

Piano di Caratterizzazione del sito in Loc. Difesa Comune di Roccarainola (NA)

ai sensi del D.Lgs 152/06 smi



Relazione Tecnica

Rev 0
Novembre 2014

INDICE

PREMESSA	4
1 RACCOLTA E SISTEMATIZZAZIONE DATI ESISTENTI.....	5
1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	5
1.2 DESCRIZIONE DELL'AREA	6
1.3 CENNI STORICI.....	9
1.4 RISULTANZE INDAGINI PREGRESSE	11
1.5 DESTINAZIONE D'USO	14
2 CARATTERIZZAZIONE DEL SITO	16
2.1.1 <i>Assetto stratigrafico-strutturale</i>	16
2.1.2 <i>Caratteristiche geomorfologiche</i>	17
2.1.3 <i>Caratteristiche Idrogeologiche</i>	17
2.2 MODELLO CONCETTUALE	18
2.2.1 <i>Fonti di contaminazione</i>	19
2.2.2 <i>Vie di migrazione degli inquinanti</i>	20
2.2.3 <i>Bersagli della contaminazione</i>	20
3 PIANO D'INVESTIGAZIONE	21
3.1 INDAGINI PREVISTE	21
3.1.1 <i>Indagini indirette</i>	21
3.1.2 <i>Indagini dirette</i>	23
3.2 ATTIVITÀ PRELIMINARI	23
3.3 MODALITÀ OPERATIVE	23
3.3.1 <i>Ubicazione punti di campionamento</i>	23
3.3.2 <i>Sondaggi</i>	24
3.3.2.1 Modalità di campionamento e conservazione dei campioni di suolo e rifiuto	25
3.3.3 <i>Piezometri</i>	26
3.3.3.1 Modalità di campionamento e conservazione dei campioni di acqua.....	27
3.4 RILIEVO TOPOGRAFICO	27
3.5 RILIEVI E ANALISI DI CAMPO.....	27
3.6 ANALISI CHIMICHE	28
3.6.1 <i>Analisi sui campioni di rifiuto</i>	29
3.6.2 <i>Analisi sui campioni di acque</i>	30
3.7 CAMPIONI DI CONTROLLO	31
4 RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	32

Figure

Tavola 1	Perimetrazione area d'indagine
Tavola 2	Carta geologica
Tavola 3	Carta idrogeologica
Tavola 4	Piano delle indagini dirette ed indirette

Allegati

Allegato 1	Decreto Dirigenziale della Regione Campania n.8 del 08.09.2014 - Affidamento ad ARPAC della predisposizione del Piano di caratterizzazione per il sito loc. Difesa nel Comune di Roccarainola.
Allegato 2	“Relazione conclusiva sulle indagini svolte sulla ex cava in località Contrada Difesa del Comune di Roccarainola (NA) redatta Prof. Luciano Ferrara.
Allegato 3	Certificato di Destinazione Urbanistica
Allegato 4	Stralcio e Visure catastali

Gruppo di lavoro

Arch. Maria Daro
Ing. Annalisa Giordano
Dott. Gianluca Ragone
Ing. Raimondo Romano

Referente gruppo di lavoro

Ing. Rita Iorio

Il Direttore U.O.C. S.C.B.

Dott. Salvatore Di Rosa

PREMESSA

Il presente Piano di Caratterizzazione, predisposto ai sensi del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. dall'UOC Siti Contaminati e Bonifiche della Direzione Tecnica dell'ARPAC su specifica richiesta della Giunta Regionale della Campania con Decreto Dirigenziale n. 8 del 08.09.2014 (Allegato 1), è relativo ad una ex cava privata adibita a discarica non autorizzata di rifiuti di varia natura ed ubicata in località Difesa del Comune di Roccarainola (NA).

1 RACCOLTA E SISTEMATIZZAZIONE DATI ESISTENTI

1.1 Inquadramento territoriale

Il presente Piano di Caratterizzazione è relativo ad una ex cava sita in località “Difesa” – Frazione Polvica del Comune di Roccarainola (NA), posizionata, come riportato in Fig.1 , nel settore ovest del territorio comunale.

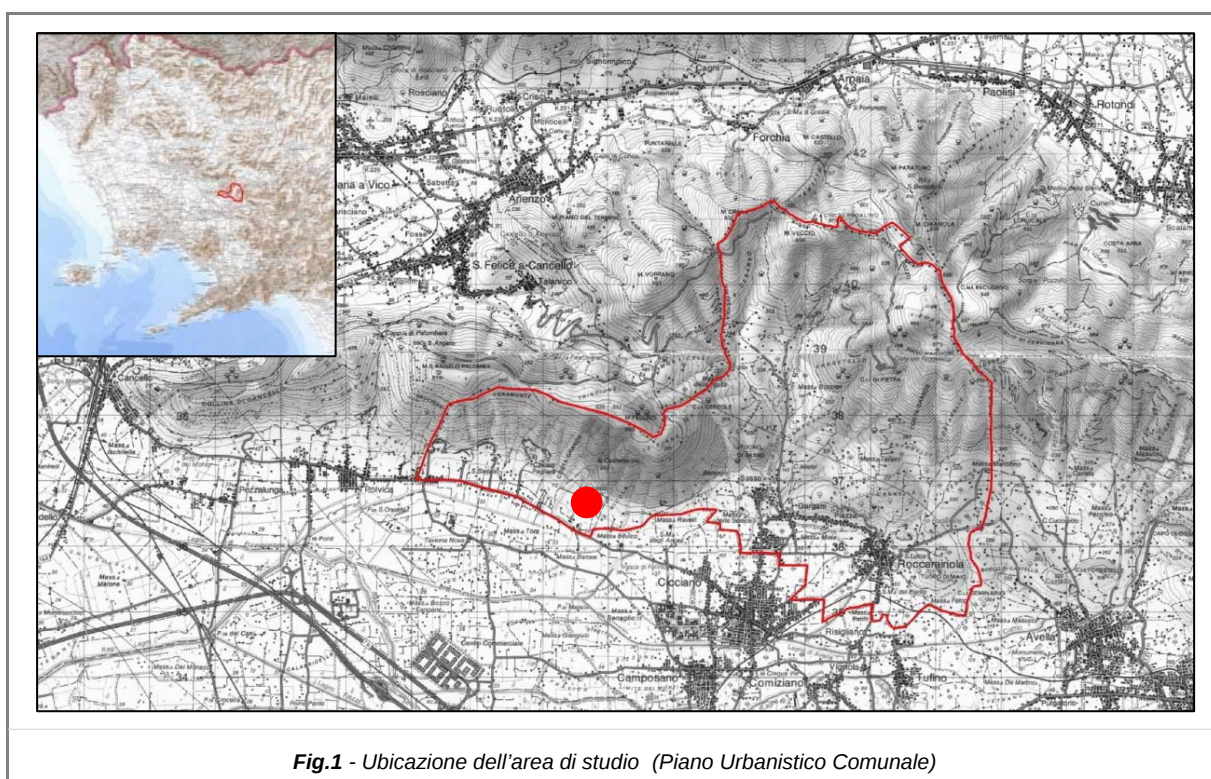


Fig.1 - Ubicazione dell'area di studio (Piano Urbanistico Comunale)

Il Comune di Roccarainola, rappresentato nel foglio al 100.000 n° 185 della Carta topografica d'Italia dell'I.G.M., quadrante NW, (fig. 1), si estende nella zona più a Nord della piana Campana, al limite tra la piana stessa e i primi rilievi appenninici, per una superficie di circa 28,33 Km². Il Comune di Roccarainola confina con i Comuni beneventani di Arienzo, Forchia, Arpaia e Paolisi a Nord, con Cervinara ed Avella ad Est, Tufino, Cicciano e Nola a Sud e San Felice a Cancellaro verso Ovest e Nord.

Il territorio comunale si presenta sia montuoso che collinare raggiungendo quote massime di circa 970 m in prossimità del limite nord-est (rilievo di Piano Maggiore) e quote minime di circa 30 m in prossimità del limite sud-ovest.

La parte urbanizzata del territorio comunale si sviluppa tutta a Sud, alle pendici dei rilievi montuosi-collinare e si può suddividere in quattro porzioni: la parte centrale, costituita dal centro cittadino, la frazione Sasso, posizionata verso Ovest, le località Gargani e Piazza, che si sviluppano linearmente tra il centro e la frazione Sasso, e il nucleo abitativo del rione Gescal. La frazione Polvica, dove insiste il sito in oggetto, è decentrata verso Ovest ed ha una densità urbana molto bassa.

1.2 Descrizione dell'area

L'area oggetto d'indagine, riportata in Fig. 2, è individuata nel N.C.T. del Comune di Roccarainola (NA) al Foglio n.21 P.lle nn. 21 e 37 (Allegato 4) e si sviluppa su una superficie di circa 61.000 mq con una forma in pianta pressoché rettangolare, con lati maggiori pari a 312 e 315 m e lati minori 178 e 210 m; tale area è costituita da un ex cava, di proprietà degli eredi Papa Michele, in passato interessata da uno sversamento abusivo di notevoli quantità di rifiuti stimabili a circa 1.000.000 mc.



Il sito in esame si inserisce in un'area di recupero e di riqualificazione paesaggistica, fortemente compromessa da attività antropiche pregresse quali siti di cave dismesse, ed è raggiungibile mediante la S.P. denominata "Provinciale di Nola", a sud dell'area, via di collegamento tra il centro urbano di Roccarainola (immediatamente ad est del sito) e la frazione di Polvica di Nola (ad ovest del sito).

