



REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI TARANTO
COMUNE DI CASTELLANETA

**PROGETTAZIONE ED APPROFONDIMENTO MEDIANTE INDAGINI
INTEGRATIVE DI CARATTERIZZAZIONE ED ELABORAZIONE DI
ANALISI DI RISCHIO, FINALIZZATI ALL'AGGIORNAMENTO DELLE
CONOSCENZE SULLO STATO DI POTENZIALE CONTAMINAZIONE
DEL SITO INDIVIDUATO IN CATASTO AL FOGLIO 59
P.LLE 572, 219, 220 NEL COMUNE DI CASTELLANETA (TA).**

Progetto esecutivo

ELABORATO		TAV.
RELAZIONE TECNICO - DESCRITTIVA		1
Supporto al R.U.P. Dott.Geol. Giuseppe MASILLO		DATA Novembre 2018
<u>Elaborazioni grafiche</u>  Via S.Croce,66 - 72020 Erchie (BR) Tel. 0831.768752 – Fax 0831.763749 mail: ekotek.ambiente@gmail.com		Responsabile Unico del Procedimento CAPO AREA QUINTA Arch. DE FINIS Pantaleo

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	3
2. INQUADRAMENTO DELL'AREA	3
3. STATO DI FATTO DEL SITO	4
4.1 CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E DIMENSIONALI	4
4.2 STORIA DEL SITO	4
4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E TETTONICHE DELL'AREA.....	6
5. IDROGRAFIA E RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA.....	6
6. PROGETTO DI APPROFONDIMENTO DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE.....	7
7. INSTALLAZIONE DEL CANTIERE	7
7.1 PREPARAZIONE DEL CANTIERE	7
7.2 SICUREZZA E RECINZIONE	8
8. CARATTERIZZAZIONE RIFIUTI	9
8.1 ANALISI, CARATTERIZZAZIONE DEI RIFIUTI ED ATTRIBUZIONE DE CODICE C.E.R.	10
8.2 TEST DI CESSIONE.....	11
9. REALIZZAZIONE PIEZOMETRI PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE MEDIANTE LA REALIZZAZIONE N.4 PIEZOMETRI..	13
9.1 PREDISPOSIZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE TECNICA, AMMINISTRATIVA E DI SICUREZZA.	13
9.2 ATTIVITÀ GEOGNOSTICHE:	14
9.3 RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA.....	14
9.4 ATTIVITA' DI CAMPO PRELIMINARI.....	14
9.5 PERFORAZIONE ED INSTALLAZIONE DI PIEZOMETRI DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE DI FALDA	16
10. TOP SOIL	23
11. SONDAGGI SISMICI A RIFRAZIONE.....	29
12. ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA	32
13. STIMA DELL'INTERVENTO E QUADRO ECONOMICO	33

1. INTRODUZIONE

Il presente documento illustra la PROGETTAZIONE ED APPROFONDIMENTO MEDIANTE INDAGINI INTEGRATIVE DI CARATTERIZZAZIONE ED ELABORAZIONE DI ANALISI DI RISCHIO, FINALIZZATI ALL'AGGIORNAMENTO DELLE CONOSCENZE SULLO STATO DI POTENZIALE CONTAMINAZIONE DEL SITO INDIVIDUATO IN CATASTO AL FOGLIO 59 P.LLE 572, 219, 220 NEL COMUNE DI CASTELLANETA (TA), allo scopo di risolvere la problematica di degrado ambientale creatasi nell'area in oggetto, ubicata in Via Verga.

2. INQUADRAMENTO DELL'AREA

Il sito oggetto di discarica abusiva è ubicato alla Via Verga, nel Comune di Castellaneta e copre una superficie effettiva di circa 6.845 mq. Dal punto di vista topografico l'area in oggetto è caratterizzata da un profilo altimetrico irregolare quasi a mezzacosta, lungo un terrazzo morfologico parzialmente naturale e di un'area adibita a stadio, appunto il Verga.



Fig.1 - Inquadramento dell'area su base ortofotogrammetrica

3. STATO DI FATTO DEL SITO

4.1 Caratteristiche morfologiche e dimensionali

Il sito in oggetto di studio è caratterizzato dalla presenza di un riempimento/rilevato costituito da materiali di riporto provenienti da demolizione, sul quale si notano gli inequivocabili segni di una attività di smaltimento abusivo successiva.

Allo stato attuale, per effetto dell'accumulo dei materiali stoccati, l'area appare come una superficie sub-orizzontale delimitata nella parte Sud da una scarpata che mostra, in direzione Est-Ovest, un'altezza variabile da qualche decimetro a qualche metro e pendenze medie intorno ai 30°.

Le parti a Nord e ad Est dell'area sono limitate da una strada sterrata che la separa da abitazioni e suoli privati. Infine, la parte Ovest è limitata dalla recinzione di un campo di calcio (denominato Stadio Verga). Anche l'area dello stadio è impostata su vecchi accumuli di riporto di inerti in tutto o in parte provenienti da demolizione.

4.2 Storia del sito

Nell'area in questione esiste un sequestro operato dalla GdF-Tenenza di Castellaneta, per il rinvenimento di imprecisato quantitativo di rifiuti speciali pericolosi misti: Materiale edile di risulta (tufi, blocchi di cemento, laterizi vari, serbatoi di eternit, etc.; Elettrodomestici in disuso; Materiale in plastica; Pneumatici.

Nel 2008 è stato eseguito un Piano di caratterizzazione a cura dell'Ing.Vincenzo IAIA, le cui risultanze sono descritte nell'allegato PIANO DI CARATTERIZZAZIONE.

E' possibile supporre che l'area, compresa una piccola parte dello Stadio Verga, fosse stata utilizzata, in stato di emergenza, per il deposito delle macerie rivenienti dal crollo di un edificio sito in Castellaneta in Viale Verdi, nel lontano 1985.

Dall'analisi dei luoghi è possibile osservare le condizioni di abbandono dell'area ed anche di porzioni di quelle limitrofe ricadenti in proprietà di privati.

La perimetrazione per la messa in sicurezza dell'area, realizzata qualche anno fa, risulta allo stato divelta in più punti ed asportata.

I sopralluoghi effettuati fanno emergere una situazione di abbandono e di scarico abusivo di qualsivoglia rifiuto, in particolare:

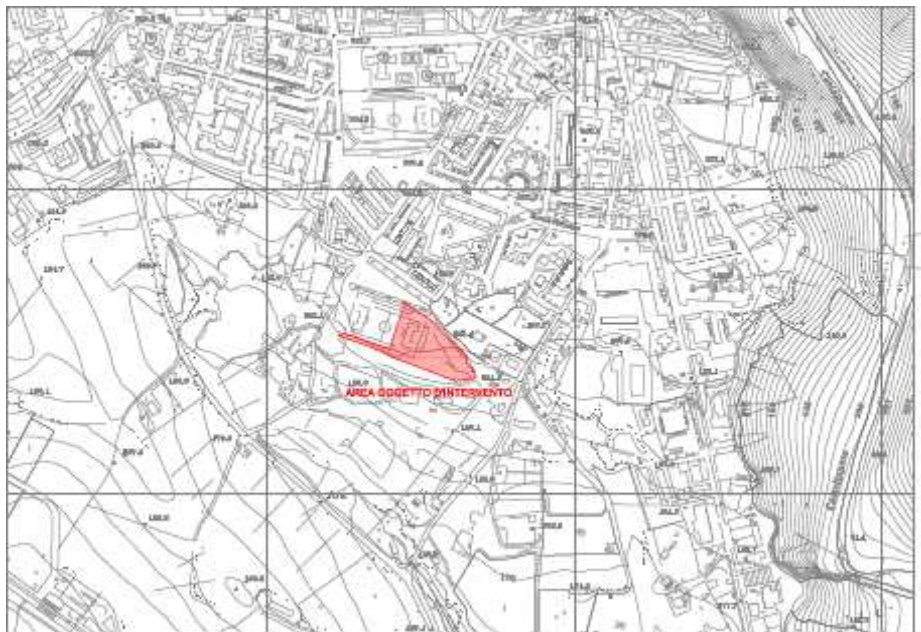
- rifiuti da costruzione e demolizioni;
- manufatti in cemento amianto (onduline, canne fumarie);
- beni durevoli non recuperabili di provenienza urbana;
- rifiuti ingombranti (legnosi e ferrosi) di provenienza domestica;
- pneumatici fuori uso;

- scarti plastici derivanti da varie attività;
- rifiuti urbani rappresentati da plastiche, abbigliamento, vetro, carta/cartone, metalli, potature;
- materiale plastico per il rivestimento interne delle abitazioni;
- guaine per la copertura e l'impermeabilizzazione degli immobili.

I rifiuti si presentano in uno stato di disordine e di miscelazione causato da continui e reiterati abbandoni sui medesimi punti o su punti confinanti, così da generare una disposizione sciolta e in cumulo.

