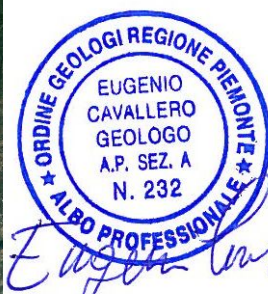
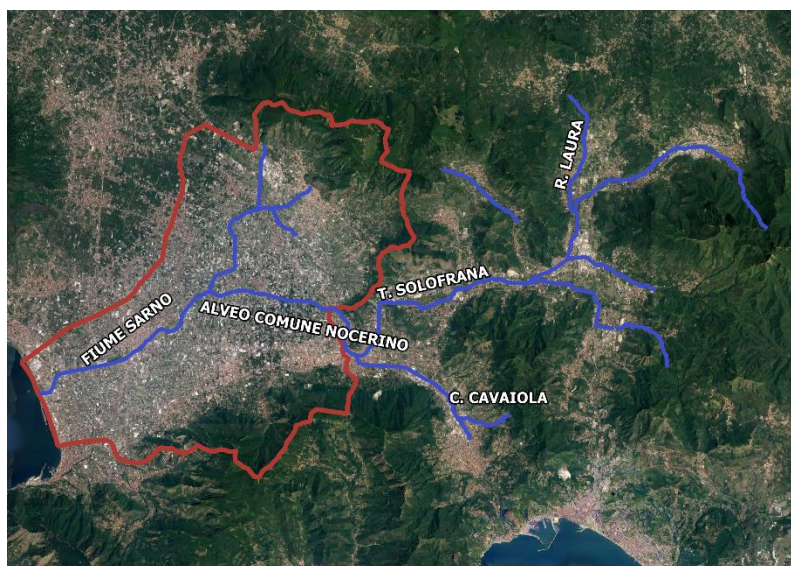




Ufficio Speciale Grandi Opere U.O.D.

Risanamento Ambientale del Bacino
Idrografico del fiume Sarno

"PROGRAMMA DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO DI INTERESSE REGIONALE AFFERENTI IL BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME SARNO"



ACCORDO QUADRO PROGETTAZIONE "LOTTO 1"
CONTRATTO ATTUATIVO COD. AQ1_3
AMPLIAMENTO VASCA CICALESÌ - I FASE
CIG: 765766590F - CUP: B66C15000010006.



Il responsabile Unico del Procedimento **Dott. Ing. Roberto Vacca**

2	Ottobre 2022	REVISIONE A SEGUITO OSSERVAZIONI	E. Cavallero	A. Fiano	I. Fresia
1	Giugno 2022	REVISIONE A SEGUITO ULTERIORI OSSERVAZIONI	E. Cavallero	A. Fiano	I. Fresia
Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
TITOLO: SPECIFICA TECNICA INDAGINI PRELIMINARI SU SITI POTENZIALMENTE CONTAMINATI DI CUI AL TITOLO V PARTE IV DEL D.LGS. 152/2006			Mandataria Mandanti Archeologo Dott. Domenico Ferraro		
Codice Elaborato IN.02.00			Revisione: n. 2 – Ottobre 2022		Scala: -

Il presente disegno è di nostra proprietà. Si fa divieto a chiunque di riprodurlo o renderlo noto a terzi senza nostra autorizzazione



Ufficio Speciale Grandi Opere U.O.D.
Risanamento Ambientale
Bacino Idrografico del fiume Sarno

Accordo quadro quadriennale per l'affidamento di servizi di ingegneria e architettura per progettazione di fattibilità tecnica economica e/o la progettazione definitiva e/o progettazione esecutiva di opere di architettura e ingegneria per la realizzazione degli interventi di mitigazione del rischio idraulico di interesse regionale afferenti il bacino idrografico del fiume Sarno in Regione Campania

CIG: 765766590F - CUP: B66C15000010006.

**CONTRATTO
ATTUATIVO
COD. AQ1_3**

R.U. P.
Dott. Ing Roberto Vacca

INDICE

1. PREMESSA	1
2. INQUADRAMENTO DELL'AREA INTERESSATA DALLA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO	1
2.1 Inquadramento geologico	1
2.2 Inserimento della vasca Cicalesì nel Censimento dei siti in attesa di indagini (CSAI) del Piano di Bonifica della Regione Campania	1
3. INDAGINI PREVISTE	3
4. SPECIFICHE TECNICHE DI ESECUZIONE	7
4.1 Sondaggi ambientali a carotaggio continuo	7
4.1.1 Diametro di perforazione	9
4.1.2 Perforazioni a carotaggio	9
4.1.3 Rivestimento provvisorio	10
4.1.4 Stabilità a fondo foro	10
4.1.5 Pulizia del fondo foro e procedure di decontaminazione	11
4.1.6 Campionamento in avanzamento	11
4.1.7 Cassette catalogatrici	12
4.1.8 Rilievi stratigrafici	13
4.1.9 Rilievo della falda	14
4.1.10 Controlli in corso d'opera	14
4.2 Installazione piezometri	14
4.3 Attività di prelievo e analisi ai fini della caratterizzazione ambientale	15
4.3.1 Suolo	17
4.3.2 Acque sotterranee	18
4.3.3 Modalità di gestione e conservazione dei campioni	21
4.3.4 Smaltimento rifiuti	22
4.4 Prove di laboratorio	22
4.4.1 Laboratorio chimico. Analisi qualitative sul terreno tal quale e sull'eluato e sulle acque sotterranee	22
4.5 Report di indagine	22

Mandataria

Mandanti



Archeologo
Dott. Domenico Ferraro

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce la specifica tecnica per l'esecuzione delle indagini preliminari su siti potenzialmente contaminati in conformità con quanto richiesto dal Comune di Nocera Inferiore, con lettera del 25/01/2022, ove viene notificato l'obbligo di "effettuare le indagini previste dal Titolo V della Parte IV del D.lgs.n. 152/2006". Risulta infatti che la vasca Cicalesì è inserita nella tabella 4-bis3 (Censimenti siti in attesa di indagine) del Piano Regionale di Bonifica della Campania.

2. INQUADRAMENTO DELL'AREA INTERESSATA DALLA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO

2.1 Inquadramento geologico

Sulla base dei dati documentali nell'area sono presenti in superficie fino ad una profondità di 15-20 m dei terreni di tipo sabbioso-limoso costituiti da depositi piroclastici, talora argillificati, con locali lenti di alluvioni fini. Al di sopra è presente, in particolare nell'area dell'attuale vasca, una sottile coltre 1-2 m di depositi alluvionali recenti portati dall'Alveo Comune Nocerino.

In base ai dati pregressi, ed in particolare allo studio ARCADIS (cfr. piano indagini), il livello piezometrico della falda freatica è posto ad una profondità compresa tra 7 e 10 m rispetto al piano principale della pianura.

Si ipotizza tuttavia che la piezometrica possa essere ad una quota superiore ovvero in equilibrio con il livello idrometrico dell'Alveo Comune Nocerino.

Si intende che la soggiacenza in corrispondenza delle aree depresse in quanto oggetto di scavi, ad esempio nel perimetro dell'attuale vasca, risulta comunque inferiore a quella ipotizzata nello studio ARCADIS.