Il contesto territoriale è caratterizzato da importanti realtà industriali e commerciali quali l'area ASI di Nola-Marigliano e Interporto-Cis di Nola (ad Ovest del sito) e dalla dorsale dei rilievi carbonatici che da San Felice a Canello giungono fino a Roccarainola (a nord del sito), nonché, immediatamente a ridosso, da manufatto storico-monumentale quale il Castello di Fellino noto come "La Castelluccia" (Foto 1), risalente al XI secolo d.c. ed attualmente in fase di ristrutturazione.

Nell'ambito dell'Intervento di sub perimetrazione del SIN "Litorale Domitio Flegreo ed Agro Aversano" realizzato nell'anno 2007, il sito è stato censito come ex cava utilizzata, probabilmente a partire dagli anni '70, per il conferimento non controllato di rifiuti dal Comune di Roccarainola, da quelli limitrofi e da soggetti privati.



L'accesso al sito è consentito da strada interpodereale collegata alla Strada Provinciale di Nola; l'ingresso (Foto 2), posto nel settore sud-occidentale, è caratterizzato da un cancello in ferro di tipo scorrevole. L'intera area si presenta recintata a mezzo di muratura/rete metallica.



Durante il sopralluogo ricognitivo dello stato dei luoghi effettuato in data 13.11.2013, congiuntamente ai tecnici comunali, al Corpo Forestale ed eredi Papa, è emerso quanto di seguito riportato.

Topograficamente l'area si presenta con quote variabili e crescenti che vanno dal piano campagna, posto a quota 45 m s.l.m (ingresso al sito) fino al fronte di scavo sul lato nord posto a quota di circa 75 m s.l.m.; al centro è presente una depressione il cui fondo è posto ad una quota di 30 m s.l.m..

In particolare si distinguono tre differenti settori (Foto 3):

- il primo, immediatamente prospiciente l'ingresso, si presenta pianeggiante lungo tutto il confine sud e percorribile su gomma fino all'estremo lato est dove è presente un immobile di proprietà degli eredi Papa;
- il secondo è caratterizzato dall'abbancamento di cumuli di materiali in rilevato di ignota natura e ricoperti da vegetazione infestante e sul lato nord, da fronti di scavo con pareti sub verticali sul lato nord del sito;
- Il terzo, posto centralmente al sito è caratterizzato da una forte depressione, sede dei lavori di estrazione, posta a circa 30 m s.l.m.; all'atto del sopralluogo in tale porzione di area, caratterizzata da vegetazione di tipo acquatica, non è visibile alcuna pozza d'acqua affiorante sul fondo, così come riportato nella "Relazione conclusiva sulle indagini svolte sull'ex cava in località Contrada Difesa del Comune di Roccarainola" del prof. Luciano Ferrara.



Primo settore – Ingresso e confine sud



Secondo settore – Abbancamento rifiuti



Terzo settore – Depressione



Secondo settore – Fronti di scavo

Foto 3 – I tre settori del sito

Inoltre, poco distante dal cancello d'ingresso, è stato rinvenuto un manufatto in muratura di piccole dimensioni ospitante il quadro elettrico relativo alla pompa sommersa di un pozzo per l'emungimento di acqua non potabile per uso domestico (Foto 4).



Manufatto ospitante quadro elettrico



Tubazione adduzione acqua

Foto 4 – Pozzo di emungimento

1.3 Cenni storici

Le informazioni relative all'intera vicenda storica dell'area in località Difesa frazione Polvica del Comune di Roccarainola (NA) risalgono all'anno 2000, piena fase di emergenza rifiuti nella Regione Campania, allorquando la Società FIBE S.p.A., affidataria del servizio smaltimento rifiuti in Campania, ha intrapreso, a mezzo dell'impresa esecutrice Russo Roberto & C. s.a.s., una serie di opere edilizie consistenti in un ulteriore sbancamento dello scavo esistente, livellamento e impermeabilizzazione della sua base con sistemazione delle sue pareti inferiori mediante apposizione di grande quantità di argilla (secondo quanto riportato nel verbale di sequestro redatto dal Comando di Polizia Municipale di Roccarainola in data 04.12.2000).

Di tali attività, svolte in assenza di concessione e/o autorizzazione da parte della preposta Autorità Amministrativa di Roccarainola e delle altre Autorità competenti, la Fibe S.p.A. ha notiziato l'Autorità comunale sull'attività svolta e da svolgere solo in data 7 Dicembre 2000 con la presentazione di un Progetto per la realizzazione di un giacimento parziale per secco proveniente da vagliatura di RSU e denominato "I Parchi della memoria – Recupero Ambientale dell'ex cava di Roccarainola".

In data 12.12.2000 l'Autorità Sindacale emette l'Ordinanza n.33/2000 con la quale ordinava alla FIBE S.p.A. di cessare ad horas ogni e qualsiasi attività intrapresa e di desistere altresì dagli intenti di cui al progetto presentato; inoltre nella sopracitata Ordinanza, nel premettere l'abusivo sversamento di rifiuti di qualsiasi natura e specie avvenuto in passato, demanda ai responsabili dei Servizi del Comune di porre in essere tutti i provvedimenti necessari all'individuazione della tipologia dei rifiuti presenti ed abusivamente sversati nella discarica e della nocività e tossicità degli stessi al fine di salvaguardare la salute pubblica.

Nel dicembre del 2000, il GIP del Tribunale di Nola, nell'ambito del procedimento penale n. 18432/00, convalida il sequestro preventivo dell'area in esame, stante l'attività di sbancamento in atto,

preordinata in tutto o in parte alla realizzazione di una discarica in assenza della dovuta autorizzazione.

I provvedimenti adottati dalle Autorità preposte sono stati impugnati dalla Fibe S.p.A. con ricorso n. 1542/2001 innanzi al Tribunale Amministrativo Regionale della Campania (Sezione I^a - Napoli), ottenendone l'annullamento con sentenza n.1076/2001, atteso che, come accerta il TAR "la FIBE agisce nel territorio del Comune di Roccarainola sulla base dell'ordinanza n. 30 del 23 gennaio 2001, con la quale il Commissario di Governo delegato per l'emergenza rifiuti ha approvato il progetto della FIBE relativo alla realizzazione del sito finale di smaltimento dei soli sovvalli degli impianti di produzione del CdR ubicato nel Comune di Roccarainola.

A seguito dell'Ordinanza n.33 del 12.12.2000 viene dato incarico ad un laboratorio di analisi chimiche di procedere al campionamento delle acque di falda per indagine chimico-fisica, batteriologica nonché di procedere alla ricerca di eventuali metalli inorganici tossici. Dalle analisi, effettuate sulle acque di falda emunte in data 01.02.2001 da n.4 pozzi artesiani privati ubicati in aree limitrofe al sito in esame, è emersa la non potabilità dell'acqua (utilizzata per l'approvvigionamento idropotabile della popolazione residente) per la presenza di Nitrati in limiti notevolmente superiori a quelli previsti per l'acqua potabile, tracce di nitriti e ammoniaca, nonché inquinamento di natura organica per la presenza di Coli totali e fecali. Risultano invece assenti i metalli tossici in tutti i campioni di acqua analizzati.

Nella perizia giurata del geologo Sabino Aquino del Febbraio 2001, incaricato dal Comune di Roccarainola per la verifica della compatibilità del giacimento parziale per secco proveniente da vagliatura di RSU (proposto dalla Fibe S.p.A.) con le risorse idriche presenti nel territorio comunale destinate al consumo umano, emerge che la realizzazione di detto giacimento *"...costituirebbe certamente un serio rischio di inquinamento delle notevoli e pregiate risorse idriche sotterranee che, ..., vengono utilizzate per l'approvvigionamento di importanti centri urbani e rurali dislocati nel comprensorio in esame"*.

Con successiva Ordinanza Sindacale n. 13 del 01.02.2001 si intima ai proprietari, alla Fibe S.p.A. e alla Società Russo Roberto & C. s.a.s. di astenersi dal compiere ogni qualsiasi attività proposta nel sito in esame in quanto implicante contaminazione del suolo, sottosuolo e acqua di falda.

Con Ordinanza Sindacale n. 18 del 09.03.2001 si vieta l'uso dei pozzi in sito a seguito degli ulteriori accertamenti analitici sulle acque emunte dagli stessi, effettuati in data 20 e 22 febbraio 2001 dal Dipartimento di Prevenzione Servizio Igiene e Sanità Pubblica dell'ASL NA4, in quanto tali acque non presentano i requisiti di idoneità per il consumo umano.

Il Commissariato di Governo per l'emergenza rifiuti, con ordinanza n. 263 del 2006 ha incaricato il titolare della cattedra di Chimica dell'Ambiente dell'Università Federico II di Napoli, il professor Luciano Ferrara, al coordinamento per l'espletamento delle attività di analisi e caratterizzazione del materiale depositato presso l'area in questione e alle indagini atte a verificare la sussistenza delle condizioni necessarie all'utilizzo della suddetta area per lo smaltimento dei prodotti in uscita dagli impianti di selezione R.S.U. nella Regione Campania.

Il Commissario di Governo per l'Emergenza Rifiuti, con Nota n.11967 del 22.05.2007 trasmette al Comune di Roccarainola le risultanze di predette indagini da cui emerge che *"....si fa presente che il sito in oggetto non è adatto ad essere utilizzato come discarica controllata. Si precisa ancora che*

l'area in oggetto costituisce attualmente un sito fortemente inquinato che richiede un sollecito e radicale intervento di bonifica se non si vuole compromettere altre aree limitrofe e le falde della piana campana che hanno origine dal massiccio carbonatico a monte della cava in oggetto".

A seguito delle risultanze dello Studio del Prof. Ferrara, il Sindaco del Comune di Roccarainola, con l'ordinanza sindacale n. 10/2007, parzialmente rettificata con la n. 11/2007, ordina ai proprietari della ex cava la predisposizione di un idoneo piano di caratterizzazione.