Il sito non è interessato da servizi né da sottoservizi di alcun tipo.

Le strade sterrate che perimetrano il sito, sono mal definite e comunque hanno una larghezza media di 3-4 m.



Inquadramento su CTR

In base al Modello Concettuale del sito (2008) furono svolte le seguenti indagini di dettaglio a cura del Geol. Donato PERNIOLA e dal Laboratorio Terre s.a.s. di Matera:

- N. 4 tomografie elettriche con il metodo Wenner-Schlumberger, di varia lunghezza, con le quali si è ottenuta una ricostruzione areale locale dell'andamento delle superfici di contatto tra i livelli stratigrafici;
- N. 4 perforazioni di sondaggio a carotaggio continuo,
 - Sondaggio S1: 10 m
 - Sondaggio S2: 6 m;
 - Sondaggio S3: 10m;
 - Sondaggio S4: 10 m.

per un totale di 36 m lineari di perforazione, con le quali fu verificato puntualmente lo spessore dei suddetti

livelli e furono chiarite alcune anomalie rilevate con l'indagine geofisica.

Nulla fu fatto per verificare:

- **la reale natura chimico-fisica dei rifiuti;**
- **il rischio per le matrici ambientali: suolo, sottosuolo, acque sotterranee, atmosfera.**

4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E TETTONICHE DELL'AREA

Lo Studio geologico è stato svolto approfonditamente nel 2008 dal Dott.Geol.Donato PERNIOLA (che si allega integralmente). Le litologie affioranti nell'area e nei suoi dintorni sono:

- **Calcari** , appartenenti alla Formazione del Calcare di Altamura . Essi si presentano stratificati con spessori variabili da 20 a 50 cm, talora si rinvencono banchi fino a 1.5 metri. Essi si rinvencono al letto della formazione più superficiale delle calcareniti.
- **Calcarenite di Gravina** (Calabriano), che localmente è conosciuta come "tufo": questa formazione affiora in gran parte dell'area in studio con spessori sino a circa 10 metri, come è facile notare nelle cave di via Verga, ormai fuori uso adibite a piccoli orti, sul fondo di questi ultimi è stato possibile individuare il contatto con i sottostanti calcari.
- **Argille Subappennine (Calabriano)**, esse affiorano nella parte Sud-occidentale dell'area rilevata; Le argille non interessano direttamente l'area in questione.

La ricostruzione stratigrafica del sottosuolo del sito è stata possibile grazie alle indagini geognostiche dirette ed agli stendimenti geotecnici. Pertanto è stato riscontrato uno spessore di materiale inerte/rifiuto variabile tra 0 e 4 metri nella parte più a sud dell'area e la massa ha una forma di cuneo. All'epoca dell'esecuzione del Piano di Caratterizzazione, furono stimati circa 6200 mc di rifiuti vari depositati nell'area.

La carta idrogeomorfologica della Regione Puglia (Fig.6) , individua in corrispondenza del salto di quota, una linea di faglia diretta proprio nell'area dell'abbancamento dei rifiuti. Sicuramente trattasi di faglia inattiva come tutte le faglie presenti a ridosso degli altipiani di quest'area.

Per l'approfondimento si veda **10_Relazione geologica, idrogeologica,geotecnica e sismica.**

5. IDROGRAFIA E RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA

Il sito si trova ad una quota di circa 195 m s.l.m.

Si rileva la presenza di solchi erosivi che si manifestano solo in concomitanza di eventi piovosi particolarmente intensi. La direzione di scorrimento dei solchi erosivi presenti è prevalentemente Nord-Ovest/Sud-Est e

corrisponde agli allineamenti tettonici principali. Come si evince dalla figura seguente, i lineamenti idrografici interessano aree ad est, a sud e ad ovest dell'area, ma non interessano direttamente l'area.

Per l'approfondimento si veda **10_Relazione geologica, idrogeologica, geotecnica e sismica**.

6. PROGETTO DI APPROFONDIMENTO DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE

Nel 2008 con l'esecuzione del PdC, non furono approfonditi :

- **la reale natura chimico-fisica dei rifiuti;**
- **il rischio per le matrici ambientali: suolo, sottosuolo, acque sotterranee, atmosfera;**
- **lo stato di contaminazione in parte delle aree sottostanti lo Stadio Verga.**

Per meglio definire la natura dei rifiuti ed il reale rischio che questi producono sull'ambiente, e per meglio definire successivi interventi da parte del Comune per il recupero, messa in sicurezza/bonifica delle aree, si ipotizza il Piano di Indagine riportato nella **TAV.8** allegata.

7. INSTALLAZIONE DEL CANTIERE

7.1 Preparazione del cantiere

La Ditta esecutrice dell'intervento dovrà provvedere all'allestimento del cantiere nel rispetto di tutte le norme di sicurezza, di prevenzione incendi e tutela dell'ambiente e comunque secondo il progetto consegnato in sede di gara.

In particolare:

- Allestire un box uso ufficio dove prevedere un posto ufficio per il personale incaricato dal Committente (direttore dei lavori o assistente) per il controllo dell'esecuzione dell'intervento in oggetto. In tale ambiente andrà conservata tutta la documentazione prevista dalla normativa di settore (autorizzazioni, registri di carico e scarico, formulari di trasporto, ecc.). In questo ufficio dovrà essere annotata sul registro di cantiere la movimentazione del materiale, a valle della pesatura degli automezzi di trasporto rifiuti.
- Allestire un box uso spogliatoio e servizi igienici (bagni e docce) per il personale, aventi dimensioni adeguate al numero di operatori previsto dai Piani Operativi redatti dall'Impresa. I servizi igienici dovranno essere dotati di WC chimico.

L'area di cantiere, opportunamente recintata, avrà la delimitazione indicata nell'elaborato Lay out – Stato di

Progetto. L'ingresso al cantiere dovrà essere adeguatamente protetto con una idonea recinzione mobile che dovrà permettere l'ingresso pedonale e carrabile dei mezzi di trasporto.

La Ditta dovrà preoccuparsi di garantire la fornitura di acqua e energia elettrica per garantire la perfetta visibilità negli ambienti, il funzionamento dei servizi igienici e l'uso di apparecchiature elettriche.

7.2 Sicurezza e recinzione

Tutte le operazioni di campionamento verranno svolte nella tutela delle persone e dell'ambiente. Gli operatori verranno preventivamente formati e informati sui rischi conseguenti alla tipologia di lavoro che andranno a svolgere. Le operazioni di sicurezza e di emergenza consistono in:

- Recinzione permanente delle aree con rete metallica alta m.2;
- Dispositivi di protezione individuale: mascherine, orto protettori, maschere antigas, occhiali o visiera, guanti antiacido, scarpe antinfortunistiche, tute tyek;
- Cassetta Primo Soccorso;
- Creazione di area attrezzata per il deposito temporaneo dei rifiuti prima del trasporto;
- Sistemi antincendio: ad esempio: uso di attrezzature antideflagranti, collocazione di estintori a polvere in numero e capacità congrua da poter essere utilizzati sia nelle fasi di movimentazione che in quelle di ricondizionamento dei materiali;
- Materiali assorbenti per eventuali versamenti;
- Contenitori a norma per il campionamento di eventuali manufatti contenenti amianto.

La recinzione delle aree rappresenta la prima fase lavorativa che la ditta dovrà approntare. Essa rappresenta il primo importante adempimento sulla sicurezza che tutelerà i lavoratori dal rischio caduta.



Tipologia di recinzione provvisoria di cantiere

Le caratteristiche della recinzione provvisoria sono le seguenti:

- Intera area da indagare;
- Altezza: 2m.

Tutte le norme generali di sicurezza per la salute degli addetti e tutte le misure preventive dovranno essere specificate dal Coordinatore della Sicurezza in fase di progettazione e successivamente verranno dettagliate dall'Appaltatore in un Piano Operativo di Prevenzione e Sicurezza (in accordo con il coordinatore della sicurezza in fase di realizzazione).

8. CARATTERIZZAZIONE RIFIUTI

Campionamento rifiuti

Sulla base delle osservazioni e delle analisi di cui sopra, dai fori di sondaggio saranno prelevati campioni di terreno rappresentativi dello stato di qualità del sottosuolo, da sottoporre ad analisi di laboratorio. Le operazioni di campionamento saranno eseguite evitando la diffusione della contaminazione nell'ambiente circostante e nella matrice ambientale campionata.

In corrispondenza dei sondaggi da realizzare al fine di caratterizzare tutto lo spessore del terreno insaturo, saranno prelevati:

- 1 campione di top soil;
- 1 campione superficiale tra 0 e 1 m;
- 1 campione profondo in corrispondenza della frangia capillare o del fondo foro;
- 1 campione intermedio tra i due precedenti.