2.2 Inserimento della vasca Cicalesì nel Censimento dei siti in attesa di indagini (CSAI) del Piano di Bonifica della Regione Campania

La Vasca Cicalesì è inserita con il codice 5078S003 nella Tabella 4-bis3 del Piano di Bonifica della Campania (PRB) così come da aggiornamento delle Banche dati del Piano regionale di Bonifica della Campania (PRB) di cui alla Delibera della Giunta regionale n. 616 del 28/12/2021.

Pertanto, considerato quanto previsto dagli Artt 6 e 10 delle Norme Tecniche di attuazione del Piano Regionale di Bonifica della Regione Campania, il Comune di Nocera Inferiore ha comunicato al Consorzio di Bonifica Integrale Comprensorio Sarno, con lettera del 25/01/2022, le necessità di procedere alle indagini preliminari previste dal Titolo V della Parte IV del D.lgs. n. 152/2006.

Di fatto tale comunicazione attiva la procedura di cui all'art. 8 - *Censimento dei Siti in Attesa di Indagini (CSAI)* delle *Norme tecniche di Attuazione del Piano regionale di bonifica della Regione Campania* che prevedono l'obbligatorietà per i proprietari o per chi detiene la disponibilità dell'area potenzialmente contaminata, di procedere all'esecuzione, entro sessanta giorni dalla notifica, delle indagini preliminari destinate a verificare la contaminazione dell'area in oggetto.

Mandataria

Mandanti

Per quanto è stato possibile ricostruire, le motivazioni per cui la Vasca Cicalesì è stata inserita nel Censimento dei siti in attesa di indagini, vanno fatte risalire ad una serie di accertamenti condotti nel 2011 da ARPAC, Dipartimento Provinciale di Salerno, su richiesta del Consorzio di Bonifica, per caratterizzare i terreni superficiali rappresentati per lo più depositi di colmata ad opera dell'Alveo Comune Nocerino, ai fini di un loro eventuale smaltimento.

Pertanto, il 22-23 settembre 2011 sono stati realizzati 22 pozzetti esplorativi da cui sono stati prelevati un campione superficiale, entro mezzo metro da piano campagna, e un campione profondo, da 0,5 m a 1,3 m da piano campagna¹.

Gli esiti di tali analisi, facendo riferimento alla colonna A della tabella 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006, hanno riportato superamenti dei valori soglia di contaminazione, per lo più non particolarmente rilevanti ma diffusi, per quanto riguarda gli idrocarburi (sia totali sia pesanti) e in minore misura per i pesticidi organoclorurati. IPA e soprattutto PCB sono presenti, ma di solito non superano la CSC di riferimento.

In particolare, i PCB sono generalmente compresi tra 0,05-0,01 mg/Kg con un solo superamento della CSC di 0,06 mg/Kg.

Per quanto riguarda i metalli si hanno superamenti molto diffusi seppure limitati per Berillio e più saltuari per il Cromo totale. In questi casi è possibile che si tratti di valori di fondo naturale, tuttavia, occorre che tale condizione sia dimostrata in accordo con ARPAC sulla base di appositi studi.

Rispetto alla tabella di riferimento originale sono apprezzabili superamenti anche per lo Stagno, che presenta CSC particolarmente modeste. Tuttavia, successivamente la normativa (Legge n. 116 del 11.08.2014) è stata cambiata, sanando quello che a tutto gli effetti era considerato un errore, sostituendo il parametro Stagno con i composti di sintesi Organostannici decisamente più tossici ma anche molto più rari.

Lo studio in oggetto evidenzia, inoltre, casi di eccesso del TOC (30 g per kg) e talora dei solfati, che precludono, viceversa, lo smaltimento dei terreni in una discarica di inerti, mentre in genere non vi sono controindicazioni allo smaltimento in un impianto per rifiuti non pericolosi.

Sempre nello stesso documento vengono esaminate le problematiche legate al riutilizzo con procedure semplificate dei fanghi di dragaggio (in particolare per gli idrocarburi, PCB e pesticidi organoclorurati).

Va detto, tuttavia, che con la L. 11 agosto 2014, n 116 per tale modalità di gestione delle terre occorre far riferimento alla tabella 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006, come per le rocce e terre da scavo e all'allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998, e non più all'allegato 1 del suddetto decreto per certi versi più restrittivo (ad esempio per i PCB).

¹ Cfr. CONSORZIO DI BONIFICA INTEGRALE COMPENSORIO SARNO (2012), "Lavori di manutenzione straordinaria della vasca di laminazione Cicalesì in comune di Nocera Inferiore (SA) – Analisi di laboratorio ARPAC: relazione e tabelle. Analisi supplementari sul parametro TOC: planimetria prelievi e certificati".

Mandataria

Mandanti

3. INDAGINI PREVISTE

Nella figura seguente è riportata l'ubicazione indicativa dei sondaggi ambientali previsti e di seguito illustrati.

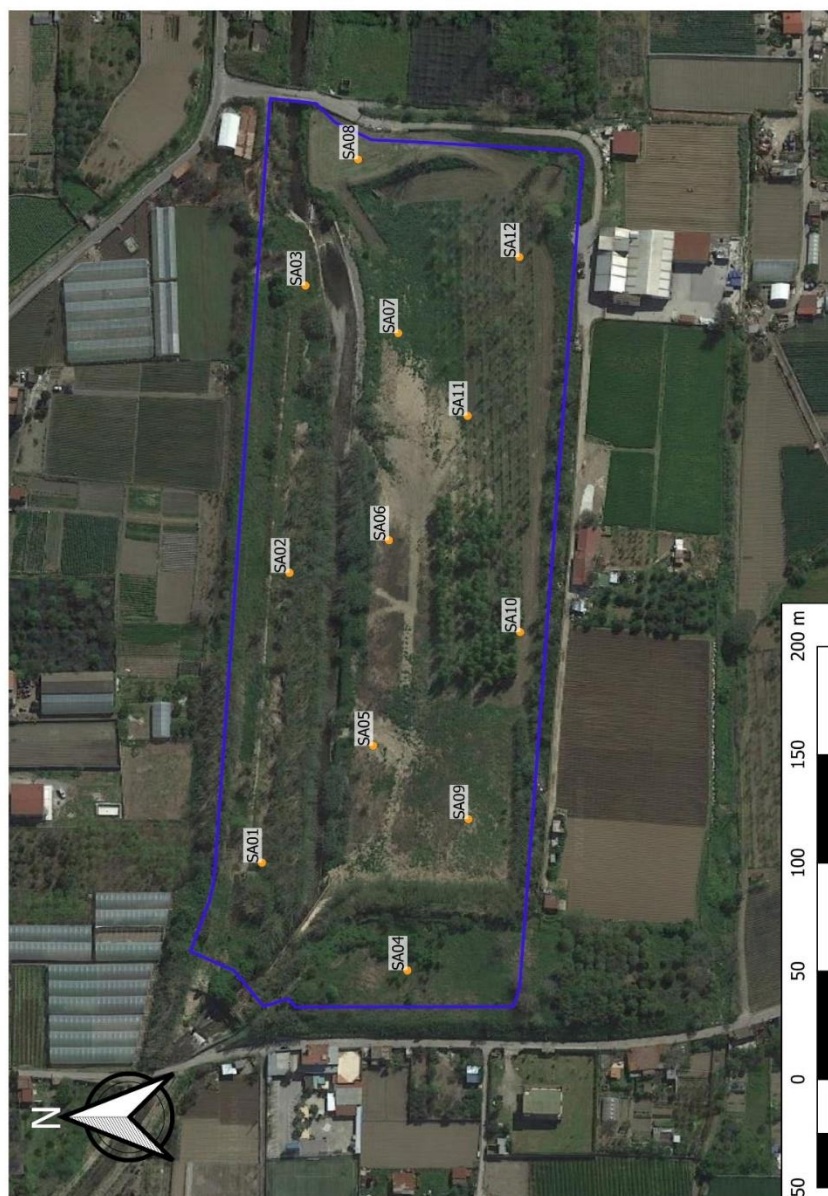


Figura 1 - Ubicazione indicativa dei sondaggi ambientali.