In riscontro a tali provvedimenti, gli eredi del signor Papa Michele, già proprietario della cava, nel luglio 2007 segnalano agli Enti competenti di non essere responsabili dell'inquinamento presente e pregresso all'interno del sito, in passato utilizzata dal Comune di Roccarainola e gestita da FIBE SpA; aggiungendo, inoltre, che la discarica è sotto sequestro dall'anno 2000.

Con sentenza n. 188 del 2008, il Tribunale di Nola dispone la restituzione dell'area agli aventi diritto, fatti salvi gli obblighi di bonifica e messa in sicurezza dell'area, e individua quali responsabili dell'inquinamento i signori Russo Roberto (deceduto) e Russo Giuseppe, in qualità di locatari dell'area oggetto del presente provvedimento, benché i reati ad essi ascritti sono estinti per intervenuta prescrizione.

La Provincia di Napoli, pertanto, ai sensi del comma 2, articolo 244 del decreto legislativo 152/2006, avvia il procedimento di diffida nei confronti dei responsabili dell'inquinamento, che si conclude con la determina dirigenziale n. 1422 del 20 febbraio 2013, con la quale si diffida il signor Russo Giuseppe a provvedere alla bonifica del sito nei modi, nei tempi e secondo le procedure operative ed amministrative stabiliti dal titolo V del Decreto Legislativo del 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii.

Il provvedimento è stato notificato ai soggetti obbligati e trasmesso alle Autorità competenti, quali il Ministero dell'Ambiente, la Regione Campania, il Comune di Roccarainola, il Prefetto di Napoli e il Tribunale di Nola.

Viste le recenti disposizioni normative ed in particolare il decreto ministeriale 11 gennaio 2013 (Approvazione dell'elenco dei siti che non soddisfano i requisiti di cui ai commi 2 e 2-bis dell'articolo 252 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e che non sono più ricompresi tra i siti di bonifica di interesse nazionale), la competenza per le necessarie operazioni di verifica ed eventuale bonifica all'interno dell'ex SIN viene trasferita alle Regioni territorialmente interessate, che subentrano nella titolarità dei relativi procedimenti.

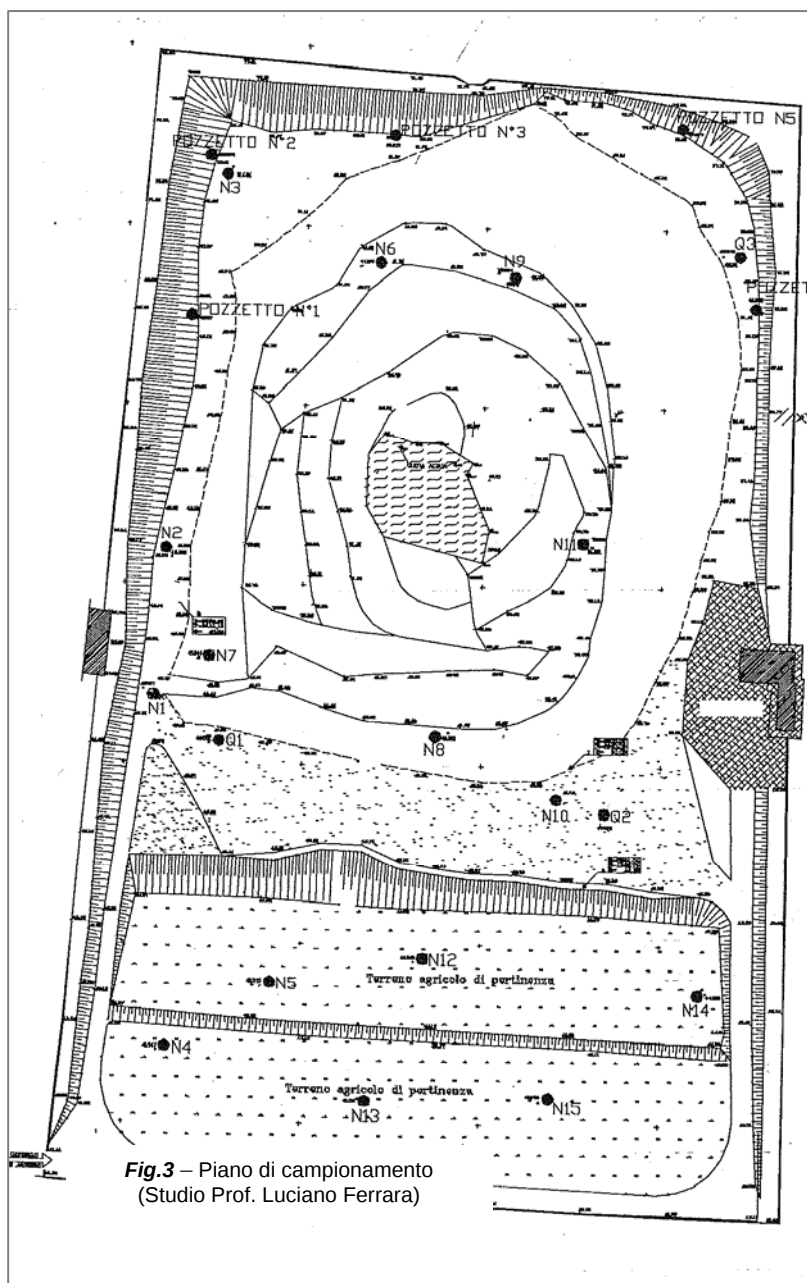
Pertanto con Decreto Dirigenziale n. 8 del 08.09.2014 della Giunta Regionale della Campania viene richiesto ad ARPAC la predisposizione del Piano di Caratterizzazione ai sensi del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. dell'ex cava ubicata in località Difesa del Comune di Roccarainola (NA).

1.4 Risultanze indagini pregresse

Con Nota prot.11967 del 22.05.2007 il Commissariato di Governo trasmette al Comune di Roccarainola la "Relazione conclusiva sulle indagini svolte sulla ex cava in località Contrada Difesa del Comune di Roccarainola (NA) (Allegato 3), redatta dal Prof. Luciano Ferrara in ottemperanza all'Ordinanza Commissariale n.263 del 28.07.2006.

Dalla Relazione sopracitata si evince che, preliminarmente alle indagini volte all'investigazione dei suoli, delle acque sotterranee e dei rifiuti abbancati, sono stati effettuati campionamenti di acque e sedimento della pozza d'acqua affiorante dal fondo della cava atti a valutarne la natura al fine di capire se trattasi di acque di falda oppure un accumulo temporaneo di acque piovane.

Successivamente si è proceduto all'esecuzione di un piano di campionamento così definito:



- n.14 carotaggi verticali (denominati N.1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14 e 15) e n.1 orizzontale (denominato N.9) atti a valutare lo spessore e la tipologia di rifiuti abbancati nella cava; il sondaggio N.7 è stato installato a piezometro per determinare la profondità del livello di falda nonché per il campionamento delle acque sotterranee;
- n.5 pozzetti di profondità pari a circa 20 cm realizzati lungo i bordi della cava per il prelievo ed analisi di materiale.
- prelievo delle acque di falda da n.3 piezometri (Q1, Q2, Q3) già installati precedentemente e nei quali sono state effettuate le letture piezometriche;
- prelievo di n.9 campioni (C1...C9) su matrici solide prelevate in superficie oppure da buche scavate a ridosso del costone scavato della cava;
- misura della temperatura e composizione del gas eventualmente effluenti dai fori scavati;
- misura della radioattività.

L'ubicazione dei punti di campionamento e prelievo è riportata in Fig. 3.

Nella Tabella 1 è riportato, per ogni sondaggio, la profondità di perforazione raggiunta e lo spessore del rifiuto.

Nella Tabella 2 sono riportate le misurazioni del livello di falda effettuate nei piezometri già esistenti e in quello di nuova realizzazione.

A seguito delle indagini effettuate e sulla scorta dei dati ottenuti è stato elaborato un rilievo topografico con l'ubicazione delle indagini realizzate e tracciate alcune sezioni indicative sui probabili rapporti tra rifiuto e terreni.

Tabella 1		
Sondaggio n.	Profondità (m) dal p.c.	Spessore del rifiuto (m) dal p.c.
N1	19.0	17.5
N2	15.0	14.2
N3	21.0	17.5
N4	7.0	6.0
N5	10.0	8.0
N6	15.0	14.2
N7	35.0	25.6
N8	15.0	12.7
N9 orizzontale	20.0	19.3
N10	18.5	17.0
N11	14.0	12.7
N12	10.0	8.1
N13	13.0	8.5
N14	11.0	8.5
N15	11.0	8.5

Tabella 2	
Sondaggio n.	Livello Falda (m) dal p.c.
N7	23.20
Q1	23.00
Q2	24.22
Q3	36.90
Pozzo ingresso	16.50

Da tali rilievi emerge che l'intero sito è ricolmo di rifiuti, a partire da un livello prossimo a quello di falda e in alcuni punti anche al di sotto, con spessori che variano da 10.5 a 25.6 m, con una media sull'intero sito di 16.5 m; solo nella porzione di terreno prossima all'ingresso al sito si rinviene uno strato di rifiuti minore con uno spessore di circa 7 metri.

In conclusione avendo il sito una forma pressoché rettangolare (con i lati minori a nord e a sud rispettivamente di 178 e 210 m e quelli maggiori a est e ovest di 315 e 312 m) si stima un volume di rifiuti abbancati di circa 1.000.000 mc..

Sulla base delle indagini chimico-fisiche svolte sui campioni prelevati si rileva quanto segue.