Dovranno essere prelevati ulteriori campioni in presenza di evidenze visive e organolettiche di contaminazione. I campioni relativi a particolari evidenze o anomalie dovranno essere formati per spessori superiori ai 50 cm il sondaggio dovrà essere ulteriormente approfondito qualora a fondo foro si rilevasse contaminazione.

Durante il campionamento dovrà essere posta particolare attenzione ad evitare alterazioni chimiche a causa di surriscaldamento, dilavamento o contaminazione del campione da parte di sostanze e/o attrezzature.

Una volta estratta la carota e sistemata nell'apposita cassetta catalogatrice, il campionamento dovrà essere condotto selezionando dalla carota il tratto destinato alle attività di laboratorio. Il prelievo dovrà avvenire sempre entro 1 ora dal carotaggio.

Il prelievo dei campioni di terreno verrà eseguito adottando la metodologia U.S. EPA Pb 92963408 (1991), quella ASTM D4547-91 o EPA5035-97; in particolare:

- I terreni estratti dal carotiere saranno appoggiati sopra un telo di polietilene;
- I campioni da analizzare per la ricerca dei composti organici volatili verranno prelevati dalle carote, mediante un microcarotiere, ed "estrusi" direttamente nei contenitori tipo "vial" dotati di chiusura a ghiera con setto in silicone teflonato (in accordo con la procedura ASTM D4547-91).

Onde evitare fenomeni di “cross contamination”, le attrezzature per il prelievo del campione saranno bonificate 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 ca) e lasciato asciugare all'aria, prima della successiva operazione di carotaggio.

Il prelievo dei campioni per l'analisi dei composti non volatili sarà condotto selezionando in campo, mediante apposito setaccio, la frazione granulometrica di diametro inferiore ai 2 cm. Ogni campione sarà preparato mediante apposita paletta in acciaio inox opportunamente decontaminata, posizionato su un telo impermeabile in polietilene (rinnovato ad ogni prelievo), omogeneizzato al fine di ottenerne uno rappresentativo, suddiviso in tre aliquote (quartatura) ciascuna del peso di 1 Kg ed immediatamente riposto negli appositi contenitori in vetro.

I campioni destinati alle analisi per composti organici volatili saranno puntuali (rappresentativi di un orizzonte di circa 10 cm) e verranno prelevati senza spazio di testa utilizzando apposite siringhe all'interno di vials certificate per il campionamento dei volatili, prepesate con metanolo e fornite direttamente dal laboratorio incaricato. Il campionamento avverrà senza omogenizzazione,

procedendo, immediatamente dopo la deposizione del materiale nella cassetta, alla decontaminazione della superficie della porzione scelta e prelevando il campione dal cuore della carota.

All'atto del prelievo si stapperanno le vials e si preleveranno aliquote di terreno di peso indicativamente pari a 3

- 5 grammi che verranno 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 verrà ripesata e per differenza si risalirà alla quantità di terreno prelevato.

Eventuali campionamenti aggiuntivi potranno essere valutati sulla base dei risultati dello screening preliminare di campo dei terreni e di evidenze visive di contaminazione, effettuato a mezzo di PID.

Ogni campione verrà raccolto in triplice aliquota, di cui una a disposizione degli Enti di Controllo, una per le determinazioni analitiche del laboratorio di parte ed una a disposizione per eventuali controanalisi (queste due ultime aliquote dovranno essere entrambe spedite al laboratorio incaricato che provvederà ad analizzare la prima aliquota ed a conservare la seconda in attesa di eventuali disposizioni per le controanalisi).

Tutte le aliquote verranno identificate in modo univoco mediante etichetta adesiva riportante il nome identificativo del campione e dell'aliquota, la profondità di campionamento, la data e il sito di provenienza.

Sarà a cura dell'Appaltatore fare in modo di non superare gli holding time previsti per le analisi.

8.1 Analisi, caratterizzazione dei rifiuti ed attribuzione de codice C.E.R.

Saranno effettuati campionamenti in corso d'opera e poi le successive analisi di laboratorio per qualificare i rifiuti

prima di predisporre un definitivo ed eventuale Piano di Smaltimento:

- 1. Il campionamento dei rifiuti, ai fini della loro caratterizzazione chimico fisica, è effettuato sul rifiuto tal quale, in modo tale da ottenere un campione rappresentativo secondo le norme Uni 10802, "Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi - Campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati".*
- 2. Le analisi sui campioni ottenuti ai sensi del comma 1, sono effettuate secondo metodiche standardizzate o riconosciute valide a livello nazionale, comunitario o internazionale.*
- 3. Il campionamento e le determinazioni analitiche del combustibile derivato dai rifiuti (Cdr) sono effettuate in conformità alla norma Uni 9903.*
- 4. Il campionamento e le analisi sono effettuate a cura del titolare dell'impianto ove i rifiuti sono prodotti almeno in occasione del primo conferimento all'impianto di recupero e, successivamente, ogni 24 mesi e, comunque, ogni volta che intervengano modifiche sostanziali nel processo di produzione.*
- 5. Il titolare dell'impianto di recupero è tenuto a verificare la conformità del rifiuto conferito alle prescrizioni ed alle condizioni di esercizio stabilite dal presente regolamento per la specifica attività svolta.*
- 6. Il campionamento, l'analisi e la valutazione delle emissioni in atmosfera devono essere effettuate secondo quanto previsto dagli specifici decreti adottati ai sensi dell'articolo 3, comma 2, lettera b), del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203, e successive modifiche ed integrazioni.*

8.2 Test di cessione

1. Ai fini dell'effettuazione del test di cessione, il campionamento dei rifiuti è effettuato in modo da ottenere un campione rappresentativo secondo le norme Uni 10802, "Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi - Campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati".
2. Il test di cessione sui campioni ottenuti ai sensi del comma 1, ai fini della caratterizzazione dell'eluato, è effettuato secondo i criteri e le modalità di cui all'allegato 3 al presente regolamento.
3. Il test di cessione è effettuato almeno ad ogni inizio di attività e, successivamente, ogni 12 mesi salvo diverse prescrizioni dell'autorità competente e, comunque, ogni volta che intervengano modifiche sostanziali nel processo di recupero.

In fase di caratterizzazione saranno attribuiti codici CER. La Ditta aggiudicatrice, attraverso il laboratorio di analisi, dovrà comunicare per iscritto e ufficialmente i codici e tutti i certificati di analisi, all'ente appaltante (Comune di Castellaneta) e alla Direzione dei Lavori.

Limiti di concentrazione nell'eluato per l'accettabilit  in discariche per rifiuti non pericolosi

Componente	L/S=10 l/kg mg/l
=====	
As	0.2
Ba	10
Cd	0.02
Cr totale	1
Cu	5
Hg	0.005
Mo	1
Ni	1
Pb	1
Sb	0.07
Se	0.05
Zn	5
Cloruri	1500
Fluoruri	15
Cianuri	0.5
Solventi organici aromatici (*)	0.4
Solventi organici azotati (*)	0.2
Solventi organici clorurati (*)	2
Pesticidi totali non fosforati (*)	0.05
Pesticidi totali fosforati (*)	0.1
Solfati	2000
DOC (**)	80
TDS (***)	6000

Limiti di concentrazione nell'eluato per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi

=====	
Componente	L/S=10 l/kg mg/l
=====	
As	2.5
Ba	30
Cd	0.2
Cr totale	7
Cu	10
Hg	0.05
Mo	3
Ni	4
Pb	5
Sb	0.5
Se	0.7
Zn	20
Cloruri	2500
Fluoruri	50
Cianuri	5
Solventi organici aromatici (*)	4
Solventi organici azotati (*)	2
Solventi organici clorurati (*)	20
Pesticidi totali non fosforati (*)	0.5
Pesticidi totali fosforati (*)	1
Solfati	5000
DOC (**)	100
TDS (***)	10000

9. REALIZZAZIONE PIEZOMETRI PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE MEDIANTE LA REALIZZAZIONE N.4 PIEZOMETRI.

9.1 Predisposizione della documentazione tecnica, amministrativa e di sicurezza.

L'impresa Appaltatrice dovrà presentare prima dell'inizio lavori la seguente documentazione tecnica:

- organizzazione e gestione della commessa;
- organizzazione e conduzione del cantiere;
- compiti, responsabilità e nominativi delle figure presenti in cantiere;
- Piano di Lavoro che dovrà contenere il cronoprogramma temporale.

9.2 Attività geognostiche:

- Esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo;
- Installazione di piezometri di monitoraggio delle acque di falda;
- Campionamento terreni per analisi chimiche;
- Campionamento delle acque di falda per le analisi chimiche di laboratorio;
- Rilievo planoaltimetrico dei piezometri di nuova costruzione;

9.3 Relazione Tecnica Illustrativa

Realizzazione di n. 4 piezometri

- modalità operative di dettaglio delle attività di campo;
- elenco mezzi;
- personale che intende impiegare.

Prima dell'avvio delle attività di campo saranno definiti gli aspetti relativi alla sicurezza e dovrà essere predisposta a cura dell'Appaltatore la documentazione relativa richiesta ai sensi del D.Lgs. 81/2008.