Mandataria



Mandanti



Archeologo
 Dott. Domenico Ferraro

Gli scopi delle indagini previste nel piano è la definizione delle caratteristiche qualitative dei terreni e delle acque ai sensi delle tabelle 1 e 2 dell'allegato 5 del D.lgs. 152/2006; tale indagine consentirà di assolvere alla richiesta del Comune di Nocera Inferiore del 25/01/2022 di effettuare le indagini preliminari previste dal Titolo V parte IV del D.lgs., così come prescritto dal Piano Regionale di Bonifica della Campania, ed inoltre di caratterizzare i terreni in funzione di quanto previsto dal DPR 120/2017;

Complessivamente le indagini previste sono.

- Esecuzione di 12 sondaggi ambientali a carotaggio continui della profondità dai 5 agli 8 m, in ciascuno dei quali saranno prelevati 3 campioni di cui uno ad un metro di profondità, uno a fondo foro e uno in posizione intermedia (in totale 36 campionamenti). Lo scopo dei sondaggi ambientali è la caratterizzazione qualitativa dei terreni al fine di accertare l'eventuale presenza di contaminazioni degli stessi. Tre sondaggi (indicativamente si tratta del SA02, SA09 e SA12 – cfr. figura seguente) saranno attrezzati con piezometri, sempre che venga raggiunto l'acquifero freatico. I piezometri oltre al monitoraggio della falda serviranno come punti di campionamenti per le acque sotterranee ai fini delle verifiche dello stato qualitativo in funzione delle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alla Tabella 2 dell'allegato 5 del D.lgs. 152/2006.
- Analisi chimiche dei terreni ai sensi del DPR 120/2017 ovvero delle tabelle 1 e 2 dell'allegato 5 del D.lgs. 152/2006 sui campioni prelevati con i sondaggi ambientali; in particolare saranno effettuate le analisi complete del set base previsto dall'allegato 4 del DPR 120/2017 integrato dall'elenco minimale prescritto dalle "Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione delle indagini preliminari" di ARPAC Campania (facendo riferimento alle modalità previste per i siti di attività estrattiva in materiali pseudolitoidi e/o non litoidi)² e dai fitofarmaci (osservati nel corso delle indagini del 2011); l'amianto, che non dovrebbe essere presente, che verrà ricercato limitatamente a soli 12 campioni, ovvero un campione superficiale per ogni sondaggio;
- Eventuale prelievo di 3 campioni d'acqua previo spurgo dai piezometri installati nei sondaggi geognostici, da sottoporre ad analisi di cui al D.lgs. 152/06, parte IV, All.5, Tab.2 (Concentrazioni soglia di contaminazione delle acque di falda).

² Composti inorganici, composti organici aromatici (BTEX), IPA, Alifatici clorurati cancerogeni, Alifatici clorurati non cancerogeni, Alifatici alogenati cancerogeni, Idrocarburi leggeri e pesanti, PCB.

Nella tabella seguente si riassume la consistenza delle indagini richieste:

Tipo di indagine	Rif.	Lunghezza /profondità	N. indagini	N. campioni
Sondaggio ambientale a carotaggio continuo	SA01	7 m	1	3amb
	SA02	7 m	1	3amb + 1 acq
	SA03	7 m	1	3amb
	SA04	8 m	1	3amb
	SA05	5 m	1	3amb
	SA06	5 m	1	3amb
	SA07	5 m	1	3amb
	SA08	7 m	1	3amb
	SA09	5 m	1	3amb + 1 acq
	SA10	5 m	1	3amb
	SA11	5 m	1	3amb
	SA12	5 m	1	3amb + 1 acq

Nella tabella seguente si riassume la consistenza delle analisi di laboratorio richieste:

Tipo di indagine	Provenienza dei campioni	N. indagini	N. campioni analizzati per indagine	N. Totale analisi
Prove di laboratorio – Terreno tal quale	Sondaggi Ambientali	12	3	36
Prove di laboratorio – Acque sotterranee	Sondaggi Ambientali	3	1	3

Nelle tabelle riportate sotto vengono elencati i parametri da analizzare in funzione delle differenti normative.

Nella tabella seguente sono indicati i parametri relativi alle analisi sul tal quale.

Parametro	Normativa di Riferimento
Composti inorganici	
Antimonio	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Arsenico	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Berillio	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Cadmio	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Cobalto	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Cromo totale	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Cromo esavalente	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Mercurio	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Nichel	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Piombo	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Rame	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Selenio	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Composti organostannici	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006

Mandataria

Mandanti

Parametro	Normativa di Riferimento
Composti inorganici	
Tallio	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Vanadio	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Zinco	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Fluoruri	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Cianuri (liberi))	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Aromatici (BTEX)	
Benzene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Etilbenzene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Stirene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Toluene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Xilene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Sommatoria organici aromatici (BTEX)	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006 e Min. Ambiente, d.min 27/09/2010
Aromatici policiclici (IPA)	
Benzo(a)antracene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Benzo(a)pirene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Benzo(b)fluorantene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Benzo(k,)fluorantene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Benzo(g, h, i,)perilene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Crisene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Dibenzo(a,e)pirene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Dibenzo(a,l)pirene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Dibenzo(a,i)pirene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Dibenzo(a,h)pirene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Dibenzo(a,h)antracene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Indenopirene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Pirene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Sommatoria policiclici aromatici	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Alifatici clorurati cancerogeni	
Clorometano	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Diclorometano	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Triclorometano	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Cloruro di Vinile	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,2-Dicloroetano	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,1 Dicloroetilene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Tricloroetilene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Tetracloroetilene (PCE)	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Alifatici clorurati non cancerogeni	
1,1-Dicloroetano	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,2-Dicloroetilene	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,1,1-Tricloroetano	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,2-Dicloropropano	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006

Mandataria

Mandanti

Parametro	Normativa di Riferimento
Composti inorganici	
1,1,2-Tricloroetano	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,2,3-Tricloropropano	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,1,2,2-Tetracloroetano	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Alifatici alogenati Cancerogeni	
Tribromometano (bromoformio)	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,2-Dibromoetano	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Dibromoclorometano	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Bromodiclorometano	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Fitofarmaci	
Alaclor	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Aldrin	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Atrazina	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
α -esacloroesano	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
β -esacloroesano	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
γ -esacloroesano (Lindano)	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Clordano	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
DDD, DDT, DDE	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Dieldrin	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Endrin	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Diossine e furani	
Sommatoria PCDD, PCDF (Conversione T.E.)	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
PCB	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Idrocarburi	
Idrocarburi Leggeri C inferiore o uguale a 12	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Idrocarburi pesanti C superiore a 12	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Altre sostanze	
Amianto	Tab. 1 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006

Nella tabella seguente sono riportati i parametri relativi alle analisi sulle acque sotterranee.