- Il campione prelevato dalla pozza d'acqua presente sul fondo della cava, che costituisce falda affiorante, è caratterizzata da un inquinamento di natura organica e presenta concentrazioni di ferro, nichel e manganese fuori limite rispetto alla normativa vigente.
- L'acqua prelevata dai piezometri e pozzi presenti presenta valori di inquinamento variabili:
 - ✓ quelle prelevate dal pozzo all'ingresso del sito risultano moderatamente inquinate con valori di COD pari a 95 mg/l;
 - ✓ quelle emunte dai piezometri N7, Q1 e Q2 presentano valori di COD variabili da 1180 a 2350 mg/l, di O2 e residuo secco che va da 16.6 a oltre 28 g/l; sono state inoltre rilevate concentrazioni elevatissime di metalli pesanti (cadmio, cromo, piombo, rame e zinco);
- i campioni di sedimento prelevati dal fondo della pozza d'acqua non presentano parametri chimici fuori norma.
- I campioni di suolo e delle altre matrici solide prelevate in superficie presentano tutti i valori fuori norma di cui al D.Lgs.152/06 e ss.mm.ii.; in particolare:
 - ✓ i campioni C1,C2,C3 e C4 sono stati classificati come rifiuti pericolosi con codice CER 160303*, avendo riscontrato una concentrazione di rame e zinco elevatissime (3035-7690 mg/kg di rame e 1126-3404 mg/kg di zinco) e valori superiori ai limiti di riferimento per nichel, piombo, stagno, cromo, cadmio e antimonio.
 - ✓ I campioni C5,C6,C7,C8 e C9 prelevati nelle buche scavate ai bordi della cava e denominati pozzetti n.1,2,3,4 e 5 presentano valori dei parametri misurati meno accentuati quali berillio (C5, C6 e C7), mercurio (C6), piombo (C8), rame (C6), stagno (C5,C6,C7,C8 e C9) e tallio (C6 e C7).
- I campioni delle carote estratte hanno rilevato una contaminazione in tutto il sito di Idrocarburi alifatici e aromatici e metalli pesanti (piombo, rame, stagno e zinco) maggiormente forte nella porzione di area posta a nord del sito mentre è modesta nella parte a sud.
- Le analisi sulle emissioni gassose rilevano presenza di gas di composizione, idrogeno, ossido di carbonio e componenti organiche quali Xileni ed etilbenzene.

Sulla base delle risultanze delle indagini svolte *"....si fa presente che il sito in oggetto non è adatto ad essere utilizzato come discarica controllata. Si precisa ancora che l'area in oggetto costituisce attualmente un sito fortemente inquinato che richiede un sollecito e radicale intervento di bonifica se non si vuole compromettere altre aree limitrofe e le falde della piana campana che hanno origine dal massiccio carbonatico a monte della cava in oggetto"*.

1.5 Destinazione d'uso

Il Comune di Roccarainola è dotato di Piano Regolatore Generale, approvato con Decreto n.1410 del 01.12.2005 del Presidente dell'Amministrazione Provinciale di Napoli, e di Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.), adottato con Delibera di G.M. n.89 del 03.10.2013. In relazione ai succitati riferimenti urbanistici vigenti il sito su cui insiste l'ex cava, individuato al foglio di Mappa n.21 P.IIe n.11

e 37, risulta classificato come da Certificato di Destinazione Urbanistica (Allegato 3) rilasciato dal Comune di Roccarainola in:

- H2 Discarica (come da PRG vigente);
- Zona H: Parco Urbano – Territoriale di Fellino (come da P.U.C. adottato).

Pertanto, ai fini della individuazione delle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) di cui al D.Lgs152/2006 si farà riferimento ai limiti relativi alla colonna A Tabella 1 Allegato 5 Parte IV specifica per i Siti ad uso verde pubblico privato e residenziale.

2 CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

Parte integrante di questa sezione è la definizione delle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche dell'area oggetto del presente piano e delle caratteristiche della falda acquifera quale possibile veicolo della contaminazione.

2.1.1 Assetto stratigrafico-strutturale

Il territorio comunale di Roccarainola è posto ad una quota media di 95 m s.l.m., ha un'estensione complessiva di circa 28 kmq e sorge al margine della Piana Campana, depressione strutturale bordata da rilievi carbonatici con età dal Trias Superiore al Cretacico Superiore (228 - 64.4 milioni d'anni), nella zona di confine con l'area appenninica costituita dal gruppo dei Monti di Avella-Montevegine-Picco d'Alvano. (Fig.4)

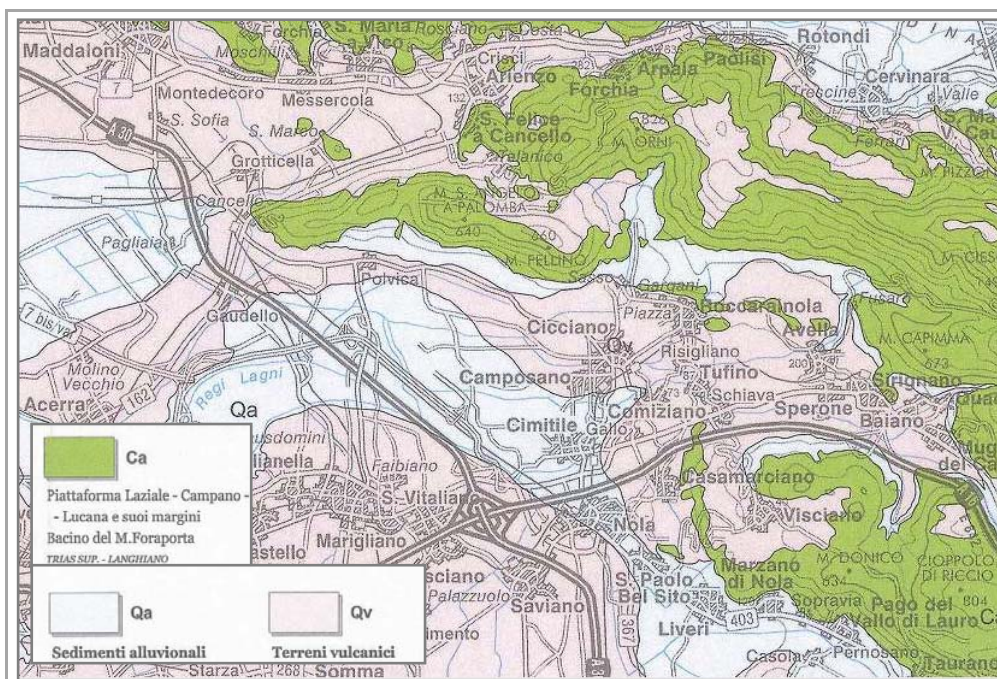


Fig.4 - Stralcio della "Carta delle unità cinematiche dell'Appennino meridionale" (Bonardi et alii, 2009)

Il territorio di Roccarainola fa parte del gruppo dei monti di Sarno ed Avella che sono disarticolati dalle valli di Lauro – S. Paolo Belsito e da quella di Monteforte Irpino – Baiano entrambe chiaramente impostate su lineamenti tettonici ad andamento appenninico. I versanti montuosi si presentano molto acclivi, con la presenza di forre, e molto regolarizzati con inclinazioni di 30° -35° dovuto a normali fenomeni di slope replacement.

I terreni di copertura, essenzialmente quaternari, consistono in:

- accumuli di brecce calcaree cementate e non, di età pleistocenica ed olocenica, affioranti alla base dei versanti nella zona S della dorsale carbonatica e nei valloni come ad esempio quello della frazione Sasso dove si rinvenivano accumuli potenti anche 20m;
- terreni di origine vulcanoclastica, formati da pomici, cineriti e lapilli, affiorano sia sui rilievi sia in pianura, attribuibili alle varie fasi esplosive del Somma – Vesuvio e dei Campi Flegrei;

- terreni alluvionali costituiti da prodotti dell'erosione dei rilievi calcarei e delle piroclastiti affioranti sui versanti.

2.1.2 Caratteristiche geomorfologiche

Dal punto di vista geomorfologico, il territorio è delimitato nella zona settentrionale dalla presenza delle catene montuose di Cancellio e Avella e, nella parte meridionale, dai canali Clanio-Avella e Regi Lagni. Le quote altimetriche variano dai circa 60 m s.l.m. in prossimità del confine meridionale con il Comune di Cicciano, ai circa 100 m in prossimità del centro abitato, fino ad arrivare ai quasi 1.000 m s.l.m. in corrispondenza dei rilievi carbonatici posti nell'area nord del territorio comunale. Le pendenze variano da punto a punto risultando molto modeste (tra 0° e 10°) nella zona meridionale subpianeggiante; in prossimità della zona collinare risultano, invece, comprese tra 10° e 25°, mentre risultano molto più accentuate (maggiore di 25°) in quella settentrionale appenninica.

L'idrografia è caratterizzata dalla presenza di numerosi canali di basso ordine gerarchico, presenti generalmente nella zona montana con orientazione più o meno articolata da nord a sud, che raccolgono le acque di ruscellamento superficiale e le trasportano verso valle dove si versano in canali di ordine gerarchico superiore.

2.1.3 Caratteristiche Idrogeologiche

Il territorio comunale di Roccarainola fa parte, per quanto attiene alla parte montuosa – collinare, dell'Unità Idrogeologica dei Monti di Sarno limitata a Nord dalla valle Caudina, a Sud dalla Solofrana, ad Ovest dalla piana di Nola – Sarno e ad Est dai depositi terrigeni del bacino Irpino.

Il territorio comunale di Roccarainola è costituito da 4 diversi complessi idrogeologici:

1. Complesso calcareo;
2. Complesso piroclastico;
3. Complesso detritico;
4. Complesso piroclastico – alluvionale.

Il **complesso calcareo** rappresenta l'acquifero più importante dell'area studiata ed alimenta per travasi gli altri acquiferi che si trovano ai suoi margini; la sua permeabilità è elevata.