Sarà cura dell'Appaltatore elaborare un Documento di Valutazione dei Rischi inerenti l'attività oggetto d'appalto i cui contenuti dovranno essere (ai sensi dell'art. 28 del D.Lgs 81/2008):

- una relazione sulla valutazione di tutti i rischi per la sicurezza e la salute durante l'attività lavorativa, nella quale siano specificati i criteri adottati per la valutazione stessa. La scelta dei criteri di redazione del documento è rimessa al datore di lavoro, che vi provvede con criteri di semplicità, brevità e comprensibilità, in modo da garantirne la completezza e l'idoneità quale strumento operativo di pianificazione degli interventi aziendali e di prevenzione;
- l'indicazione delle misure di prevenzione e di protezione attuate e dei dispositivi di protezione individuali adottati, a seguito della valutazione dei rischi;
- il programma delle misure ritenute opportune per garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di sicurezza;
- l'individuazione delle procedure per l'attuazione delle misure da realizzare, nonché dei ruoli dell'organizzazione aziendale che vi debbono provvedere, a cui devono essere assegnati unicamente soggetti in possesso di adeguate competenze e poteri;
- l'indicazione del nominativo del responsabile del servizio di prevenzione e protezione, del rappresentante dei lavoratori per la sicurezza o di quello territoriale e del medico competente che ha partecipato alla valutazione del rischio;
- l'individuazione delle mansioni che eventualmente espongono i lavoratori a rischi specifici che richiedono una riconosciuta capacità professionale, specifica esperienza, adeguata formazione e addestramento.

9.4 Attività di campo preliminari

L'impresa appaltatrice dovrà effettuare un sopralluogo in Sito per l'ubicazione preliminare di massima di tutti i

punti di indagine. Tale attività consisterà nell'ubicazione e segnalazione dei punti (sondaggi, piezometri di nuova realizzazione) riportati in Allegato 1, del presente documento, mediante picchetti in legno o vernice spray indelebile. In questa fase, l'ubicazione dei punti di indagine potrà subire delle modifiche, rispetto a quanto riportato nel documento citato, in funzione

delle strutture (tipologia di pavimentazione, vasche o altri impedimenti) e degli ingombri previsti dei mezzi di cantiere. Tali modifiche dovranno comunque essere concordate con la Committente e tali da non pregiudicare lo scopo del lavoro riportato nel Piano di indagine.

L'ubicazione dei punti in fase di sopralluogo preliminare dovrà essere condivisa con gli Enti di Controllo ed eventualmente modificata a valle di eventuali osservazioni da parte degli Enti stessi.

L'Appaltatore, qualora si verifichino attività di contraddittorio con gli Enti nel procedimento ambientale in atto, dovrà mostrarsi disponibile nell'effettuare ulteriori sopralluoghi.

Verifica della presenza di sottoservizi

Preliminarmente alla realizzazione delle indagini geognostiche (sondaggi e piezometri) l'impresa Appaltatrice dovrà svolgere una verifica della presenza di sottoservizi interrati in prossimità dei punti di indagine proposti. Tale attività consisterà in tre fasi distinte nel seguito descritte:

- fase preliminare di raccolta delle informazioni esistenti (planimetrie) relativamente all'ubicazione dei sottoservizi;
- fase di campo preliminare per l'ubicazione dei punti di indagine sulla base di quanto emerso dall'esame della documentazione disponibile e delle evidenze di campo (ispezione dei chiusini);
- relativamente ai soli sondaggi e piezometri: realizzazione di un saggio esplorativo tramite trivella manuale o escavatore a risucchio, fino alla quota prevista (in accordo con le indicazioni seguenti), per verificare direttamente la presenza di sottoservizi.

La fase preliminare consisterà nella raccolta da parte dell'Appaltatore di tutte le informazioni disponibili relativamente all'ubicazione dei sottoservizi ed alla definizione in mappa delle aree critiche, ovvero di quelle aree comprese entro 3 metri in ogni direzione dalla proiezione della linea interrata sulla superficie.

Identificati i sotto servizi ed evidenziate le aree critiche, dovrà essere svolta una fase preliminare in campo per verificare l'effettiva presenza delle utenze mappate e per valutare l'ubicazione preliminare dei punti di indagine.

Tale attività consisterà in:

- verifica diretta mediante ispezione visiva di tutti i chiusini presenti nell'area di interesse di ogni punto di indagine;
- verifica mediante cerca servizi (Cable Avoidance Tool);
- marcatura dei sottoservizi individuati con vernice spray indelebile per valutare l'ubicazione del punto di indagine (anch'esso da marcare con spray indelebile).

A valle di questa fase, potrà essere necessario aggiornare la definizione delle aree critiche ed eventualmente lo

spostamento di alcuni punti di indagine (in accordo con la Committenza).

In corrispondenza di ogni piezometro si procederà alla realizzazione di un saggio esplorativo per la verifica diretta della presenza dei sottoservizi. Tale attività potrà essere svolta utilizzando una delle seguenti modalità:

- a mano, mediante trivella manuale;
- meccanicamente, mediante escavatore.

In entrambi i casi le quote da raggiungere saranno pari a 1,5 m da p.c. (se il punto di indagine ricade al di fuori dell'area critica) oppure 2,5 m da p.c. (se il punto di indagine ricade all'interno dell'area critica) ed il diametro del prescavo dovrà essere maggiore del diametro massimo previsto di perforazione (del sondaggio o del piezometro, incluso eventuale alesaggio).

Il prescavo dovrà essere svolto con la massima cautela per evitare di danneggiare eventuali sottoservizi non mappati o non individuati preliminarmente e prestando particolare attenzione a "evidenze" particolari tipo, reti segnalatrici, cambi improvvisi di litologia "non - naturale", ecc...

Nel caso di ritrovamento di un sottoservizio durante la realizzazione del prescavo, si procederà alla verifica che l'utenza non sia stata in alcun modo danneggiata e quindi al ritombamento del foro con il materiale di risulta. Dopo aver ripristinato la pavimentazione esistente si potrà, in accordo con la Committenza, procedere al riposizionamento del punto di indagine e ad effettuare un nuovo prescavo.

9.5 Perforazione ed installazione di piezometri di monitoraggio delle acque di falda

La perforazione fino alla profondità prevista dovrà avvenire secondo le modalità seguenti:

- per l'installazione dei piezometri, il foro di sondaggio dovrà essere rivestito con tubazione provvisoria di diametro Ø 220 mm per tutta la profondità, per consentire il seguente posizionamento del tubo piezometrico;
- raggiunta la quota di perforazione prevista, all'interno del foro verrà posto un tubo piezometrico in PVC da 4" (10,16cm) di diametro interno con giunzioni filettate in modo da escludere l'uso di collanti o di nastri isolanti contenenti solventi, conforme alla norma UNI EN 12201 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua". L'ampiezza delle fessure (slot) delle tubazioni piezometriche è compresa tra 0,2 e 0,3 mm.
- il tubo piezometrico, chiuso sul fondo, dovrà essere composto da un tratto cieco e da un tratto fessurato; quest'ultimo interesserà l'intervallo tra il fondo foro e +20m sopra il livello statico della falda; la rimanente parte fino a piano campagna sarà costituita da un tubo cieco.
- quindi si procederà al riempimento dell'intercapedine tra il tubo piezometrico ed il rivestimento (Ø 220 mm) mediante ghiaietto siliceo pulito, vagliato e calibrato di dimensioni 2-3 mm, fino a risalire al tetto del tratto fessurato. Il rivestimento verrà progressivamente estratto con manovre di 1,5 metri senza l'utilizzo della rotazione. Nello specifico si provvederà a colmare tratti di 1,5 metri con il ghiaietto e poi estraendo la porzione di rivestimento soltanto dopo aver colmato l'intercapedine tra rivestimento e tubo in PVC;

terminata la posa del ghiaietto (fino a 2 m. da p.c.) si procederà alla posa di un livello impermeabile di compactonite (per circa 1 metro) e, successivamente, di una miscela di acqua – cemento - bentonite del restante tratto di foro fino alla testa pozzo al fine di evitare infiltrazioni di acqua dalla superficie;

La testa del tubo piezometrico sarà mantenuta al di sotto del piano di calpestio. La protezione sarà realizzata a raso del piano di calpestio con un pozzetto prefabbricato in calcestruzzo vibrocompresso (40x40x40 esterno) dotato di chiusino di tipo carrabile e con chiusino di ispezione in ghisa lamellare UNI ISO 185, costruito secondo le norme UNI EN 124 classe C 250 40x40; In ogni caso l'estremità del tubo in PVC dovrà anche essere chiusa con tappo a vite o ad espansione.