Parametro	Normativa di Riferimento
Parametri da misurare in sito	
Profondità sup. piezometrica	Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari
Temperatura	Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari
pH	Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari
Ossigeno disciolto	Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari
Potenziale redox	Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari
Conducibilità	Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari

Mandataria

Mandanti



Archeologo
 Dott. Domenico Ferraro

Parametri da analizzare in laboratorio	
Principali cationi e anioni	
Ione Calcio	Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari
Ione Magnesio	Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari
Ione Sodio	Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari
Ione Potassio	Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari
Nitrati	Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari
Ione Ammonio	Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari
Solfati	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Cloruri	Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari
Bicarbonati e carbonati	Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari
Ossidabilità	Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari
Metalli	
Alluminio	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Antimonio	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Argento	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Arsenico	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Berillio	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Cadmio	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Cobalto	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Cromo totale	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Cromo (VI)	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Ferro	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Mercurio	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Nichel	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Piombo	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Rame	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Selenio	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Manganese	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Tallio	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Inquinanti inorganici	
Boro	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Cianuri liberi	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Nitriti	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Composti organici aromatici (BTEX)	
Benzene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Etilbenzene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Stirene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Toluene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
para-Xilene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Policiclici aromatici (IPA)	
Benzo(a)antracene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Benzo(a)pirene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Benzo(b)fluorantene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Benzo(k,)fluorantene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006

Mandataria

Mandanti

Benzo(g, h, i,)perilene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Crisene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Dibenzo(a,h)antracene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Pirene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Alifatici clorurati cancerogeni	
Clorometano	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Triclorometano	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Cloruro di Vinile	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,2-Dicloroetano	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,1 Dicloroetilene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Tricloroetilene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Tetracloroetilene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Esaclobutadiene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Sommatoria organoalogenati	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Alifatici clorurati non cancerogeni	
1,1 - Dicloroetano	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,2-Dicloroetilene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,2-Dicloropropano	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,1,2 - Tricloroetano	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,2,3 - Tricloropropano	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,1,2,2, - Tetracloroetano	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Alifatici alogenati cancerogeni	
Tribromometano	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,2-Dibromoetano	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Dibromoclorometano	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Bromodiclorometano	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Clorobenzeni	
Monoclorobenzene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,2 Diclorobenzene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,4 Diclorobenzene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,2,4 Triclorobenzene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
1,2,4,5 Tetraclorobenzene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Pentaclorobenzene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Esaclobenzene	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Fenoli e Clorofenoli	
2-clorofenolo	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
2,4 Diclorofenolo	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
2,4,6 Triclorofenolo	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Pentaclorofenolo	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Altre sostanze	
Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006
Amianto	Tab. 2 dell'allegato 5 del D.lgs.152/2006

Mandataria

Mandanti



Archeologo
 Dott. Domenico Ferraro

Le indagini di cui sopra fanno riferimento, per le analisi delle acque e per le analisi sul tal quale a quanto previsto dalle "Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari". In particolare, come già anticipato più sopra, si è fatto riferimento alle specifiche relative ai siti di attività estrattiva in materiali pseudolitoidi e/o non litoidi, questo in quanto da un lato non vi erano indicazioni specifiche per vasche di laminazione o similari, dall'altro in considerazione del fatto che il sito di intervento non è stato sede né di attività industriali, né, per quanto a conoscenza, ha ospitato siti di stoccaggio di materiali di varia natura o di rifiuti, né, infine, sono noti episodi di sversamento accidentali o dolosi di inquinanti.

In tali condizioni non è possibile risalire a quali potrebbero essere i potenziali inquinanti, si è pertanto fatto riferimento al per altro ampio elenco dei parametri di base delle linee guida, integrati in funzione di quanto rilevato nel corso delle indagini del 2011, in particolare per quanto riguarda i fitofarmaci.

4. SPECIFICHE TECNICHE DI ESECUZIONE

Di seguito si riportano le specifiche tecniche per l'esecuzione delle indagini in oggetto. Considerato che l'area di intervento corrisponde per ampia parte alla località Vasca Cicalesì, inserita nel *Censimento dei siti in attesa di indagini (CSAI)*, per quanto non espressamente riportato nel presente documento vale quanto prescritto nelle relative *Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari* di cui al sopra citato piano di bonifica regionale.

4.1 Sondaggi ambientali a carotaggio continuo

I sondaggi hanno lo scopo di fornire una campionatura completa dei litotipi attraversati dall'utente, al fine di ricostruire la successione degli strati, di effettuare il prelievo dei campioni per le determinazioni di laboratorio geotecnico, per facilitare le eventuali prove in situ e per lo studio della falda acquifera. In relazione al tipo di lavoro da eseguire ed alle previsioni progettuali, le perforazioni, secondo le indicazioni del presente capitolato, saranno eseguite con le modalità atte ad effettuare il carotaggio continuo, oppure con procedimenti in cui il carotaggio non sia necessario (a distruzione di nucleo).

Considerato che l'area di intervento potrebbe essere contaminata, la fase di prelievo è affetta da un margine di incertezza superiore a quello derivante dalle determinazioni analitiche di laboratorio, per cui è importante organizzare al meglio le attività di cantiere ed evitare situazioni che possano originare fenomeni di contaminazione incrociata (*cross contamination*).

Trattandosi di indagini effettuate in ambiente aperto, le condizioni meteorologiche potrebbero condizionare il corretto campionamento delle matrici ambientali. Pertanto, con pioggia intensa, si dovrebbero rinviare le indagini e/o aspettare miglioramenti delle condizioni meteorologiche.

In caso di pioggia lieve, 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.

Mandataria

Mandanti

Tutte le modalità operative di seguito descritte potranno essere sostituite con modalità alternative (che saranno opportunamente descritte nella relazione conclusiva) che siano in grado di garantire prestazioni equivalenti in termini di rappresentatività e assenza di disturbi (campione "indisturbato").

Tutti i rifiuti prodotti (sia in fase di cantiere che in laboratorio) dovranno essere smaltiti ai sensi della normativa vigente.

I campioni di suolo prelevati in duplice aliquota e le cassette catalogatrici dovranno essere conservati fino alla conclusione del procedimento dell'ARPAC.

