa della qualità dell'acqua sotterranea del sito in esame.

Lo spurgo consiste in uno sviluppo ridotto realizzato con pompa a bassa portata in modo da minimizzare la variazione del livello freaticometrico nel corso delle operazioni.

Il volume di acqua emunta durante la fase di spurgo deve essere pari a 3-5 volte il volume di acqua contenuto nel pozzo e nel filtro in fase statica. Dopo aver estratto il numero di volumi d'acqua richiesto, raggiunto la stabilità dei parametri chimico-fisici ed aver ottenuto acqua non torbida si procederà all'operazione di campionamento che comunque dovrà avvenire entro le 24 h dal ripristino del livello piezometrico naturale.

### **Misura dei parametri chimico-fisici**

Successivamente alle operazioni di spurgo vengono misurati, mediante apposita strumentazione di campo (sonda multiparametrica) i seguenti parametri chimico-fisici: DO (ossigeno disciolto), temperatura, pH, potenziale redox e conducibilità.

Tali parametri devono essere misurati in sito, prima e dopo il campionamento, poiché alcune concentrazioni possono subire dei cambiamenti dovuti ad alterazioni nel campione, cioè precipitazione, scioglimento, ecc..

I risultati delle misure saranno riportati nell'apposito rapporto di monitoraggio.

## **PROCEDURE DI CAMPIONAMENTO**

### **Campionamento dinamico**

Il campionamento dinamico deve essere effettuato con pompa pneumatica sommersa di tipo a centrifuga secondo il metodo a basso flusso (non superiore a 1 l/min) al fine di ridurre i fenomeni di modificazione chimico-fisica delle acque sotterranee, quali trascinarsi dei colloidali presenti nell'acquifero o reazioni di ossidoriduzione.

La pompa a basso flusso sarà collegata con una cella di misura stagna, dotata di porte porta-sensori e di una centralina portatile multiparametrica per la misurazione dei parametri chimico-fisici.

A monte della cella di misura sarà installata un contenitore di vetro di grossa dimensione (15-20 l), al fine di miscelare ed omogeneizzare l'acqua da campionare; la cisterna è munita di un rubinetto dal quale saranno prelevati i campioni d'acqua. I campioni di acqua prelevati devono essere conservati in appositi contenitori che andranno etichettati e conservati secondo le modalità descritte nel paragrafo successivo

È necessario decontaminare dopo ogni operazione di formazione del campione le attrezzature e gli strumenti utilizzati a tale scopo.

### **Contenitori campioni acque sotterranee (numero e caratteristiche)**

Per ogni campione prelevato saranno predisposti, a cura del "soggetto obbligato", i seguenti contenitori:

- **3** vials da 40 ml chiuse con tappo a vite e setto teflonato per la determinazione dei composti organici volatili;
- **5** contenitori in vetro scuro da 1 lt con tappo ermetico per la determinazione delle sostanze organiche:
  - **1** per la determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici;
  - **1** per la determinazione dei clorofenoli;
  - **1** per la determinazione degli idrocarburi totali ;
  - **1** per la determinazione dei clorobenzeni;
  - **1** come campione di riserva;
  - **1** contenitore in PE o PPE da 250 ml con tappo ermetico per la determinazione dei metalli;
  - **1** contenitore in vetro scuro da 250 ml con tappo ermetico, per la determinazione del cromo esavalente;
  - **1** recipiente di vetro o di alluminio per i fitofarmaci;

Il numero di contenitori sopra indicato deve intendersi per ciascuna aliquota di campione.

I contenitori devono essere completamente riempiti di campione, sigillati, etichettati ed inoltrati subito, insieme con le note di prelevamento, al laboratorio di analisi secondo le modalità di conservazione, trasporto e stoccaggio descritte in seguito. Ciascun campione deve essere etichettato con la denominazione del campione (normalmente corrispondente al nome del pozzo) e la data di campionamento.