Una targa tipo plexiglas sarà posta in coincidenza di ogni postazione piezometrica. La targa sarà fissata in posizione leggibile sopra un'asta metallica (trattata antiruggine) di diametro $\varnothing=25$ mm e alta 1,5 m circa, con incisa, a caratteri di altezza non inferiore a 10 mm, la sigla identificativa del piezometro.

una volta completato il piezometro, per consentire il corretto assestamento del dreno, si provvederà allo sviluppo mediante pompa sommersa che consisterà nell'estrazione di un volume di acqua pari ad almeno 8 - 10 volte il volume della colonna d'acqua presente nel piezometro o comunque fino a chiarificazione. Il volume d'acqua nel pozzo dovrà essere calcolato con l'equazione seguente:

$$V = \pi R^2 L$$

Dove

R = raggio del pozzo

L = colonna d'acqua all'interno del pozzo

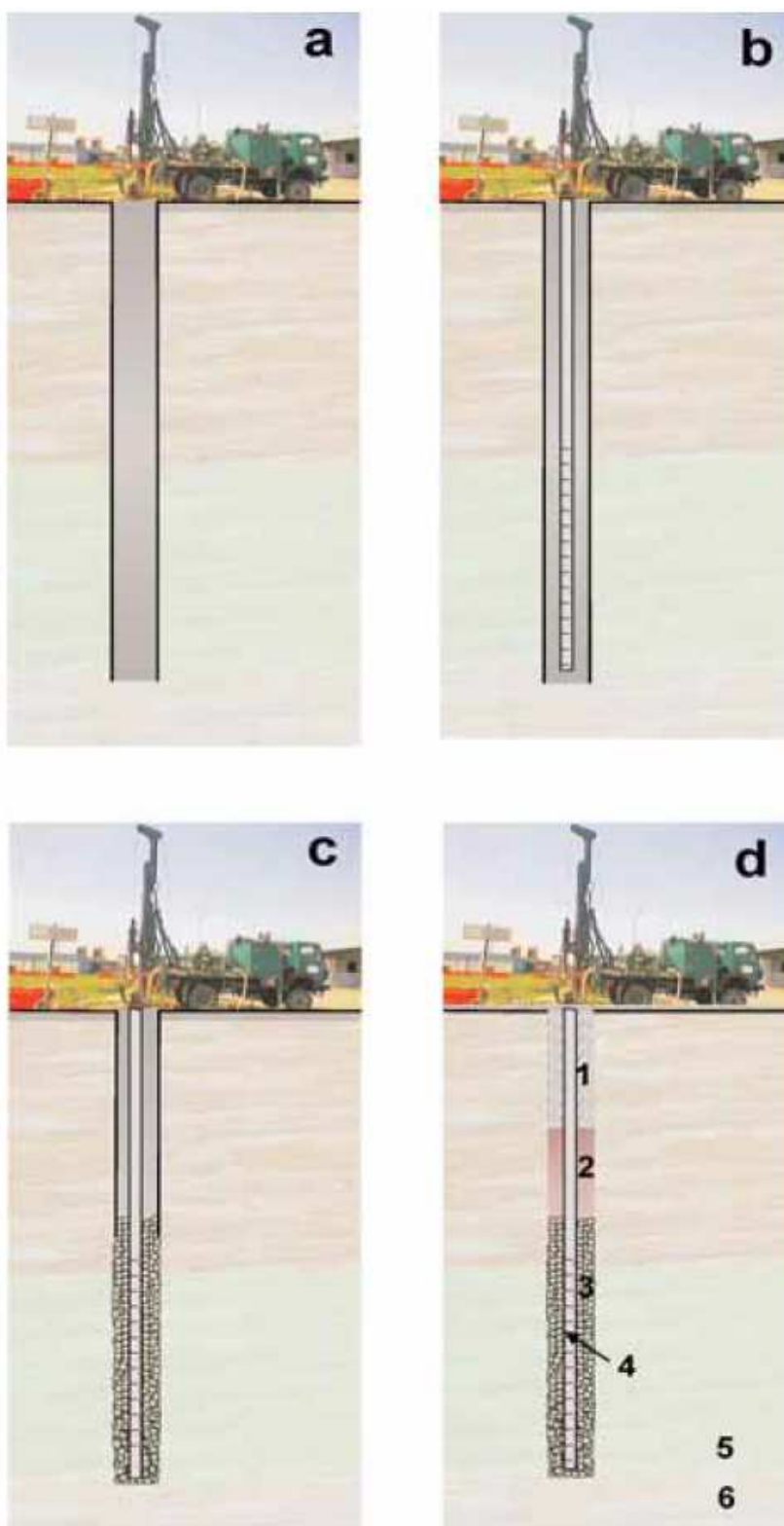


Figura 3.6 - Fasi della realizzazione di un piezometro.

a) realizzazione del foro;
b) posa in opera del tubo di rivestimento, finestrato in corrispondenza della falda, cieco nei tratti rimanenti;
c) realizzazione del dreno in corrispondenza del tratto finestrato;
d) realizzazione del setto impermeabile e cementazione;

Legenda: 1) sigillatura con cemento; 2) sigillatura con bentonite; 3) dreno in ghiaietto calibrato; 4) tratto finestrato del piezometro 5) falda freatica; 6) letto impermeabile dell'acquifero

Le acque di sviluppo verranno raccolte, caratterizzate e smaltite secondo la normativa Italiana vigente (tale attività, come meglio specificato nel paragrafo 4.8, sarà a carico dell'Appaltatore);

Si dovrà provvedere allo spurgo dei piezometri mediante la tecnica dell'Air Lift; tale modalità di spurgo consiste

nell'insufflaggio a fondo foro di aria compressa che provoca la sospensione del sedimento che a sua volta viene indotto a risalire a piano campagna da una apposita tubazione (anche in questo caso il sedimento raccolto dovrà essere gestito con le medesime modalità descritte al punto precedente).

Durante l'installazione del piezometro si dovrà provvedere a riportare su apposito modulo di campo le caratteristiche costruttive del piezometro (profondità, diametro, tratto filtrante) ed il livello di falda rilevato. Al termine della perforazione di ogni piezometro si provvederà alla decontaminazione delle attrezzature di perforazione mediante apposita idropulitrice ad alta pressione e getto di vapore (temperatura 100 °C ca) utilizzando acqua pulita.

Le acque di risulta della fase di pulizia saranno raccolte in apposite cisterne per il successivo smaltimento.

Campionamento delle acque sotterranee

Al termine della realizzazione dei pozzi sarà eseguito il campionamento delle acque sotterranee, previo adeguato spurgo con la presenza del responsabile tecnico appartenente al laboratorio certificato che effettuerà le analisi su detti campioni.

Il prelievo delle acque di falda, avverrà dai piezometri di nuova realizzazione, per un totale di n.3. Dovranno passare almeno 24 ore dal completamento prima di poterli campionare.

Preliminarmente ad ogni operazione di spurgo e campionamento verrà eseguita la misura della profondità della superficie freatica rispetto alla testa pozzo mediante sonda freatimetrica. In questa fase verrà realizzata anche la misura della profondità del pozzo di monitoraggio e di prelievo, 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.

Preliminarmente allo spurgo verranno prelevati dei campioni di acqua in condizione statica tramite bailer al fine di accertarsi della presenza di prodotto idrocarburico in fase separata. Al verificarsi di tale condizione si procederà alla misurazione dello spessore apparente.

Lo spurgo antecedente al campionamento dai piezometri sarà realizzato a basso flusso (regolando la portata della pompa ad un massimo di 1 l/min e posizionando l'aspirazione della stessa nel punto medio dell'intervallo fessurato del piezometro) mediante pompa sommersa di adeguato diametro ed in acciaio inox tipo "Grundfos MP1" o equivalente con inverter per regolazione della portata, al fine di minimizzare la variazione del livello freatimetrico nel corso delle operazioni. Il volume di acqua che verrà emunta durante la fase di spurgo è pari ad almeno 4 volte il volume di acqua contenuto nel pozzo e nel filtro in fase statica e comunque sempre fino a chiarificazione dell'acqua.

Il volume d'acqua nel pozzo dovrà essere calcolato con l'equazione seguente:

$$V = \pi R^2 L$$

Dove

R = raggio del pozzo

L = colonna d'acqua all'interno del pozzo

Successivamente alle operazioni di spurgo e preliminarmente alle operazioni di campionamento vengono misurati in campo i seguenti parametri chimico-fisici:

- *Temperatura*
- *pH: $\pm 0,1$;*
- *conducibilità elettrica: $\pm 3\%$;*
- *potenziale di ossidoriduzione: ± 10 mV;*
- *ossigeno disciolto: $\pm 0,3$ mg/l.*

In particolare, le misure del pH, potenziale redox e della 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.

Le misurazioni dei parametri saranno prese ogni 3 minuti, la stabilizzazione si considererà raggiunta quando 3 letture consecutive rispetteranno gli intervalli di variabilità sopraelencati.