I sondaggi saranno valutati per metro di foro eseguito: le profondità saranno misurate dal piano di imposta dell'attrezzatura. Nei prezzi a metro lineare di foro ed in detto compenso forfetario, è compreso qualsiasi onere, ed in particolare quelli relativi a:

- danni comunque provocati per l'esecuzione del sondaggio e per le operazioni connesse;
- eventuali soste disposte, con ordine di servizio della DL, per accertamenti vari, di durata inferiore ai 5 giorni;
- all'allontanamento dei detriti estratti, all'eventuale riempimento a chiusura, anche con argilla fluidificata e boiaccia di cemento, del foro eseguito ed al ripristino del terreno nelle primitive condizioni;
- alle prestazioni del personale tecnico e della manovalanza, alla fornitura ed all'impiego d'energia, del combustibile, dell'acqua, del cemento, dei fanghi bentonitici, degli additivi, dei sacchetti per la conservazione dei campioni, delle cassette catalogatrici ed all'impiego delle pompe e delle eventuali tubazioni di rivestimento;
- perditempi relativi ed agli oneri particolari derivanti dall'estrazione e conservazione in cantiere, per tutta la durata dei lavori, dei campioni estratti (carote e detriti di perforazione) chiusi in sacchetti di plastica e collocati con le indicazioni necessarie entro le apposite cassette catalogatrici;
- spedizione dei campioni prelevati al laboratorio di gradimento della Committenza;
- all'esecuzione del foro di sonda dei sistemi, materiali o attrezzature, tali da impedire frane nel foro stesso e da garantire la sua accessibilità completa;
- eventuale lavaggio dei fori ed alla rimozione ed allontanamento dei detriti;
- rilievo completo delle caratteristiche delle falde d'acqua eventualmente incontrate con il sondaggio;
- determinazione planimetrica ed altimetrica di ogni foro riferito a 2 o più capisaldi della zona.

I prezzi unitari di offerta relativi all'installazione piuttosto che allo spostamento del cantiere comprendono altresì la formazione di piazzole tramite lo sfalcio e/o il taglio di vegetazione arborea e arbustiva di piccola taglia, l'eventuale messa in piano della piazzola e il ripristino del sito una volta terminata la perforazione, così come qualunque altra fornitura e prestazione necessarie per l'esecuzione del sondaggio.

Per i sondaggi con carotaggio continuo, l'Impresa è tenuta ad approntare attrezzature idonee ad eseguire sondaggi a rotazione e ad impiegare carotieri, del tipo semplice o doppio, secondo la natura dei terreni. Le caratteristiche tecniche della sonda dovranno essere tali da garantire il raggiungimento della massima profondità di perforazione (orizzontale o verticale) con diametro di perforazione minimo di 101 mm.

Mandataria

Mandanti



Archeologo
Dott. Domenico Ferraro

La profondità che in linea di massima dovrà essere raggiunta da ciascun sondaggio è contenuta nella presente specifica e comunque sarà confermata dalla Committenza prima dell'inizio del foro. L'Impresa avrà cura di fissare il diametro iniziale dei sondaggi e gli eventuali successivi, per raggiungere detta profondità con il minimo diametro precedentemente indicato.

La Committenza potrà, in ogni caso, disporre che il foro sia arrestato a profondità minore, o prolungato a profondità maggiore, di quella indicata inizialmente, senza che ciò dia diritto ad alcune compenso aggiuntivo a quello previsto nel presente capitolato per il lavoro effettivamente eseguito.

4.1.1 Diametro di perforazione

Le perforazioni finite dovranno avere su tutta la lunghezza un diametro interno utile non inferiore a 101 mm. Se necessario e con specifica autorizzazione del Committente, per assicurare il raggiungimento della profondità di progetto, la perforazione potrà inizialmente essere eseguita con un diametro superiore, senza che questo comporti maggiori richieste economiche da parte dell'Impresa affidataria.

4.1.2 Perforazioni a carotaggio

L'Impresa ha l'obbligo di fornire il carotaggio dei fori o dei tratti di foro precisati dalla Committenza, adottando tutte le cautele, le attrezzature e gli accorgimenti necessari per ottenere la massima percentuale di recupero.

In particolare, con riguardo alla natura dei terreni attraversati, le percentuali di recupero, valutate per ogni singola battuta di carotaggio non dovranno essere inferiori a:

- 70% per i terreni sciolti in genere (sabbia, ghiaia, ecc.);
- 80% per i terreni coesivi (argille, argille marnose, ecc.).

Nel caso in cui venga utilizzato il carotiere semplice, il carotaggio dovrà sempre essere eseguito a secco senza l'ausilio del fluido di perforazione.

I sondaggi dovranno essere perforati comunque a secco, al fine di evitare contaminazioni dei campioni sia di terreno sia di acqua.

La perforazione a carotaggio continuo dovrà avvenire a bassa velocità di rotazione (per evitare fenomeni di surriscaldamento) e senza l'impiego di fluidi di perforazione (nemmeno per l'installazione dell'eventuale camicia di protezione del foro), usando un carotiere di diametro idoneo a prelevare campioni indisturbati.

La scelta del carotiere dovrà essere confermata dalla Committenza in ragione dei litotipi attraversati in modo da assicurare il minimo disturbo e la massima percentuale di recupero. I carotieri saranno azionati ad aste.

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);

Mandataria

Mandanti

- 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.

L'esecuzione delle perforazioni avverrà 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.

È necessario effettuare la misurazione dei VOC (composti organici volatili) in campo con fotoionizzatore portatile per test spazio di testa (HSA) ad ogni metro di perforazione. I valori risultanti dall'analisi andranno registrati su apposito modulo.

Tutti i sondaggi non attrezzati a piezometro, successivamente al prelievo di campioni di suolo, saranno cementati fino a fondo foro con materiali esenti da contaminazione.

Durante tutte le perforazioni saranno raccolte le informazioni necessarie a redigere i rapporti di campagna in cui saranno registrate, secondo standard predefiniti tutte le informazioni necessarie.

4.1.3 Rivestimento provvisorio

In fase di esecuzione dei sondaggi, dovrà essere assicurata la perfetta stabilità delle pareti e del fondo foro, operando in maniera tale da portare al terreno stesso il minimo disturbo. A tale scopo, l'Impresa è tenuta a stabilizzare le pareti con tubi di rivestimento.

Le manovre di rivestimento debbono essere eseguite senza utilizzare fluidi di perforazioni. Il disturbo arrecato al terreno deve essere contenuto al minimo, fermando se necessario la scarpa del rivestimento a circa 50 cm dal fondo foro (con l'esclusione del metodo wire-line) in modo da non investirlo direttamente con il getto di fluido in pressione.

4.1.4 Stabilità a fondo foro

La stabilità del fondo foro sarà assicurata in ogni fase della lavorazione, con particolare attenzione nei casi in cui il terreno necessiti di rivestimento provvisorio e durante l'estrazione del carotiere e delle aste, che deve avvenire con velocità iniziale molto bassa (1-2 cm/s) ed essere eventualmente intervallata da pause di attesa per il ristabilimento della pressione idrostatica del fluido sul fondo foro.

Mandataria

Mandanti



Archeologo
Dott. Domenico Ferraro

4.1.5 Pulizia del fondo foro e procedure di decontaminazione

La quota del fondo foro sarà misurata con scandaglio a filo graduato prima di ogni manovra di prova in foro. Apposite manovre di pulizia saranno eseguite qualora la differenza tra quota raggiunta con la perforazione e quota misurata con scandaglio superi i 10 cm.

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.