I materiali che costituiscono il *complesso piroclastico da caduta* hanno tutti un'origine comune derivante dalle numerose fasi esplosive dei complessi vulcanici napoletani nell'arco degli ultimi 40.000 anni circa, anche se prevalgono i terreni eruttati dal Somma – Vesuvio.

I termini litologici appartenenti a questo complesso si ritrovano sulle pendici e sulle spianate sommitali dei rilievi calcarei della dorsale in studio; risultano essere presenti con spessori minimi di circa 70 cm nelle zone alte e pendenti dei rilievi per poi inspessirsi fino a circa 3 m alla base dei rilievi.

Concorrono a definire il **complesso piroclastico** materiali tra loro differenti per granulometria, caratteristiche fisiche e per grado di permeabilità, raggruppati perché nel loro insieme hanno un comportamento nei confronti dell'infiltrazione e delle caratteristiche di ritenzione idrica nettamente differente dal sottostante complesso calcareo; i termini litologici sono rappresentati da un'alternanza di lapilli pomicei, ceneri e scorie con granulometria sabbioso - limosa; tali materiali hanno subito sia l'alterazione atmosferica, sia fenomeni di mobilizzazione per cui si ritrovano spesso alternati.

L'impermeabile di base dell'acquifero è costituito da livelli tufacei, ovvero da formazioni afferenti all'"Ignimbrite Campana" o "Tufo Grigio Campano", il cui meccanismo di messa in posto che si è esplicato con un flusso piroclastico. Ciò ha determinato spessori maggiori ai piedi dei rilievi che bordano la piana, dove il flusso piroclastico ha depositato maggior quantità di materiale, mentre procedendo verso il centro della piana campana gli spessori di tufo si riducono al minimo e a volte addirittura scompaiono per erosione operata dai corsi d'acqua.

Il **complesso detritico** è formato da accumuli detritici pleistocenici ed olocenici che affiorano lungo il bordo della dorsale. Litologicamente il complesso in esame risulta composto, nella parte bassa da breccie di pendio di natura calcarea, quasi sempre ben cementate, con giacitura conforme al pendio o meglio al paleo pendio. Nella parte superiore affiora detrito di falda olocenico, sciolto o debolmente cementato frammisto a materiale piroclastico dilavato disposto con giacitura conforme al pendio. La permeabilità del complesso detritico è variabile da media ad elevata ed è dovuta alla sua elevata porosità e, per quanto concerne le breccie inferiori, anche al carsismo. Il complesso detritico recepisce sia le acque d'infiltrazione diretta e sia quelle provenienti dal massiccio carbonatico alle cui pendici è addossato, e le distribuisce al complesso alluvionale sotto cui immerge nella zona di pianura, contribuendo così all'alimentazione della importante falda di pianura.

A formare il **complesso piroclastico-alluvionale**, concorrono anche altri terreni d'origine alluvionale derivanti dal disfacimento sia dei termini vulcanoclastici, che dei rilievi carbonatici che bordano la piana. Tali terreni si ritrovano intercalati ai livelli vulcanoclastici sia al di sopra che al di sotto del livello guida rappresentato dall'ignimbrite, e in maggiori quantità nelle vicinanze dei Regi Lagni; consistono in sedimenti a granulometria limoso – sabbiosa, piroclastiti rimaneggiate, intercalati a paleosuoli con livelli torbidity.

Il rilevamento di dettaglio effettuato sull'area oggetto di intervento ha evidenziato la presenza di depositi detritici calcarei poco cementati con matrice sabbiosa, frammisto a materiale piroclastico dilavato disposto con giacitura conforme al pendio. La permeabilità di tipo primaria, è medio-alta. Il complesso recepisce sia le acque d'infiltrazione diretta, sia quelle provenienti dal massiccio carbonatico su cui è addossato. La falda presenta una direzione nord-sud ed è attestata a circa 25 m sul l.m. (Tavola 3). Data l'estrema variabilità morfologica dell'area di cava, la soggiacenza varia da circa 50 m dal p.c. nel settore nord, a 20 m dal p.c. per il settore sud.

2.2 Modello concettuale

In base allo stato attuale delle conoscenze è possibile formulare un modello concettuale preliminare individuando le potenziali fonti di inquinamento, i percorsi di migrazione ed i potenziali bersagli.

L'ipotesi rappresentata dal modello concettuale preliminare proposto potrà essere verificata nelle fasi successive del procedimento in base alle risultanze analitiche che scaturiranno a seguito delle indagini di caratterizzazione.

L'elaborazione del modello concettuale, ha individuato rispettivamente:

- fonti della contaminazione:
 - o (sorgente primaria) rifiuti abusivamente sversati nella ex cava, emissioni prodotte (percolato e biogas);
 - o (sorgenti secondarie) porzioni di suolo e acque sotterranee contaminate;

- vie di trasporto e migrazione: trasporto in falda, infiltrazione e percolazione nel suolo - volatilizzazione;
- bersagli della contaminazione: le matrici ambientali potenzialmente interessate quali l'acquifero, la vegetazione e la fauna locale, l'uomo.

2.2.1 Fonti di contaminazione

- Sorgenti primarie:
 - o Discarica abusiva: è considerata una potenziale sorgente primaria di emissioni sia liquide (percolato) che gassose (biogas). Per effetto dell'eventuale fuoriuscita incontrollata del percolato e del biogas dal volume di rifiuti non confinato di tale sito si può verosimilmente assistere alla contaminazione dei suoli e delle acque. Tali matrici ambientali impattate dalle attività di sversamento abusivo di rifiuti possono rappresentare fonti secondarie di contaminazione. La sorgente viene quindi analizzata in relazione alle caratteristiche quali-quantitative delle tipologie di rifiuti abbancati e delle principali emissioni, percolato e biogas.
 - o Prodotti liquidi: I prodotti liquidi (percolato) di una discarica si originano dalla decomposizione anaerobica del rifiuto, nonché dall'infiltrazione delle acque meteoriche che, attraversando la massa di rifiuti in via di decomposizione, incrementano il loro contenuto di sostanze disciolte e sospese.

Le caratteristiche del percolato sono strettamente connesse alle attività di degradazione che avvengono in discarica; in funzione della diversa concentrazione degli inquinanti in esso presenti si distinguono i percolati cosiddetti giovane e vecchio indicando nel primo caso l'effluente liquido estratto dal fondo della discarica nei primi due anni di abbancamento e con il secondo l'effluente liquido estratto nei successivi.

- o Prodotti gassosi: La decomposizione anaerobica dei rifiuti sviluppa una serie di prodotti gassosi (metano, anidride carbonica, azoto, ammoniaca, idrogeno solforato) comunemente indicati con il nome di biogas ottenuti sia dalla decomposizione della frazione organica dei rifiuti solidi sia dalla decomposizione o volatilizzazione dei contaminanti in forma liquida o solida (composti volatili).

Una corretta gestione del biogas deve garantire un minimo impatto sulle matrici ambientali ed antropiche, ovvero ridurre al minimo, le emissioni odorose moleste e potenzialmente nocive, che rappresentano il più importante fattore di disturbo nei confronti delle popolazioni.

- Sorgenti secondarie:
 - o Suolo e Acque sotterranee: tali comparti ambientali si possono considerare bersagli primari quando si lasciano attraversare dal potenziale inquinante e sorgenti secondarie di contaminazione se rilasciano sostanze inquinanti nelle altre matrici ambientali.
 - o Aria: la matrice aria rappresenta una sorgente secondaria di contaminazione per le emissioni odorigene, polveri e particolato.

Mentre le emissioni odorigene delle discariche, direttamente imputabili al processo di mineralizzazione dei rifiuti, costituiscono un fattore che sebbene non necessariamente nocivo per la salute o per l'ambiente rappresentano spesso una delle cause scatenanti

del malcontento popolare, le polveri ed il particolato possono contenere sostanze pericolose ed avere proprietà fisiche nocive.

2.2.2 *Vie di migrazione degli inquinanti*

In questa sede è preso in considerazione solo il trasporto delle emissioni di percolato e di biogas, principali contaminanti tipici delle discariche, a cui è associata una elevata probabilità di generare rischi per l'uomo e per l'ambiente; si tralasciano dunque le altre emissioni, sebbene gli odori, le polveri ed il particolato seguono essenzialmente il percorso in atmosfera, i cui parametri sono del tutto analoghi a quelli che verranno definiti per il trasporto del biogas.

I percorsi per il percolato emesso dalla discarica sono:

1. zona non satura di terreno;
2. zona satura o acquifero superficiale e profondo;

I percorsi per il biogas e le altre emissioni gassose emesse dalla discarica sono:

1. atmosfera;
2. zona non satura del sottosuolo.

2.2.3 *Bersagli della contaminazione*

I potenziali bersagli della propagazione dell'inquinamento possono essere individuati in:

- biotici – flora, fauna (micro e macro viventi del suolo), uomo;
- abiotici – suolo e falda.

L'esposizione alla contaminazione per i recettori biotici può avvenire attraverso il contatto con le sostanze inquinanti mediante:

1. ingestione di acqua contaminata;
2. ingestione di cibi in cui siano bioaccumulate sostanze inquinanti;
3. contatto dermico;
4. inalazione di vapori.
5. ruscellamento delle acque meteoriche che vengono in contatto con i rifiuti.

L'esposizione alla contaminazione per i recettori abiotici può avvenire attraverso un eventuale rilascio di contaminanti impattandone fortemente le matrici suolo e acque viste le basse velocità di filtrazione e quindi gli elevati tempi di contatto.