Il prelievo dei campioni di acqua di falda avviene mediante elettropompa sommersa a basso flusso in acciaio inox tipo "Grundfos MP1" o equivalente con inverter per regolazione della portata (regolando questa volta la portata della pompa ad un massimo di 0.5 l/min e posizionando l'aspirazione della stessa nel punto medio dell'intervallo fessurato del piezometro); le acque verranno di volta in volta immesse direttamente dal tubo di mandata in un contenitore di vetro della capacità

di 5 litri dotato di rubinetto di fondo, dal quale saranno formate le aliquote che formeranno i campioni che verranno quindi stoccati in contenitori di materiale idoneo per gli analiti da ricercare e con idonei stabilizzanti, in accordo con le indicazioni del laboratorio indicato.

Prima di iniziare il riempimento del recipiente o dei recipienti destinati a ciascun campione, questi devono essere "avvinati", ossia sciacquati con l'acqua proveniente dal piezometro (in genere l'acqua di spurgo immediatamente prima del campionamento): questa operazione assicura che il campione non venga in contatto con sostanze estranee eventualmente presenti nel recipiente o non venga diluito dai liquidi di risciacquo utilizzati per la sua pulizia. L'avvinamento avviene di norma sciacquando energicamente il recipiente per tre volte. L'avvinamento non va operato nei contenitori che contengono conservanti per non perderne il contenuto.

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.

Successivamente ad ogni campionamento verrà sostituito il tubo di mandata della pompa al fine di minimizzare fenomeni di contaminazione incrociata da punti di campionamento diversi.

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 pozzo
- 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 apparente
- Profondità del pozzo
- Spessore della colonna d'acqua
- Portata di emungimento
- Durata dello spurgo
- Volume indicativo di acqua rimossa 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
- Nome e cognome dell'operatore
- Eventuali altre note utili

In occasione delle attività di verifica degli Enti di Controllo con prelievo in contraddittorio, i campioni di acqua verranno prelevati in doppia aliquota.

Ogni campione verrà univocamente identificato mediante etichetta adesiva riportante il nome del campione, la data di campionamento, il sito di provenienza e le analisi previste.

Per garantire il corretto svolgimento delle operazioni di campionamento dovranno essere adottate le seguenti procedure:

- al termine di ogni campionamento la pompa sommersa utilizzata dovrà essere decontaminata mediante

lavaggio con apposito detergente e flussaggio con acqua potabile;

- tutta l'attrezzatura di campionamento dovrà essere, per quanto possibile, monouso ed in particolare la tubazione di mandata della pompa dovrà essere sempre sostituita tra un campionamento e l'altro.
- Le acque di spurgo dei piezometri dovranno essere raccolte in sito in apposite cisterne e dovranno essere gestite come rifiuto liquido e pertanto smaltite a norma di legge previa analisi chimica per l'attribuzione del codice CER. La gestione in sito e l'eventuale smaltimento dei rifiuti liquidi sarà a carico dell'Appaltatore. E' in capo alla Committenza esclusivamente la verifica radiometrica delle acque di spurgo, finalizzata al rilascio delle stesse senza vincoli radiologici. Per quanto attiene lo stoccaggio i relativi oneri economici sono ricompresi nel costo previsto per il prelievo.

Modalità di gestione e conservazione dei campioni

Tutti i contenitori dei campioni prelevati sia di acqua che terreno 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 e la profondità di campionamento; per le acque verrà riportato l'indicativo del pozzo.

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 verranno conservati ad una temperatura pari a $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

I campioni verranno consegnati al laboratorio entro 24 ore dal prelievo (l'impresa Appaltatrice dovrà fornire le celle frigorifere per la conservazione dei campioni in attesa di spedizione al laboratorio durante tutta la durata delle attività).

Il trasporto dei contenitori dovrà avvenire mediante l'impiego di idonei imballi refrigerati, resistenti e protetti dagli urti, al fine di evitare la rottura dei contenitori di vetro e il loro surriscaldamento.

Tutti i dati analitici devono essere restituiti su supporto informatico in formato .xls.

Esecuzione di Rilievo piano-altimetrico e piezometrico

Conclusa la realizzazione dei piezometri gli stessi dovranno essere georeferenziati mediante tecnica GPS differenziale ed eventualmente integrata da rilievo con stazione totale, al fine della localizzazione di precisione e rappresentazione cartografica nel sistema nazionale UTM –WGS84 –FUSO 32N. Contestualmente verrà materializzato un caposaldo all'interno del Sito in una posizione scelta sul posto ed indicata dal committente e verrà verificata l'esistenza e l'integrità di un caposaldo già presente con aggancio dello stesso alla rete IGM95. La restituzione delle coordinate piane in tutte e tre le componenti dovrà avere dettaglio centimetrico. Il rilievo dovrà essere agganciato utilizzando un caposaldo noto appartenente alla rete nazionale IGM95 oppure alla rete di raffittimento Regionale collegata allo stesso sistema IGM95. La trasformazione delle coordinate ellissoidiche a quelle geoidiche dovrà avvenire esclusivamente attraverso l'utilizzo dei grigliati prodotti dall' IGM. Le coordinate X

e Y verranno restituite in metri con dettaglio alla terza cifra decimale; l'altezza (Z) verrà espressa in m s.l.m. alla terza cifra decimale.

Per ogni punto dovrà essere determinato:

- Nome identificativo del punto
- X,Y,Z, UTM WGS84 Fuso 33N del piano campagna
- X,Y,Z, UTM WGS84 Fuso 33N del boccapozzo ovvero il limite del tubo in pvc per i piezometri oppure il limite della flangia per i pozzi(m s.l.m)
- l'altezza del boccapozzo (cm) ovvero la differenza tra i due punti precedenti
- materiale e diametro del tubo (cm)
- profondità del fondo foro dal piano campagna (m)
- profondità della falda dal boccapozzo (m)

I risultati ottenuti dovranno essere riportati in una relazione illustrativa contenente una planimetria (consegnata anche in formato .dwg ed in coordinate UTM WGS84 32N), le monografie di tutti i punti battuti e la seguente tabella di sintesi (consegnata anche in formato .xls)

NOME	Wgs84 Fuso 32		Quota p.c.	Altezza bocca pozzo	Materiale tubo	Diametro tubo	Profondità fondo foro	Prof.falda da boccapozzo
	Long	Lat						
Pz1								
Pz2								
Pz3								
Pz4								

Tabella A - Caratteristiche tipologiche e geografiche dei piezometri

Per ogni punto, compreso i caposaldi interni al sito, verrà redatta una scheda monografica contenente tutti i dati

10. TOP SOIL

Campionamento dei terreni superficiali

Sulla base delle osservazioni e delle analisi di cui sopra, dai fori di sondaggio saranno prelevati campioni di terreno rappresentativi dello stato di qualità del sottosuolo, da sottoporre ad analisi di laboratorio. Le operazioni di campionamento saranno eseguite evitando la diffusione della contaminazione nell'ambiente circostante e nella matrice ambientale campionata.

In corrispondenza dei sondaggi da realizzare al fine di caratterizzare tutto lo spessore del terreno insaturo, saranno prelevati:

- 1 campione di top soil;
- 1 campione superficiale tra 0 e 1 m;
- 1 campione profondo in corrispondenza della frangia capillare o del fondo foro;
- 1 campione intermedio tra i due precedenti.

Dovranno essere prelevati ulteriori campioni in presenza di evidenze visive e organolettiche di contaminazione. I campioni relativi a particolari evidenze o anomalie dovranno essere formati per spessori superiori ai 50 cm il sondaggio dovrà essere ulteriormente approfondito qualora a fondo foro si rilevasse contaminazione.

Durante il campionamento dovrà essere posta particolare attenzione ad evitare alterazioni chimiche a causa di surriscaldamento, dilavamento o contaminazione del campione da parte di sostanze e/o attrezzature.

Una volta estratta la carota e sistemata nell'apposita cassetta catalogatrice, il campionamento dovrà essere condotto selezionando dalla carota il tratto destinato alle attività di laboratorio. Il prelievo dovrà avvenire sempre entro 1 ora dal carotaggio.

Il prelievo dei campioni di terreno verrà eseguito adottando la metodologia U.S. EPA Pb 92963408 (1991), quella ASTM D4547-91 o EPA5035-97; in particolare:

- I terreni estratti dal carotiere saranno appoggiati sopra un telo di polietilene;
- I campioni da analizzare per la ricerca dei composti organici volatili verranno prelevati dalle carote, mediante un microcarotiere, ed "estrusi" direttamente nei contenitori tipo "vial" dotati di chiusura a ghiera con setto in silicone teflonato (in accordo con la procedura ASTM D4547-91).

Onde evitare fenomeni di "cross contamination", le attrezzature per il prelievo del campione saranno bonificate 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 ca) e lasciato asciugare all'aria, prima della successiva operazione di carotaggio.