In particolare, deve essere garantito quanto segue:

- la pulizia dell'attrezzatura di perforazione prima di ogni sondaggio;
- la rimozione di qualsiasi grasso o lubrificante (tranne quelli di origine vegetale);
- l'uso di stracci e attrezzi nuovi o opportunamente decontaminati prima dell'utilizzo;
- la 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;
- la pulizia di ogni strumento di misura in foro;
- il controllo e pulizia di tutti i materiali inseriti in foro (ghiaietto, bentonite, cemento, tubi in PVC, ecc.);
- l'uso di contenitori nuovi o opportunamente decontaminati e "avvinati" in campo;
- la pulizia di tutti i contenitori e attrezzi per manipolazione dei campioni;
- il prelievo del campione di acqua con tubo di adduzione da sostituirsi di volta in volta;
- la 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);
- la 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.

4.1.6 Campionamento in avanzamento

In tutti i casi nei quali non siano prevedibili fenomeni di collasso delle pareti del foro nel tratto non rivestito, l'esecuzione di prove in foro dovrà seguire la manovra di perforazione con carotiere, precedendo il rivestimento

a fondo foro, il quale sarà eseguito, se necessario, una volta ultimate le prove geotecniche o il campionamento, in modo da evitare che la prova interessi uno strato di terreno indisturbato.

I campioni da prelevare saranno stabiliti dalla Committenza.

Tutti i campioni dovranno essere accompagnati da un'etichetta, da applicare al contenitore e non degradabile per umidità, in cui dovranno essere indicati: committente, cantiere, foro, numero d'ordine del campione, profondità, orientamento e data del prelievo.

4.1.7 Cassette catalogatrici

Il prezzo del carotaggio al metro lineare comprende anche la fornitura in cantiere delle cassette catalogatrici. In fase di esecuzione dei sondaggi le cassette catalogatrici per la conservazione della campionatura dovranno essere pronte in cantiere prima dell'inizio delle perforazioni nel numero necessario ipotizzando recupero pari al 100%.

Esse dovranno consentire la conservazione di 5 m di carotaggio ciascuna, dovranno essere costruite a regola d'arte e munite di coperchio. Ogni cassetta dovrà essere segnata sull'esterno del coperchio con il numero d'ordine del sondaggio e con le quote di prelievo cui il contenuto si riferisce, ed inoltre dovrà essere divisa in scomparti di dimensioni opportune, tali che ognuno contenga una sola pila di campioni.

Le carote devono essere poste 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;

All'inizio ed alla fine di ogni scomparto dovrà essere segnata la quota di prelievo della sezione del campione vicino.

Inoltre, se nella successione dei campioni dovesse manifestarsi una sensibile variazione della natura dei terreni, la quota del sondaggio, in cui si è riscontrata tale variazione, dovrà essere marcata/segnalata interponendo un apposito tassello di legno.

Le singole cassette dovranno essere fotografate a colori con apparecchiatura digitale; le fotografie dovranno essere effettuate non appena completato il riempimento di ciascuna cassetta catalogatrice. Dovrà essere assicurata la completa leggibilità di tutte le annotazioni riportate sulla cassetta ed una visione chiara delle carote contenute.

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

Mandataria

Mandanti



Archeologo
Dott. Domenico Ferraro

4.1.8 Rilievi stratigrafici

Le stratigrafie dei sondaggi saranno redatte, a cura dell'Impresa affidataria, per mano di un geologo, con la supervisione del Committente, man mano che le operazioni di perforazione saranno eseguite.

Nei report stratigrafici dovranno essere indicati i seguenti dati:

- data di perforazione;
- nome del compilatore;
- metodo di perforazione;
- attrezzature impiegate;
- diametro di perforazione;
- inclinazione della perforazione;
- tipo di fluido di circolazione impiegato, oppure, nel caso specifico, si dovrà precisare il non utilizzo degli stessi;
- quota di testa foro assoluta o relativa e sua ubicazione planimetrica; i punti di indagine dovranno essere georeferenziati secondo il sistema UTM WGS 84 con la precisione di un metro per le coordinate x e y e di un decimetro per la quota, la quale dovrà essere espressa in metri sul livello del mare.

Inoltre, dovrà essere riportata la descrizione stratigrafica composta almeno dai seguenti dati:

- descrizione geologica e geomeccanica (secondo norma ISRM);
- percentuale di recupero totale;
- R.Q.D.;
- grado di alterazione;
- colore;
- struttura;
- particolarità;
- n S.P.T. dove eseguito.

Oltre alla registrazione della stratigrafia, l'Impresa affidataria annoterà sinteticamente, nella documentazione di lavoro, tutte le osservazioni che riterrà interessanti quali ad esempio:

- velocità di avanzamento;
- prove in foro non condotte a termine e cause probabili;
- 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.

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.

Mandataria

Mandanti

4.1.9 Rilievo della falda

Nel corso della perforazione dovrà essere rilevato in maniera sistematica il livello dell'acqua nel foro. Le misure dovranno essere eseguite in particolare ogni mattina, prima di riprendere il lavoro, con annotazione di quanto segue:

- profondità del livello dell'acqua rispetto al p.c.;
- quota del fondo foro;
- quota della scarpa del rivestimento;
- data e ora della misura.

4.1.10 Controlli in corso d'opera

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi dovranno essere effettuati dall'Impresa affidataria, anche in presenza del Committente o di persona da esso indicato, i seguenti controlli e verifiche:

a) controllo della lunghezza delle batterie di aste.

La lunghezza delle batterie di aste inserite nel foro dovrà essere regolarmente misurata e riportata, a cura del responsabile del cantiere in una apposita tabella, onde prevenire imprecisioni nella definizione delle profondità raggiunte;

b) controllo dell'inclinazione della perforazione.

Il controllo dell'inclinazione del foro dovrà essere effettuato per lunghezze non superiori a 9 m ed al termine delle operazioni di perforazione una volta raggiunta la quota/lunghezza prevista.

La massima deviazione accettabile è di 6° fuori piombo per le perforazioni verticali.

4.2 Installazione piezometri

I piezometri verranno installati per il campionamento e la misura dei livelli freaticometrici delle acque sotterranee e la loro caratterizzazione dal punto di vista chimico — fisico, ed eventualmente essi potranno essere utilizzati per il rilievo di vapori organici presenti nel sottosuolo.

Si procederà all'installazione solo nel caso in cui venga raggiunto l'acquifero freatico superficiale.

Le caratteristiche tecniche di un pozzo di monitoraggio e i materiali impiegati devono essere scelti con l'obiettivo di prelevare campioni rappresentativi della falda idrica sotterranea.

I fori per l'installazione dei piezometri di monitoraggio devono essere realizzati con le modalità di perforazione descritte nei paragrafi precedenti. Al termine della perforazione devono essere posti in opera tubi in PVC, nel caso specifico da 3" di diametro, ciechi e finestrati, di spessore minimo 2 mm e di misura variabile. L'ubicazione del tratto finestrato del tubo piezometrico viene definita in accordo con il committente 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

Mandataria

Mandanti



Archeologo
Dott. Domenico Ferraro

massimo livello statico della falda, mentre nella restante parte deve essere installata una tubazione cieca. Le microfessure della parte finestrata dovranno avere un'apertura tale da garantire un collegamento idraulico con l'acquifero (circa 0,4 mm o comunque in relazione alla granulometria dell'acquifero). 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, ove possibile, 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.

La fase successiva alla realizzazione del piezometro prevede 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.