### **MODALITA' DI REGISTRAZIONE E SCHEDATURA**

Tutti i campioni prelevati dovranno essere contrassegnati con etichette adesive riportanti:

- identificativo del progetto di riferimento;
- la data e l'ora del campionamento;
- l'identificativo del sondaggio e della profondità di campionamento per i campioni di terreno, o l'identificativo del pozzo di monitoraggio per i campioni di acque sotterranee;
- l' eventuale indicazione dell'aliquota;

L' elenco dei campioni inviati al laboratorio, le informazioni ad essi relativi riportati su ciascuna etichetta e l'elenco delle analisi chimiche previste sarà riportato su un'apposita scheda (catena di custodia) che accompagnerà i campioni durante la spedizione.

Di seguito si riportano alcune indicazioni sulle modalità di compilazione della Catena di Custodia e sulle informazioni che deve contenere.

### **Catena di Custodia**

La catena di custodia va compilata non appena il campione è stato prelevato, senza attendere la fine della giornata o della sessione di campionamento. Nella parte generale della Catena di custodia deve essere indicato:

- Codice Progetto
- Laboratorio che eseguirà le analisi
- Sede Ditta di invio
- Responsabili prelievo, spedizione e ricevimento;
- Corriere utilizzato
- Nella parte specifica della Catena di custodia indicare per ogni campione:
- Codice campione
- Data e ora di campionamento

- Matrice del campione
- Tipologia/pacchetto di analisi
- Note varie (ad es. conservanti, tipo e numero di recipienti, segnalazione della priorità di analisi, ecc).

Se sono necessari più fogli della catena di custodia devono essere indicati il n. di fogli per ogni spedizione. Se qualche foglio non viene completato, deve essere tracciato un segno sulle righe non utilizzate per annullarli. Prima di consegnare i campioni all'incaricato del laboratorio, sarà verificata l'integrità dei contenitori controllando la veridicità dei dati riportati sulla Catena di Custodia; si assicurerà, inoltre, l'esatta corrispondenza tra tipo di analisi da effettuare per ogni punto di prelievo e numero e tipologia dei contenitori ad esso riferiti. I campioni, infine, dovranno essere stoccati in ambienti refrigerati, alle temperature specifiche in funzione del tipo di analiti da ricercare, fino alla preparazione per le analisi.

## **CONSERVAZIONE, STOCCAGGIO, TRASPORTO CAMPIONI**

Tutti i campioni, a seguito del prelievo durante il trasporto e una volta giunti in laboratorio, devono essere conservati al buio e alla temperatura di  $4\pm 2^{\circ}$  C.

Essi devono essere consegnati al laboratorio entro 24 h dal prelievo, congiuntamente alla documentazione di accompagnamento.

Le stesse temperature devono essere garantite per la conservazione a cura del "soggetto obbligato", dei campioni destinati alle controanalisi fino alla validazione dei risultati analitici.

Il trasporto dei contenitori deve avvenire mediante l'impiego di idonei imballaggi refrigerati (frigo box rigidi o scatole pennellate in polistirolo), resistenti e protetti dagli urti, al fine di evitare la rottura dei contenitori di vetro ed il loro surriscaldamento.

### **Prove idrogeologiche Slug Test**

Nei piezometri dovranno essere eseguite, al termine della loro installazione, prove di permeabilità a risalita (slug-test) la cui finalità consiste nella determinazione della conducibilità idraulica dell'acquifero nell'area del sito. Le prove saranno eseguite in regime transitorio in maniera da produrre una brusca diminuzione del livello statico nel piezometro e misurare, ad intervalli di tempo prestabiliti, il conseguente recupero del livello originario per il flusso in risalita che si crea dall'acquifero verso il piezometro stesso.

### **Analisi dei dati**

I risultati analitici relativi alle attività di indagine condotte sui terreni dovranno essere confrontati in funzione della destinazione urbanistica, nel caso specifico saranno confrontati con i limiti della colonna A della

Tabella 1, All.5 del D.Lgs. 152/06; i risultati delle acque saranno confrontati con i limiti relativi alle acque sotterranee di Tabella 2 dello stesso D.Lgs. 152/06, All.5.

**ALLEGATI:**

- Planimetria con indicazione dei punti da investigare
- Lista degli analiti
- Schedatura/Modulo di campionamento
- Stralcio mappa catastale
- Certificato di destinazione Urbanistica
- Visura Catastale
- Studio Geologico del sito
- Documento del tecnico

Volturara Irpina (AV) 27 maggio 2022