Il prelievo dei campioni per l'analisi dei composti non volatili sarà condotto selezionando in campo, mediante apposito setaccio, la frazione granulometrica di diametro inferiore ai 2 cm. Ogni campione sarà preparato mediante apposita paletta in acciaio inox opportunamente decontaminata, posizionato su un telo impermeabile in polietilene (rinnovato ad ogni prelievo), omogeneizzato al fine di ottenerne uno rappresentativo, suddiviso in tre aliquote (quartatura) ciascuna del peso di 1 Kg ed immediatamente riposto negli appositi contenitori in vetro.

I campioni destinati alle analisi per composti organici volatili saranno puntuali (rappresentativi di un orizzonte di circa 10 cm) e verranno prelevati senza spazio di testa utilizzando apposite siringhe all'interno di vials certificate

per il campionamento dei volatili, prepesate con metanolo e fornite direttamente dal laboratorio incaricato. Il campionamento avverrà senza omogenizzazione,

procedendo, immediatamente dopo la deposizione del materiale nella cassetta, alla decontaminazione della superficie della porzione scelta e prelevando il campione dal cuore della carota.

All'atto del prelievo si stapperanno le vials e si preleveranno aliquote di terreno di peso indicativamente pari a 3

- 5 grammi che verranno 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 verrà ripesata e per differenza si risalirà alla quantità di terreno prelevato.

Eventuali campionamenti aggiuntivi potranno essere valutati sulla base dei risultati dello screening preliminare di campo dei terreni e di evidenze visive di contaminazione, effettuato a mezzo di PID.

Ogni campione verrà raccolto in triplice aliquota, di cui una a disposizione degli Enti di Controllo, una per le determinazioni analitiche del laboratorio di parte ed una a disposizione per eventuali controanalisi (queste due ultime aliquote dovranno essere entrambe spedite al laboratorio incaricato che provvederà ad analizzare la prima aliquota ed a conservare la seconda in attesa di eventuali disposizioni per le controanalisi).

Tutte le aliquote verranno identificate in modo univoco mediante etichetta adesiva riportante il nome identificativo del campione e dell'aliquota, la profondità di campionamento, la data e il sito di provenienza.

Sarà a cura dell'Appaltatore fare in modo di non superare gli holding time previsti per le analisi.

ATTIVITA' DI LABORATORIO –analisi terreni ed acque

Per i terreni le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) da utilizzare saranno quelle relative alla destinazione d'uso Commerciale/Industriale o agricolo di appartenenza contenuti di cui alla **Tabella 1, Colonna A (Siti ad uso Verde Pubblico, privato, e residenziale), nell'Allegato 5 al Titolo V del D. Lgs. 152/2006.**

Ai sensi del D.Lgs. 152/06 le analisi sui campioni di terreno saranno eseguite sulla frazione passante al vaglio dei 2 mm e la concentrazione del campione dovrà essere determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro.

Di seguito si riportano i parametri previsti per le analisi da eseguire in laboratorio e le relative metodiche analitiche.

Tabella 1 - Set Analitico Proposto – Terreni

Elenco degli analiti da ricercare nei Top-Soil, suoli , sottosuoli		
Analita	U.M.	Metodo
Berillio	mg/kg	CNR IRSA 10 Q 64 Vol 3 1985 + APAT CNR IRSA3020 Man 29 2003
Cadmio	mg/kg	CNR IRSA 10 Q 64 Vol 3 1985 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003
Cromo	mg/kg	CNR IRSA 10 Q 64 Vol 3 1985 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003
Cromo esavalente (VI)	mg/kg	EPA 3060 A 1996 + EPA 7196 A 1992
Tallio	mg/kg	CNR IRSA 10 Q 64 Vol 3 1985 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003
Vanadio	mg/kg	CNR IRSA 10 Q 64 Vol 3 1985 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI		
Benzene	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
Etilbenzene	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
Stirene	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
Toluene	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
Xileni	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
Sommatoria composti organici aromatici	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
SOLVENTI ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI		
Clorometano	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
Diclorometano	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
Triclorometano	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
Cloruro di vinile	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
1,2-Dicloroetano	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006

1,1-Dicloroetilene	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
Tricloroetilene	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
Tetracloroetilene	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
SOLVENTI ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI		
1,1-Dicloroetano	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
1,2-Dicloroetilene	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
1,1,1-Tricloroetano	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
1,2-Dicloropropano	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
1,1,2-Tricloroetano	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
1,2,3-Tricloropropano	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
1,1,2,2-Tetracloroetano	mg/kg	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006

Tabella 2 - Protocollo Analitico – Acque Sotterranee

Elenco degli analiti da ricercare nelle Acque sotterranee		
Analita	U.M.	Metodo
Livello Piezometrico	m	MPI-21-2011 Rev.0
pH	unità	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
Temperatura °C	°C	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003
Conducibilità	µS/cm	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003
TOC	mg/l	UNI EN 1484:1999
Calcio	mg/l	APAT CNR IRSA 3130 A Man 29 2003
Sodio	mg/l	APAT CNR IRSA 3270 Man 29 2003
Potassio	mg/l	APAT CNR IRSA 3240 Man 29 2003

Cloruri	mg/l	EPA 300.1 1999
Solfati	mg/l	EPA 300.1 1999
Fluoruri	µg/l	EPA 300.1 1999
Ferro	µg/l	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003
Manganese	µg/l	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003
Alluminio	µg/l	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003
Cromo	µg/l	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003
Cromo esavalente (VI)	µg/l	APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003
Azoto ammoniacale	mg/l	APAT CNR IRSA 4030 A1 Man 29 2003
Nitriti	µg/l	EPA 300.1 1999
Nitrati	mg/l	EPA 300.1 1999
COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI		
Clorometano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
Triclorometano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
Cloruro di Vinile	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
1,2-Dicloroetano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
1,1-Dicloroetilene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
Tricloroetilene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
Tetracloroetilene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
Esaclorobutadiene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
Sommatoria organoalogenati	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI		
1,1-Dicloroetano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
1,2-Dicloroetilene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
1,2-Dicloropropano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
1,1,2-Tricloroetano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
1,2,3-Tricloropropano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006

11. SONDAGGI SISMICI A RIFRAZIONE

L'indagine sismica a rifrazione consiste nella registrazione dei tempi di arrivo delle onde di compressione (P), create allo scopo tramite opportuna energizzazione, e rifratte dalle superfici che costituiscono contrasti di impedenza del sottosuolo. La registrazione si realizza attraverso uno stendimento di geofoni disposti a intervalli regolari lungo il profilo da indagare. L'equidistanza tra i geofoni ed il loro numero dipendono dal dettaglio e dal target (profondità di indagine richiesta).

La misura dei tempi di arrivo delle onde P ai diversi geofoni permette di ricostruire l'andamento e la profondità degli orizzonti rifrattori presenti nel sottosuolo e, nel caso di misura anche delle onde Secondarie o di taglio (S), di calcolare le caratteristiche elastiche dinamiche dei terreni e degli ammassi rocciosi investigati.

Normative e specifiche di riferimento

- ASTM D 5777 - 95 - Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation III.

Caratteristiche delle attrezzature

L'attrezzatura di prova consigliata dovrà essere costituita dai seguenti componenti:

- sismografo minimo a 24 canali, con possibilità di stack degli impulsi sismici, filtri analogici e digitali programmabili (filtri attivi tipo high pass, band pass e band reject), guadagno verticale del segnale (in ampiezza) e sensibilità tra 6 e 92 decibel, registrazione dei dati in digitale per elaborazioni successive con formato in uscita minimo a 16 bit;
- minimo 24 geofoni verticali a frequenza propria variabile tra 8 e 40 Hz;
- sistema di energizzazione adeguato alla lunghezza dei tiri da realizzare; potrà essere costituito da:
 - martello strumentato lasciato cadere con violenza su una piastra metallica appoggiata al suolo;
 - cannoncino sismico;
 - energizzatori oleopneumatici e/o gravimetrici trainati e/o trasportati;
 - cariche di esplosivo.

È necessario che il tipo di energizzatore utilizzato permetta dopo qualche stack (massimo 5) di determinare inconfutabilmente i primi arrivi su tutti i ricevitori dell'allineamento.

Modalità esecutive

La "copertura" dei tiri sullo stendimento dovrà essere tale da consentire una corretta e dettagliata ricostruzione del campo di velocità locale fino alle profondità stabilite dal progetto delle indagini o dalla Direzione Lavori ed in ogni caso dovranno essere ogni 3, 4 stazioni riceventi; nel caso in cui non sia prevista una elaborazione tomografica i tiri dovranno essere anche esterni allo stendimento di almeno 2 posizioni per ogni estremo.

Generalmente per ogni stendimento la profondità massima raggiunta dalla prospezione sismica è funzione sia

delle velocità sismiche dei singoli strati sia della lunghezza dei tiri sismici. Indicativamente la profondità massima indagata è circa $1/4 - 1/5$ della lunghezza dei tiri sismici e per ottenere dei risultati ottimali occorre mantenere il target della ricerca entro i $2/3$ della profondità massima indagata.