Ferma restando la possibilità di proporre metodi alternativi, lo spurgo avverrà con l'utilizzo di un campionatore statico in acciaio inox, PVC o PE e di una pompa a portata regolabile. In un primo tempo si utilizzerà 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 del piezometro 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.

4.3 Attività di prelievo e analisi ai fini della caratterizzazione ambientale

La distribuzione dei campioni da sottoporre ad analisi sarà coerente con la metodologia prevista dal DPR 120/2017 e con le successive "Linee guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" di cui alla delibera del Consiglio SNPA del 09/05/2019 n. 54/19. Tale metodologia di scelta dei punti di campionamento è per altro idonea anche alla caratterizzazione dei siti potenzialmente contaminati.

I campioni da sottoporre ad analisi sono i seguenti:

- 1 campione da 0 a 1 m;
- 1 campione a fondo scavo;
- 1 campione nella zona intermedia tra i due.

Mandataria

Mandanti

Nel caso di profondità di scavo inferiori a 2 m o a 1 m (nel caso specifico è tuttavia previsto che siano uguali o maggiori di 5 m) è ammesso rispettivamente il prelievo di 2 e di un solo campione, ma non è il caso in questione in quanto il Piano di Bonifica Regionale, nelle norme tecniche di attuazione, prevede una profondità minima dei sondaggi di 5 m. Per tutto quanto non espressamente riportato nel seguente documento si rimanda all'allegato 1 del DPR 120/2017.

Per ciascuno dei punti di campionamento è previsto il prelievo di tre campioni. Tali analisi saranno finalizzate sia a verificare la non contaminazione del suddetto materiale, sia a verificare la loro idoneità ad un eventuale riutilizzo in altro sito, come meglio descritto più avanti. In particolare, verranno realizzate le analisi sul tal quale su tutti i tre campioni (quindi complessivamente su 36 campioni).

I campioni di suolo verranno prelevati in 2 aliquote: la prima per essere sottoposta a determinazione analitica da parte del laboratorio; la seconda aliquota, relativa esclusivamente alla determinazione dei composti non volatili, sarà conservata per eventuali future verifiche analitiche.

I campioni di terre 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.

Essi 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 ± 2 °C; per i campioni prelevati per l'analisi delle sostanze volatili nel suolo, che verranno immediatamente refrigerate a temperatura pari a -20 ± 2 °C.

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

Nel caso specifico non è previsto il prelievo di campioni dal top soil, in considerazione del fatto che la vasca è interessata da frequenti processi di sedimentazione a seguito degli eventi di piena, pertanto, non si hanno processi di accumulo preferenziale sulla superficie del terreno, ma complessivamente all'interno di una più estesa coltre superficiale avente indicativamente la potenza di un metro.

Mandataria

Mandanti



Archeologo
Dott. Domenico Ferraro

4.3.1 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.

4.3.1.1 *Campionamento per l'analisi delle sostanze volatili*

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

Pertanto, si prescrive 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

Mandataria

Mandanti

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 1 ± 3 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.

4.3.1.2 *Campionamento delle sostanze non volatili*

La formazione del campione deve avvenire su telo impermeabile (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 più avanti.

4.3.2 Acque sotterranee

Il campionamento delle acque sotterranee si articola nelle seguenti fasi di attività:

- misure freatiche;
- spurgo;
- misura dei parametri chimico-fisici;
- campionamento.

Complessivamente è previsto il prelievo di 3 campioni di acqua sotterranee, uno per piezometro. Si procederà al campionamento solo se, in funzione della profondità di perforazione previste dal presente documento, verrà raggiunta la falda freatica. Non è previsto un approfondimento dei sondaggi oltre quanto stabilito nel seguente documento a tale scopo.

4.3.2.1 *Misure freatiche*

Preliminarmente ad ogni operazione di spurgo e campionamento verrà eseguita la misura della profondità della superficie freatica rispetto al piano campagna o al boccapozzo mediante sonda freatica. Nell'eventualità in

Mandatario

Mandanti



Archeologo
Dott. Domenico Ferraro

cui si presenti prodotto libero in fase separata si procederà alla misurazione dello spessore apparente tramite sonda freaticometrica di interfaccia.

La misura della profondità del piezometro di monitoraggio, al fine di verificare lo stato di conservazione dello stesso, dovrà essere effettuata dopo la fase di prelievo del campione, perché tale operazione potrebbe movimentare il sedimento di fondo ed intorbidire le acque.

Tutte le misure dovranno essere effettuate prendendo come riferimento sempre lo stesso caposaldo (piano campagna, boccapozzo, ecc.).

La misura della profondità della superficie freatica permetterà di calcolare lo spessore della colonna d'acqua all'interno di ciascun piezometro, conoscendo la profondità ed il diametro dello stesso e, di conseguenza, il volume di acqua da emungere (acque di spurgo — metodo volumetrico) prima di procedere alle operazioni di campionamento.

Per ogni piezometro le misure verranno riportate in metri e centimetri (es.: 23,08) sulla scheda di campionamento.

4.3.2.2 *Spurgo dei piezometri di monitoraggio*

Successivamente alla realizzazione del rilievo freaticometrico (vedi sopra) verrà eliminata l'acqua presente all'interno del pozzo e nel dreno al fine di garantire le condizioni di massima rappresentatività alle operazioni di campionamento.

Lo spurgo avverrà tramite pompe a bassa portata in modo da minimizzare la variazione del livello freaticometrico nel corso delle operazioni. La portata di spurgo non dovrà superare i 2 l/min. mentre la portata di campionamento (campionamento dinamico) non dovrà superare i l/min.

Durante lo spurgo si dovrà controllare la stabilizzazione dei parametri caratteristici della falda (ossigeno disciolto, temperatura, pH, potenziale redox e conducibilità) mediante sonda multiparametrica in cella di flusso. In alternativa, il volume di acqua che verrà emunta durante la fase di spurgo è pari a 4 ± 5 volte il volume di acqua contenuto nel pozzo e nel filtro in fase statica (metodo volumetrico).

Le operazioni di spurgo verranno terminate una volta estratto il volume d'acqua richiesto e/o alla stabilizzazione dei parametri caratteristici della falda. il campionamento avverrà entro 24 ore dalle operazioni di spurgo. Il campionamento potrà essere effettuato solo dopo adeguato spurgo in modalità statica (tramite "bailer" in presenza di LNAPL o DNAPL, scarsa produttività dell'acquifero, necessità di campionamento COV) o dinamica (tramite elettropompa sommersa).

4.3.2.3 *Misura dei parametri chimico-fisici*

Durante le operazioni di spurgo e preliminarmente alle operazioni di campionamento verranno misurati in campo i seguenti parametri chimico-fisici: ossigeno disciolto, temperatura, pH, potenziale redox e conducibilità, mediante sonda multiparametrica in cella di flusso. In alternativa, le misure del pH, potenziale redox e della

Mandataria

Mandanti

conducibilità elettrica verranno effettuate in cella di flusso, all'esterno del pozzo prelevando l'acqua mediante pompa sommersa; le misure dell'ossigeno disciolto e della temperatura verranno effettuate calando le sonde parametriche all'interno di ciascun pozzo.

4.3.2.4 Campionamento delle acque

Terminato lo spurgo, si procederà al prelievo del campione di acqua sotterranea mediante elettropompa sommersa a bassa portata (campionamento dinamico) o mediante "bailer" (campionamento statico).