3 PIANO D'INVESTIGAZIONE

Sulla base dei dati ad oggi disponibili, riguardanti le attività svolte nell'area in esame e l'assetto del sottosuolo, si propone la realizzazione di un piano d'indagini mirato al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- ricostruire le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area (successioni stratigrafiche, permeabilità, direzioni di falda, etc.);
- verificare lo stato qualitativo del suolo indisturbato e delle acque sotterranee definendo tipo, concentrazione e distribuzione dei contaminanti;
- individuare le matrici ambientali interessate dalla contaminazione, le possibili vie di migrazione nonché gli eventuali ricettori al fine dell'elaborazione del modello concettuale definitivo per la valutazione del rischio;
- definire le caratteristiche quali - quantitative delle potenziali fonti di contaminazione primaria individuate con l'elaborazione del modello concettuale preliminare;
- campionamento ed analisi dei rifiuti abbancati in cava;

Al fine di perseguire gli obiettivi sopra elencati per tale area è prevista una strategia d'indagine che prevede l'esecuzione di indagini indirette, descritte dettagliatamente nel seguito, finalizzate all'acquisizione delle informazioni necessarie per rendere attuabile le indagini dirette. Queste ultime saranno mirate al prelievo e all'analisi del materiale di riempimento, dei campioni di suolo e delle acque di falda, al fine di determinare le caratteristiche fisico-chimiche delle matrici ambientali ed individuare aree a maggiore criticità su cui potrebbe essere necessario procedere, successivamente, con interventi di ulteriore caratterizzazione, messa in sicurezza di emergenza e/o bonifica.

Le indagini dirette ed indirette sono riportate in Tavola 4.

3.1 Indagini previste

3.1.1 Indagini indirette

Tali indagini di tipo geofisico da eseguire nell'area cavata mireranno a definire la struttura del sottosuolo, rilevare la presenza di acqua di falda, ricostruire la distribuzione dell'ammasso dei rifiuti e/o altri corpi sepolti, evidenziare la presenza di eventuale percolato e biogas.

Le indagini geofisiche previste sono del seguente tipo:

- *tomografia geoelettrica*: permette la ricostruzione della stratigrafia del sottosuolo, della continuità dei livelli meno permeabili, con particolare riferimento all'eventuale presenza di zone di drenaggio preferenziale delle acque di infiltrazione e sotterranee e quindi del percolato, nonché l'acquisizione di una conoscenza puntuale delle caratteristiche geometriche dell'ammasso dei rifiuti;
- *magnetometria*: permette di localizzare e delimitare eventuali contenitori metallici sepolti e/o individuare tubazioni di ferro, cavità o corpi contenenti materiali ferrosi, ammassi di fusti, liquidi inquinanti a elevato contenuto di elementi metallici, etc.

Le configurazioni operative e le modalità esecutive delle prospezioni geofisiche sono indicativamente descritte di seguito.

Tomografia geoelettrica

Questo metodo si basa sullo studio della risposta del sottosuolo al passaggio di una corrente elettrica immessa in superficie. Le misure sono finalizzate principalmente alla determinazione della resistività elettrica del terreno. Con tale tecnica è possibile individuare superfici stratigrafiche orizzontali del sottosuolo, la delimitazione dell'ammasso dei rifiuti, la ricostruzione dei limiti e delle variazioni laterali del sito e presenza di traccia di percolato e contaminanti in falda.

Le profondità d'esplorazione devono raggiungere laddove possibile:

- la superficie di contatto tra suolo indisturbato e materiale di riporto;
- la prima superficie piezometrica che, sulla base delle informazioni raccolte, si attesterebbe a circa 20 m dal p.c. nell'area posta a sud e a circa 50 m dal p.c. a nord.

Per le indagini tomografiche dovrà essere impiegata idonea strumentazione con adeguato sistema di energizzazione del terreno per aumentare il rapporto segnale/rumore. Gli stendimenti geoelettrici all'interno dell'area cavata dovranno essere realizzati lungo il perimetro, l'asse principale ed ortogonalmente ad esso.

Per l'ex area cavata il piano prevede stendimenti per una lunghezza complessiva di circa 1700 m di cui:

- stendimenti longitudinali
 - n.1 stendimento (A-A') condotto lungo il confine ovest per una lunghezza di circa 300 m;
 - n.1 stendimento (B-B') condotto lungo lo sviluppo della scarpata ovest della depressione per una lunghezza di circa 140 m;
 - n.1 stendimento (C-C') condotto lungo l'asse principale per una lunghezza di circa 120 m, a partire dal confine sud fino ad incontrare il margine superiore della depressione centrale;
 - n.1 stendimento (D-D') condotto lungo il confine est per una lunghezza di circa 290 m;
- stendimenti trasversali
 - n.1 stendimento (E-E') condotto lungo il confine sud per una lunghezza di circa 190 m;
 - n.2 stendimenti condotti parallelamente al precedente di cui n.1 (G-G') da eseguire immediatamente prima della depressione e n.1 (F-F') intermedio a quelli condotti lungo le direttrici A e C, ciascuno per una lunghezza di circa 180 m;
 - n.1 stendimento (H-H') condotto lungo il confine nord per una lunghezza di circa 150 m;
 - n.3 stendimenti (I-I', L-L', M-M') condotti lungo le gradonate della depressione e nel fondo della stessa, per una lunghezza di circa 50 m ciascuno.

L'ubicazione degli stendimenti delle indagini indirette è riportata nella Tavola 4.

Magnetometria

La magnetometria è un metodo di prospezione che si basa sull'esame delle proprietà magnetiche della materia, misurando le variazioni spaziali del campo magnetico terrestre dovute alla presenza nel terreno di corpi magnetizzati. La presenza nel sottosuolo di masse con proprietà ferromagnetiche, infatti, altera il valore del campo magnetico naturale ivi presente. L'anomalia magnetica (differenza tra il valore misurato in un punto e il valore normale per quella area) fornisce l'effetto dovuto ad un corpo

presente nel sottosuolo. L'interramento di oggetti o masse di natura ferrosa produce una deformazione del campo magnetico, tanto più intensa quanto maggiore è la massa del corpo sepolto e minore la distanza dal punto di osservazione.

Le profondità d'esplorazione saranno tali da consentire l'individuazione di singole anomalie (es. fusti) fino a 5-6 m di profondità e di notevoli quantità di materiale contaminato (es. ammassi di fusti) fino a 30 m di profondità.

3.1.2 Indagini dirette

Le indagini dirette dovranno essere realizzate, a valle delle indagini indirette, per ottenere uno stato di conoscenza sufficiente per stabilire lo stato ambientale delle matrici acqua e suolo indisturbato e le caratteristiche dei rifiuti presenti.

Ai fini della caratterizzazione dello stato ambientale dell'area in esame dovranno essere prelevati campioni di suolo indisturbato, di acqua di falda e di rifiuti da sottoporre ad analisi chimico-fisiche. Le indagini dirette ambientali dovranno essere costituite da:

- campionamento di suolo indisturbato per la valutazione delle caratteristiche fisiche (permeabilità, porosità, indice dei vuoti, grado di saturazione, ecc.) del sottosuolo nonché delle caratteristiche chimiche al fine di ricercare eventuali inquinanti;
- campionamento delle acque di falda per la determinazione dei parametri chimico-fisici, dal pozzo esistente nel sito (previa verifica dell'effettiva possibilità di utilizzo) e dai piezometri di nuova realizzazione;
- campionamento dei rifiuti per acquisire elementi conoscitivi sulla natura e stato del rifiuto.

I sondaggi dovranno essere realizzati evitando di inficiare il funzionamento di protezioni naturali o artificiali dell'acquifero superficiale e di quello profondo.

3.2 Attività preliminari

Prima dell'avvio delle indagini dovranno essere condotte tutte le attività necessarie affinché l'esecuzione delle stesse avvenga in condizioni di sicurezza per i lavoratori impegnati. In particolare dovranno essere effettuati i seguenti interventi:

- pulizia per la rimozione della vegetazione infestante che ostacola lo svolgimento delle indagini dirette e indirette;
- verifica della stabilità dei terreni da realizzare attraverso un rilievo geomorfologico di superficie, determinazione dei parametri geotecnici (angolo di attrito dei terreni, ecc.), recinzione delle aree a rischio di instabilità per impedirne l'accesso ai lavoratori;
- verifica ed eventuale recinzione delle aree di cantiere.

3.3 Modalità operative

3.3.1 Ubicazione punti di campionamento

L'ubicazione dei punti di campionamento si basa sull'applicazione di un approccio di tipo "sistematico-casuale" in funzione dei dati conoscitivi ottenuti dalla fase delle indagini indirette e della situazione

logistica dovuta alla presenza dell'ammasso dei rifiuti. In debito conto sono state considerate le indagini pregresse, i relativi risultati e la possibilità di utilizzo del pozzo e/o piezometri esistenti.

In particolare dovranno essere realizzati n. 8 sondaggi verticali a carotaggio continuo la cui profondità di campionamento dovrà essere tale da poter caratterizzare prima lo strato iniziale di materiale di riempimento e poi l'intero spessore di suolo insaturo fino al raggiungimento della frangia capillare; di detti sondaggi n.2 dovranno essere attrezzati a piezometro (P1 e P2).

Per l'investigazione della falda superficiale si dovranno utilizzare, altresì, il Pozzo ubicato all'ingresso del sito ed il piezometro esistente Q3 ubicato nell'angolo nord-est, previa verifica di funzionalità da effettuare preliminarmente all'avvio della fase operativa; nel caso in cui tale verifica desse esito negativo, dovranno essere attrezzati a piezometro i sondaggi S1 ed S6 ubicati nelle immediate vicinanze rispettivamente del Pozzo e Q3.