Tale indicazione è adeguata sia per l'elaborazione sismica di tipo ordinario che tomografica.

La spaziatura delle stazioni geofoniche è funzione del dettaglio che si vuole ottenere in particolare nella sismica tomografica: indicativamente la spaziatura intergeofonica può variare tra $1/4$ ed $1/5$ della profondità del target.

Ad esempio se la profondità del target è posta a

- 10 m la spaziatura dei geofoni ottimale sarà 2 - 2.5 metri [$10/4(5)=2.5(2.0)$ m]
- 20 m la spaziatura dei geofoni ottimale sarà 4 - 5 metri [$20/4(5)=5(4)$ m]
- 50 m la spaziatura dei geofoni ottimale sarà 10 - 12 metri [$50/4(5)=12(10)$ m]
- 100 m la spaziatura dei geofoni ottimale sarà di 20 - 25 metri [$100/4(5) = 25(20)$ m]

In entrambi i casi (sismica tomografica o ordinaria) si consiglia di non superare mai la spaziatura di 20 m perché si inficierebbe l'analisi della porzione superficiale (copertura allentata) la quale può determinare importanti variazioni sia dei parametri elastici del sottosuolo sia degli orizzonti se la sua determinazione è errata.

Per stendimenti di lunghezza inferiore o uguale al numero di canali del sismografo moltiplicato per la distanza intergeofonica (esempio: sismografo da 24 canali con distanza intergeofonica di 10 metri si avrà uno stendimento da 230 metri) sarà necessario effettuare gli scoppi in corrispondenza dei ricevitori n° 1, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 inoltre verranno effettuati scoppi anche esternamente allo stendimento di almeno 40 metri per ogni lato dello stendimento. Per stendimenti superiori al numero di canali del sismografo moltiplicato per la distanza intergeofonica (esempio: sismografo da 24 canali con distanza intergeofonica di 10 metri si avrà uno stendimento da 230 metri) sarà necessario effettuare gli scoppi in corrispondenza dei ricevitori n° 1, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 e così via fino alla fine dello stendimento inoltre verranno effettuati scoppi anche esternamente allo stendimento di almeno 40 metri per ogni lato dello stendimento i tiri in questo caso dovranno coprire tutti i geofoni dello stendimento.

Nel caso in cui si debba realizzare uno stendimento da 470 metri costituito da 48 ricevitori interspaziati di 10 metri con una profondità massima di indagine di circa 100 metri, si può procedere in due modi:

- se si ha a disposizione un sismografo a 48 canali verranno realizzati tiri nella stessa posizione di cui al paragrafo precedente (geofoni 1, 4, 8 etc) e tali tiri dovranno essere leggibili su tutti i 48 ricevitori;
- nel caso in cui si disponga di un sismografo da 24 canali sarà necessario realizzare due stendimenti contigui (prima i geofoni 1-24 e tiri interni allo stendimento come sopra 1, 4, 8, 12, 16, 20, 24 poi anche nelle posizioni dei geofoni 28, 32, 36, 40, 44 e 48; poi verranno stesi i geofoni 25 – 48 [geofono 24 e geofono 25 devono essere sovrapposti] e verranno realizzati i tiri nella posizione 1, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44 e 48).

L'elaborazione dei dati dovrà essere realizzata mediante software ad elevata valenza diagnostica in grado di fornire i valori dei parametri di velocità, relativi ai rifrattori individuati, per ogni stazione geofonica (ad esempio software che utilizzi il metodo "GRM" - Generalized Reciprocal Method, Palmer '80).

Elaborazione tomografica dei dati

Se richiesto dal progetto delle indagini , l'elaborazione dovrà essere sviluppata tramite un'analisi con modellazione del sottosuolo su base anisotropica, la quale dovrà fornire, previa elaborazione con metodologie iterative R.T.C. (Ray Tracing Curvilineo) e algoritmi di ricostruzione tomografica (ad esempio con l'impiego di algoritmi ART – Algebraic Reconstruction Technique, SIRT - Simultaneous Iterative Reconstruction Technique o ILST - Iterative Least Square Technique), il campo delle velocità del sottosuolo ad elevata densità di informazioni: le celle unitarie, di forma rettangolare, potranno avere dimensioni orizzontali (asse x) e verticali (asse z) pari a, rispettivamente, $1/3 \div 1/5$ e $1/5 \div 1/10$ della spaziatura tra i geofoni.

Documentazione

La documentazione di ciascuna indagine dovrà comprendere:

- informazioni generali (commessa, cantiere, ubicazione, data, nominativo dell'operatore);
- sismogrammi originali sia su supporto cartaceo e/o digitale;
- profili sismostratigrafici in scala adeguata con indicati i valori delle velocità delle onde di compressione (VP) calcolati per intervalli omogenei;
- elaborazione a isolinee o a campiture di colore delle velocità delle onde di compressione (VP) in caso di elaborazione tomografica;
- relazione conclusiva, elaborata in base ai risultati delle indagini svolte in cui saranno indicate le strumentazioni utilizzate, le metodologie operative, gli algoritmi di calcolo impiegati, tabelle e tavole ad integrazione e chiarimento delle analisi, procedure applicate, le risultanze finali ed interpretative;
- documentazione fotografica.

Rilievo topografico del piano completo di prospezione sismica

Ad integrazione dell'indagine sismica dovrà essere eseguito un rilievo topografico comprendente la determinazione planoaltimetrica delle ubicazioni dei geofoni delle basi sismiche a rifrazione, riferita a punti notevoli o ad elementi cartografici noti dell'area interessata. Le coordinate del rilievo topografico, dovranno essere inquadrare in un sistema di coordinate generale di progetto fornito dal Committente.

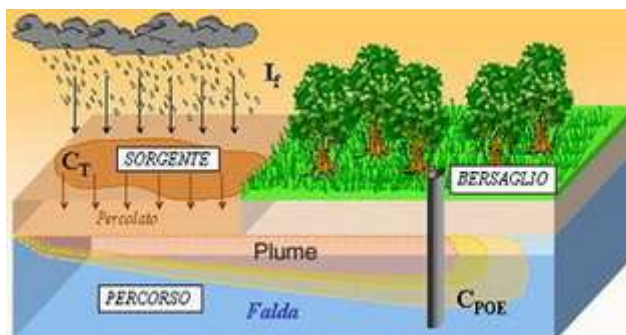
Qualora quest'ultimo non risulti disponibile il suddetto rilievo sarà fornito in coordinate relative.

Tale rilievo dovrà essere corredato dai libretti di campagna dei rilievi ed informatizzazione dei dati nei formati digitali stabiliti dalla Società o dalla Direzione Lavori.

12. ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA

7.1 Analisi di rischio sanitario-ambientale

L'analisi di rischio sanitario-ambientale è attualmente lo strumento più avanzato di supporto alle decisioni nella gestione dei siti contaminati che consente di valutare, in via quantitativa, i rischi per la salute umana connessi alla presenza di inquinanti nelle matrici ambientali.



Il punto di partenza per l'applicazione dell'analisi di rischio è lo sviluppo del Modello Concettuale del Sito (MCS), basato sull'individuazione e parametrizzazione dei 3 elementi principali:

- 1) la sorgente di contaminazione;
- 2) i percorsi di migrazione degli inquinanti attraverso le matrici ambientali;
- 3) i bersagli o recettori della contaminazione nel sito o nel suo intorno.

Si può determinare un rischio per la salute umana unicamente nel caso in cui in un dato sito i 3 elementi siano presenti e collegati tra loro.

Il calcolo del rischio così come codificato dalla National Academy of Science (NAS, 1983) segue quattro fasi (vedi figura).

Il rischio stimato viene confrontato con i criteri di accettabilità definiti dalla normativa. L'analisi di rischio può essere applicata come sopra descritto in modo diretto (*forward*) stimando il rischio associato allo stato di contaminazione rilevato nel sito; oppure in modo inverso (*backward*), a partire dai criteri di accettabilità del rischio, per la determinazione dei livelli di contaminazione accettabili e degli obiettivi di bonifica per il sito in esame.

7.2 Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio

I documenti "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati" e "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio alle discariche" sono stati elaborati dal gruppo di lavoro ARPA/APPA, ISS, ISPESL, ICRAM istituito e coordinato dall'ISPRA. L'approccio utilizzato nei manuali fa riferimento allo standard RBCA dell'ASTM (E 1739-95, E 2081-00).

"Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati" (revisione 0, giugno 2005);

"Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio alle discariche" (revisione 0, giugno 2005);

"Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati" (revisione 1, agosto 2006);

"Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati" (revisione 2, marzo 2008);

"Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati - Appendici" (revisione 2, marzo 2008);

13. STIMA DELL'INTERVENTO E QUADRO ECONOMICO

Si allega Quadro economico e computo metrico.