Al fine della corretta conservazione dei campioni si prescrive l'utilizzo dei seguenti contenitori:

- contenitore in PE da 50 ml per l'analisi dei metalli, previa filtrazione con membrana da 0,45 ptm;
- contenitore in vetro da 500 ml per l'analisi degli inorganici;
- contenitore in vetro scuro da 250 ml con tappo ermetico, nuovo, risciacquato con soluzione di acqua diluita 1:1 di NaOH, per la determinazione dei cianuri e del cromo esavalente;
- contenitore in vetro scuro da 1.000 ml per le analisi degli IPA;
- contenitore in vetro da 1.000 ml per l'analisi dei clorofenoli;
- contenitore in vetro scuro da 2.000 ml, oppure 2 da 1.000 ml, per l'analisi degli idrocarburi totali (n-esano);
- contenitore in vetro da 1.000 ml per l'analisi di clorobenzeni C1>2;
- contenitore in vetro scuro da 1.000 ml per l'analisi dei PCB;
- contenitore in vetro da 2.000 ml, oppure 2 da 1.000 ml, per l'analisi dei fitofarmaci;
- contenitore in vetro silanizzato da 3.000 ml, oppure 3 da 1.000 ml per l'analisi di PCDD e PCDF;
- contenitore in vetro da 3.000 ml, oppure 3 da 1.000 ml per l'analisi dell'amianto;
- "vials" da 40 ml con ghiera e setto in silicone teflonato, colmi fino all'orlo (una per l'analisi degli aromatici, una per MTBE e Pb tetraetile, una per clororganici volatili e una di riserva).

I contenitori devono essere completamente riempiti di campione, sigillati, etichettati e 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. L'aliquota destinata alla determinazione dei metalli dovrà essere microfiltrata in campo con membrana da 0,45 p.m. Si potrà eventualmente prelevare una doppia aliquota, filtrata e non filtrata, per determinare rispettivamente la quantità di metalli disciolti e totali.

L'aliquota destinata alla determinazione del cromo esavalente e dei cianuri dovrà essere prelevata a parte e stabilizzata in campo.

Nel caso in cui si utilizzi una metodica analitica che preveda particolari accorgimenti all'atto del prelievo del campione, si dovranno seguire le indicazioni della metodica stessa.

Le "vials" devono essere chiuse immediatamente dopo il riempimento. Nel caso in cui si manifesti la necessità di un eventuale approfondimento di indagini si procederà ad eseguire nuovamente il campionamento con le modalità sopra descritte.

Mandataria

Mandanti



Archeologo
Dott. Domenico Ferraro

Al termine delle operazioni, tutti i materiali impiegati dovranno essere opportunamente decontaminati e/o smaltiti. Ad ogni campagna di monitoraggio verrà approntata l'apposita scheda di campo ove saranno registrati i dati di campionamento che includeranno, per ciascun campione, almeno i seguenti dati:

- denominazione del campione (normalmente corrispondente al nome del pozzo);
- identificativo del piezometro;
- data ed ora del campionamento;
- quota della testa pozzo;
- profondità della superficie freatica rispetto alla testa pozzo;
- eventuale presenza di prodotto in fase separata e suo spessore;
- profondità del pozzo;
- spessore della colonna d'acqua;
- portata di emungimento;
- durata dello spurgo;
- volume di acqua emunta durante lo spurgo;
- tipo di attrezzatura utilizzata per lo spurgo;
- parametri chimico-fisici determinati sul campo e tipo di strumentazione utilizzata;
- tipo di attrezzatura utilizzata per il campionamento;
- volume di acqua campionata;
- parametri da analizzare;
- tipologia dei contenitori utilizzati per la conservazione dei campioni;
- tipo di stabilizzante utilizzato per ciascuna subaliquota;
- data di invio al laboratorio;
- denominazione del laboratorio;
- aspetto del campione di acqua sotterranea;
- nome e cognome dell'operatore;
- eventuali altre note utili.

4.3.3 Modalità di gestione e conservazione dei campioni

Tutti i contenitori dei campioni prelevati saranno contrassegnati con etichette adesive riportanti la data e l'ora di campionamento e identificativo del progetto di riferimento.

Per i campioni di suolo verrà indicato anche la profondità di campionamento; per i campioni di acqua sotterranea verrà riportato l'indicativo del pozzo e la profondità della elettropompa sommersa.

L'elenco dei campioni inviati al laboratorio e delle analisi chimiche previste verrà riportato su apposita scheda che accompagnerà i campioni nella spedizione.

Tutti i campioni da destinare ad analisi verranno conservati ad una temperatura refrigerata ad eccezione delle subaliquote dei controcampioni ufficiali destinati ad eventuali future verifiche analitiche che saranno conservati a temperatura ambiente presso il sito (oppure, laddove necessario, in un diverso sito che sarà indicato dal soggetto obbligato).

Mandataria

Mandanti

I campioni verranno consegnati al laboratorio entro 24 ore dal prelievo. Tutti i campioni verranno conservati ad una temperatura pari a 4 ± 2 °C ad eccezione delle subaliquote dei controcampioni ufficiali, prelevate per l'analisi delle sostanze volatili nel suolo, che verranno immediatamente refrigerate a temperatura pari a -20 ± 2 °C.

Il trasporto dei contenitori dovrà 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 e/o il loro surriscaldamento.

4.3.4 Smaltimento rifiuti

I rifiuti solidi (prodotti dalle operazioni di perforazione nel corso delle indagini) dovranno essere stoccati presso il sito in "big bags" e/o in cassoni scarrabili a tenuta e smaltiti ai sensi della normativa vigente. I rifiuti liquidi dovranno essere stoccati in cisterne in PVC.

Le acque di lavaggio delle attrezzature di cantiere e le acque di sviluppo e spurgo dei pozzi dovranno essere smaltiti come rifiuti, ai sensi della normativa vigente.

Ai fini dello smaltimento dei rifiuti si deve provvedere al prelievo di un campione rappresentativo del rifiuto solido e/o liquido da sottoporre ad analisi chimica per la caratterizzazione e assegnazione di idoneo codice CER ai sensi della normativa vigente. Solo successivamente il rifiuto potrà essere trasportato in idoneo centro di conferimento con presentazione di formulario di smaltimento.

4.4 Prove di laboratorio

4.4.1 Laboratorio chimico. Analisi qualitative sul terreno tal quale e sull'eluato e sulle acque sotterranee

Per la metodologia di prelievo e analisi si rimanda al capitolo 4.3.

4.5 Report di indagine

Tutti i risultati delle indagini precedentemente elencati andranno riportate in specifico report complessivo almeno riportante:

- descrizione metodologica delle diverse indagini ed attività svolte;
- giornale di cantiere con indicazione delle date di esecuzione delle diverse attività;
- rilievi stratigrafici;
- documentazione fotografica delle installazioni di cantiere, delle cassette catalogatrici, delle carote e dei campioni oggetto di analisi in laboratorio;
- certificati di laboratorio relativi alle prove eseguite;
- sintesi dei risultati e interpretazione degli stessi.

Mandataria

Mandanti



Archeologo
Dott. Domenico Ferraro