La sintesi delle indagini dirette è riportata in tabella 3.

Tabella 3		
Matrice	Tipo d'indagine	Totali
Suolo	n. carotaggi	8
	per n. campioni (3)	24
	n. campioni top soil	1
Rifiuti	n. campioni (1 ogni 5 m)	circa 20*
Acque Sott.	n. piezometri nuovi ed esistenti	4
	n. campioni acque falda	4
(*) il numero definitivo dei campioni di rifiuto è funzione dello spessore di riempimento variabile e delle eventuali variazioni stratigrafiche riscontrabili durante la perforazione		

3.3.2 Sondaggi

Alla luce dei dati bibliografici disponibili (PUC del Comune di Roccarainola e Relazione conclusiva sulle indagini svolte sulla ex cava in località Contrada Difesa del Comune di Roccarainola (NA) (Allegato 3), redatta dal Prof. Luciano Ferrara) è stato possibile definire approssimativamente la profondità di perforazione dei sondaggi a partire dalla quota testa degli stessi fino alla frangia capillare.

Il particolare il piano prevede la realizzazione dei seguenti sondaggi:

- S1 – P1 – S4 – S5 spinti per una profondità pari a circa 20 m dal p.c.;
- S2 – S3 spinti per una profondità pari a circa 25 m dal p.c.;
- P2 – S6 spinti per una profondità pari a circa 35 m dal p.c..

I sondaggi denominati P1 e P2 saranno successivamente approfonditi ed allestiti a piezometro per l'investigazione delle acque di falda. L'ubicazione dei sondaggi è riportata nella Tavola 4.

L'effettiva ubicazione e profondità di perforazione relativa a ciascun sondaggio dovrà essere verificata in sito a seguito delle indagini indirette nonché tenendo presente l'accessibilità ed il rispetto delle condizioni di sicurezza dei lavoratori (D.lgs. n. 81/08).

Ulteriori sondaggi potranno essere previsti in una fase successiva, qualora se ne riscontrasse la necessità, sulla base dei risultati delle indagini indirette.

I sondaggi dovranno essere realizzati con una sonda meccanica a rotazione, senza l'uso di fluidi di perforazione, a carotaggio continuo del diametro di 127 mm e rivestimento a seguire del diametro di 152 mm. Il campionamento del terreno dovrà essere effettuato avendo cura di procedere con basse velocità di rotazione del campionatore per evitare fenomeni di surriscaldamento del terreno.

Tutta l'attrezzatura di perforazione dovrà essere sottoposta a procedura di decontaminazione, prima dell'inizio delle indagini, tra un sondaggio e l'altro e prima di lasciare il sito.

Ad ogni metro di perforazione dovrà essere effettuato, per mezzo di un fotoionizzatore portatile (PID), uno screening della concentrazione di sostanze organiche volatili ionizzabili nello spazio di testa dei campioni di terreno.

Le carote, riposte in apposite cassette catalogatrici sigillate, dovranno essere conservate e rimanere a disposizione per eventuali futuri rilievi.

Tutte le operazioni di perforazione dovranno essere coordinate da un geologo, che redigerà la stratigrafia intercettata segnalando la presenza di livelli contaminati.

3.3.2.1 Modalità di campionamento e conservazione dei campioni di suolo e rifiuto

Per ciascun punto di campionamento dovranno essere prelevati campioni di rifiuto e di suolo indisturbato da destinarsi ad accertamenti chimico-fisici.

In particolare la strategia di campionamento dovrà prevedere, per ciascun carotaggio, il prelievo di:

- n. 1 campioni di rifiuto ogni 5 metri di profondità; in ogni caso dovrà essere prelevato un ulteriore campione di rifiuto per ogni evidente variazione stratigrafica;
- n. 3 campioni di suolo indisturbato alle profondità più significative indicate nell'Allegato 2 Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/06:
 - o campione 1: nel primo metro di suolo indisturbato;
 - o campione 2: nel metro che comprenda la zona di frangia capillare;
 - o campione 3: ad una profondità intermedia tra i primi due.

I campioni di suolo da sottoporre ad accertamenti di qualità ambientale dovranno essere prelevati anche in corrispondenza di zone che si distinguono per evidenze d'inquinamento o per particolari caratteristiche organolettiche.

Ogni campione di suolo indisturbato e di rifiuto dovrà essere prelevato in duplice aliquota; la terza aliquota dovrà essere prevista solo per i campioni di suolo da analizzare in contraddittorio con l'Ente di controllo.

Il terreno dovrà essere estratto dal carotiere per battitura o tramite l'utilizzo di un pistone che spingerà la carota dalla parte superiore del carotiere stesso. I campioni di suolo dovranno essere raccolti dalla parte interna della carota con una spatola metallica e posti in flaconi di vetro del volume di 1000 ml; per i volatili l'aliquota sarà posta in vials da 22 ml con modificante di matrice.

Particolare cura dovrà essere posta in fase di campionamento per minimizzare ogni rischio di contaminazione incrociata. A tal fine, il campionamento dovrà avvenire utilizzando una spatola metallica che sarà opportunamente decontaminata dopo ogni singola operazione.

Tutti i contenitori dovranno essere provvisti di etichetta contenente le seguenti informazioni:

- identificativo del sondaggio;
- identificativo del campione;
- data e ora di prelievo.

Ciascun campione etichettato, insieme alla documentazione di trasmissione, dovrà essere inviato in contenitori refrigerati entro 24 ore dal campionamento alle strutture laboratoristiche e conservati alla temperatura di $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Il prelievo dei campioni di terreno per la determinazione dei composti volatili dovrà essere effettuato con metodologie atte ad evitarne la perdita.

Al termine dell'esecuzione della perforazione e del campionamento, a meno che i sondaggi non debbano essere rivestiti per l'installazione di piezometri, i fori dei sondaggi dovranno essere sigillati utilizzando terreno pulito proveniente da cava.

3.3.3 *Piezometri*

Allo scopo di verificare nel dettaglio l'assetto idrogeologico dell'area nonché di valutare la qualità delle acque sotterranee il piano prevede la realizzazione dei piezometri P1 e P2, e dei piezometri P3 (allestimento S1) e P4 (allestimento S6) qualora non siano utilizzabili rispettivamente il Pozzo e il piezometro Q3 esistenti.

I piezometri di nuova realizzazione, a partire dalla frangia capillare, dovranno attestarsi nel primo acquifero per ulteriori 10 m.

L'ubicazione dei piezometri è riportata nella Tavola 4.

Il foro risultante dal carotaggio dovrà essere completato con una tubazione in PVC del diametro di 4". La tubazione dovrà essere microfessurata, con luce di 0,5 mm, nel tratto compreso dal fondo foro fino a circa 1,5 metri dal piano campagna, e cieca dello stesso diametro e materiale nel rimanente tratto.

Lo spazio anulare tra il pozzo e il foro dovrà essere riempito con sabbia silicea lavata e calibrata (1-3 mm) fino a 50 cm sopra il tratto fessurato. Al fine di evitare l'infiltrazione delle acque superficiali, il restante spazio dovrà essere riempito con bentonite in pellets per circa 50 cm e con una miscela cementizia fino a boccapozzo.

Al termine dell'installazione, in tutti i piezometri si procederà allo sviluppo e allo spurgo mediante pompa sommersa a piccola portata o mediante "air lift".

I piezometri dovranno essere completati in superficie, in funzione dell'ubicazione, con pozzetti carrabili in ghisa o con protezioni metalliche fuori terra. Per prevenire l'infiltrazione d'eventuale acqua superficiale, il boccapozzo dovrà essere chiuso con un tappo a tenuta provvisto di lucchetto.

Da ciascun piezometro e pozzo presente all'interno dell'ex cava dovrà essere prelevato n. 1 campione d'acqua.

3.3.3.1 Modalità di campionamento e conservazione dei campioni di acqua

Prima del prelievo d'acqua sotterranea, i piezometri dovranno essere adeguatamente spurgati fino ad ottenimento d'acqua chiara e, in ogni caso, per un tempo non inferiore al ricambio di tre volte il volume d'acqua presente all'interno del piezometro.

Per il prelievo dei campioni dovranno essere utilizzate pompe a bassa portata (elettropompe sommerse o pompe peristaltiche). Nel caso in cui si riscontri la presenza di prodotto surnatante, questo dovrà essere campionato con appositi campionatori monouso in polietilene (bailer). Durante il pompaggio per lo spurgo dei pozzi dovranno essere monitorati i principali parametri chimico-fisici (pH, temperatura, ossigeno disciolto e conducibilità).

I campioni dovranno essere raccolti in appositi contenitori, in PE per i campioni sui quali dovranno essere effettuate le determinazioni dei metalli e amianto, in vetro scuro per la determinazione degli IPA e in vials per le sostanze volatili.

Tutti i campioni dovranno essere conservati alla temperatura di 4 +/- 2°C fino alla consegna al laboratorio che dovrà avvenire entro 24 ore dal campionamento.

Per il prelievo dei controcampioni, l'etichettatura, la conservazione dei campioni ed il loro invio al laboratorio valgono le stesse determinazioni fatte per i campioni di terreno.

3.4 Rilievo topografico

Per la definizione della direzione di deflusso e del gradiente idraulico locale della falda, al termine dell'installazione dei piezometri dovrà essere effettuato un rilievo planoaltimetrico.

Per ciascun punto dovrà essere rilevata la quota dell'estremità superiore del tubo piezometrico in PVC; ciascun punto quotato dovrà essere marcato con un segno indelebile. Tutte le quote del rilievo dovranno essere riportate in metri sul livello del mare.

3.5 Rilievi e analisi di campo

Nel corso dell'indagine dovranno essere realizzati i seguenti rilievi:

- rilievo della profondità di falda e del livello del percolato dai punti di prelievo;
- determinazione dei principali parametri chimico-fisici (pH, temperatura, potenziale redox, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto) per mezzo di strumentazione portatile;
- esecuzione di prove idrogeologiche: nei piezometri di nuova installazione verranno eseguite prove di ricarica dell'acquifero (Slug Test) al fine di caratterizzare dal punto di vista idrogeologico l'area dell'ex cava. Tali prove consistono nell'estrarre un volume noto d'acqua dal piezometro, rilevando ad intervalli di tempo prestabiliti il recupero del livello freatico, fino al ripristino del livello statico iniziale. Le prove saranno analizzate con l'ausilio di software specialistici che permetteranno di ricavare i valori della conducibilità idraulica in corrispondenza di ciascun piezometro.

3.6 Analisi Chimiche

Le analisi chimiche da condurre sui campioni di rifiuto, di suolo indisturbato e di acque dovranno essere effettuate da laboratori accreditati e per esse dovranno essere adottate le metodiche analitiche ufficiali. I limiti di rilevabilità dei metodi utilizzati dovranno essere conformi ai requisiti previsti dalla normativa e, ove tecnicamente possibile, 10 volte inferiori rispetto ai limiti imposti dalla normativa vigente.

Gli analiti da ricercare sono stati selezionati sulla scorta delle informazioni ad oggi disponibili sull'area. Nel caso in esame è stato definito un "set standard" di analiti concettualmente applicabile all'area di cava oggetto di interrimento illecito di rifiuti.

Qualora venissero individuate nuove potenziali fonti, vie di migrazione, recettori ambientali o bersagli della contaminazione dovrà essere integrato l'elenco degli analiti di cui alla tabella seguente.

Analisi sui campioni di suolo indisturbato

Sui campioni di suolo prelevati nel corso dei carotaggi dovranno essere ricercati i seguenti parametri:

ANALITI

Composti inorganici	<i>Antimonio, Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Cromo VI, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Tallio, Vanadio, Zinco, Fluoruri, Cianuri (liberi)</i>
Composti Organici Aromatici	<i>Benzene, Etilbenzene, Toluene, Xilene, Stirene</i>
Aromatici policiclici	<i>Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Crisene, Dibenzo(a,e)pirene, Dibenzo(a,l)pirene, Dibenzo(a,i)pirene, Dibenzo(a,h)pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Indenopirene, Pirene.</i>
Alifatici alogenati cancerogeni	<i>Tribromometano, 1,2-Dibromoetano, Dibromoclorometano, Bromodiclorometano</i>
Alifatici clorurati cancerogeni	<i>Clorometano, Diclorometano, Triclorometano, Cloruro di Vinile, 1,2-Dicloroetano, 1,1-Dicloroetilene, Tricloroetilene, Tetracloroetilene.</i>
Alifatici clorurati non cancerogeni	<i>1,1-Dicloroetano, 1,2-Dicloroetilene, 1,1,1-Tricloroetano, 1,2-Dicloropropano, 1,1,2 Tricloroetano, 1,2,3-Tricloropropano, 1,1,2,2-Tetracloroetano.</i>
Idrocarburi Totali	<i>C ≤ 12 ; C > 12</i>
Altre sostanze	<i>Piombo Tetraetile, MTBE</i>
PCB	<i>Policlorobifenili</i>
Diossine e Furani	<i>Sommatoria PCDD, PCDF</i>
Amianto	

Ai fini della ricostruzione del profilo verticale della concentrazione degli inquinanti nel terreno, i campioni da portare in laboratorio dovranno essere privi della frazione superiore a 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche in laboratorio dovranno essere condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm.

La concentrazione del campione dovrà essere determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensivi anche dello scheletro.

Le analisi di sostanze volatili sui campioni di suolo dovranno essere eseguite sul campione tal quale non essiccato e non sottoposto al vaglio di 2 mm.

3.6.1 Analisi sui campioni di rifiuto

Sui campioni di rifiuti dovranno essere effettuati i rilevamenti analitici atti alla relativa classificazione ed individuazione delle caratteristiche di pericolosità.

Dovranno essere ricercati i parametri di cui alla tabella seguente ai sensi della Parte IV Titolo IV del D.Lgs.n.152/06 e s.m.i. e la concentrazione del campione dovrà essere determinata riferendosi alla sostanza tal quale.

Parametri fisici ed organolettici:

- *Aspetto, Colore, Odore, Residuo a 105 °C, Residuo a 650 °C.*

Parametri chimici

Composti inorganici	<i>Antimonio, Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Cromo VI, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Stagno, Tallio, Vanadio, Zinco, Fluoruri, Cianuri (liberi)</i>
Composti Organici Aromatici	<i>Benzene, Etilbenzene, Toluene, Xilene, Stirene</i>
Aromatici policiclici	<i>Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Crisene, Dibenzo(a,e)pirene, Dibenzo(a,l)pirene, Dibenzo(a,i)pirene, Dibenzo(a,h)pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Indenopirene, Pirene.</i>
Alifatici alogenati cancerogeni	<i>Tribromometano, 1,2-Dibromoetano, Dibromoclorometano, Bromodiclorometano</i>
Alifatici clorurati cancerogeni	<i>Clorometano, Diclorometano, Triclorometano, Cloruro di Vinile, 1,2-Dicloroetano, 1,1-Dicloroetilene, Tricloroetilene, Tetracloroetilene.</i>
Idrocarburi Totali	<i>C ≤ 12 ; C > 12</i>
Altre sostanze	<i>Piombo Tetraetile, MTBE</i>
PCB	<i>Policlorobifenili</i>
Diossine e Furani	<i>Sommatoria PCDD, PCDF</i>
Amianto	
TOC; Test di eluizione ai sensi del D.M. 27.09.2010	

PCDD-PCDF saranno ricercati solo nel 10% dei carotaggi e lungo tutta la verticale; nel caso in cui fosse riscontrato il superamento di tale parametro rispetto ai limiti normativi, lo stesso dovrà essere ricercato in tutti gli altri sondaggi.

3.6.2 Analisi sui campioni di acque

Sui campioni d'acqua di falda dovranno essere ricercati i seguenti parametri:

ANALITI

Metalli	<i>Alluminio, Antimonio, Argento, Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Cromo Totale, Cromo VI, Ferro, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Manganese, Tallio, Zinco</i>
Inquinanti Inorganici	<i>Cianuri liberi, Cloruri, Fluoruri, Solfati, Azoto ammoniacale, Azoto nitroso, Azoto nitrico</i>
Composti Organici Aromatici	<i>Benzene, Etilbenzene, Toluene, Xilene, Stirene.</i>
Aromatici policiclici	<i>Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Crisene, Dibenzo(a,h)antracene, Indeno(1,2,3-c,d)pirene, Pirene.</i>
Alifatici alogenati cancerogeni	<i>Tribromometano, 1,2-Dibromoetano, Dibromoclorometano, Bromodiclorometano</i>
Alifatici clorurati cancerogeni	<i>Clorometano, Triclorometano, Cloruro di Vinile, 1,2-Dicloroetano, 1,1-Dicloroetilene, Tricloroetilene, Tetracloroetilene, Esaclorobutadiene</i>
Alifatici clorurati non cancerogeni	<i>1,1-Dicloroetano, 1,2-Dicloroetilene, 1,2 Dicloropropano, 1,1,2 Tricloroetano, 1,2,3-Tricloropropano, 1,1,2,2-Tetracloroetano.</i>
Idrocarburi Totali	<i>espresso come n-esano</i>
Altre sostanze	<i>Piombo Tetraetile, MTBE</i>
COD, BOD₅, TOC, Ca, Na, K	

Sarà inoltre ricercato nelle acque di falda i parametri PCB e PCDD-PCDF solo se risultano superamenti degli stessi nei campioni di suolo indisturbato.

3.7 Campioni di Controllo

Per verificare il grado d'attendibilità dei risultati in ordine alla qualità dei processi di perforazione, campionamento e analisi, dovranno essere inoltre preparati e analizzati i seguenti campioni:

1 campione doppio denominato "blind duplicate": due campioni di acqua identici saranno contrassegnati con due identificativi differenti ed inviati al laboratorio. Ha lo scopo di verificare la precisione dei risultati delle analisi e verificare eventuali incongruenze.

1 campione denominato "field blank": sarà costituito da acqua distillata con la quale sarà sciacquata l'attrezzatura di campionamento (guanti monouso, bottiglie, bailer). Ha lo scopo di verificare l'accuratezza delle attività di prelievo dei campioni.

Per la verifica della affidabilità dei risultati analitici, il laboratorio incaricato dovrà attuare le procedure di controllo (bianchi, duplicati ecc.) per la calibrazione della strumentazione utilizzata e l'identificazione di potenziali interferenze. I dati relativi ai controlli di qualità saranno utilizzati per la verifica dell'affidabilità dei risultati e come indicatori di potenziali sorgenti di cross-contamination. Tutti i risultati delle attività di controllo saranno riportate nei certificati analitici.

4 RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

A conclusione delle attività dovrà essere redatta una Relazione Descrittiva delle attività di investigazione contenente:

- descrizione di tutte le attività svolte;
- descrizione delle analisi svolte in laboratorio (sotto forma di tabelle di sintesi, di rappresentazioni grafiche e cartografiche) e dei relativi metodi utilizzati.

In particolare dovranno essere prodotte i seguenti elaborati:

- planimetrie con l'ubicazione dei punti di campionamento;
- carte di rappresentazione della isoconcentrazione dei contaminanti;
- documentazione fotografica dei punti di prelievo.

I dati acquisiti, georeferenziati nel sistema UTM WGS84, dovranno essere restituiti su supporto informatico in modo da essere inseriti in un SIT.