



Unione Europea



FSC 2014 - 2020

PATTO DELLO SVILUPPO DELLA CAMPANIA - "Piano Regionale di Bonifica"



COMUNE DI LIBERI

(PROVINCIA DI CASERTA)



Titolo progetto: **INDAGINI PRELIMINARI EX-DISCARICA
COMUNALE LOCALITA' CESCO CUPO**

Titolo elaborato: **Relazione tecnico descrittiva finale**

Tecnico incaricato:
Geol. Antonio Sabino

R.U.P.
Ing. Alfredo Mingione

data:
Marzo 2021

INDICE

Premessa	pg.1
1. Storia ed informazioni sul sito	pg.2
1.1. Inquadramento geologico dell'area	pg.4
1.2. Idrogeologia e idrografia	pg.6
1.3. Geomorfologia	pg.7
2. Attività della discarica e stato attuale	pg.8
3. Indagini preliminari – criteri di intervento	pg.12
4. Indagini preliminari – modalità operative	pg.13
4.1. Campioni suolo e sottosuolo	pg.17
4.2. Indagini sulle acque di falda	pg.18
5. Risultati delle indagini – Tomografie elettriche	pg.20
6. Risultati delle indagini – Campioni suolo e sottosuolo	pg.22
7. Risultati delle indagini – Campioni di acqua	pg.30
8. Risultati delle indagini – Slug test	pg.34
9. Conclusioni	pg.36
Asseverazione	pg.38

Premessa

Il presente elaborato costituisce la relazione tecnico descrittiva finale, a completamento della campagna di indagini preliminari effettuate, sul sito in Loc. Cesco Cupo della discarica comunale di Liberi (CE), (codice 1045C001).

L'obiettivo del presente lavoro è stato quello di realizzare un piano di indagini preliminari, volto ad accertare la presenza e la concentrazione di inquinamento nelle matrici ambientali, relativo all'area in cui è localizzata la ex-discardica per R.S.U. del Comune di Liberi provincia di Caserta. Il raggiungimento di detto obiettivo passa attraverso la redazione dell'istruttoria per l'adozione del provvedimento di ammissione a finanziamento degli interventi in oggetto, a valere sulle risorse finanziarie del DGR n. 731 del 13.12.2016 – D.D. n. 89 del 24.02.2017 FSC 2014/2020 – Patto per lo Sviluppo della Regione Campania – “Piano Regionale di Bonifica”.

1. Storia ed informazioni sul sito.

L'area dove è sita la discarica comunale di Liberi è cartografata nella Tav.N.9 Dragoni (Quadrante 172-I) della carta topografica programmatica della provincia di Caserta, agg.1984.

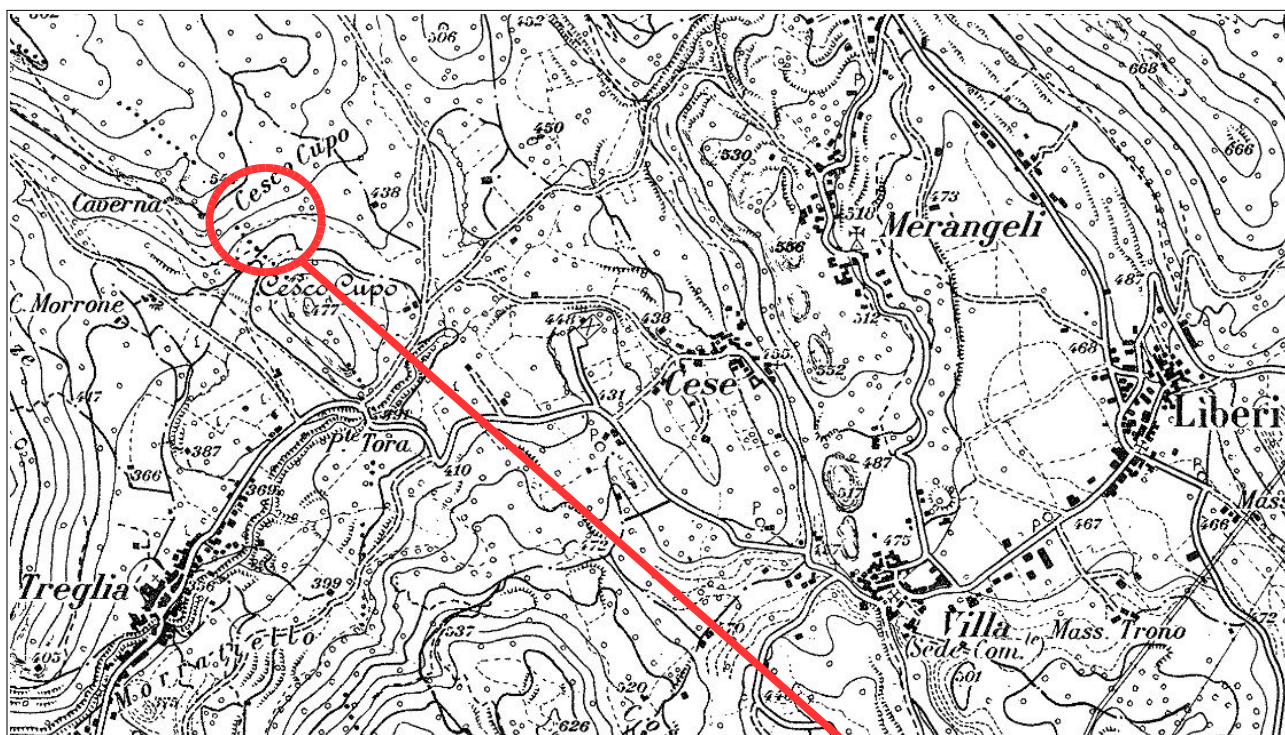


Fig.1. Stralcio topografico dell'area.

Area nella quale sorge la discarica

Il sito di Cese Cupo si trova in una zona boschiva a confine tra il comune di Liberi e quello di Pontelatone, in una zona piuttosto impervia a margine di un'area sub-pianeggiante posta tra due colline costituite da rocce carbonatiche, ad una quota di 430 m s.l.m..

Le coordinate della discarica nel sistema UTM WGS84 sono zona 33 T; 4564688.89m N; 438398.48m E; (nel sistema WGS84 di Google Earth: latitudine 41°13'52.50"N; longitudine 14°15'53.86"E).

Dal punto di vista urbanistico, nel Piano di Fabbricazione vigente nel comune di Liberi, l'area ricade in zona "E" - Agricola (parti del territorio destinate ad uso agricolo o boschivo).

L'area della discarica ricade anche nella Zona S.I.C. IT8010006- Monte Maggiore (Siti di importanza comunitaria e progetto Bioitaly).



Fig.2. Area SIC Monte Maggiore.

★ Discarica oggetto d'indagine

1.1. Inquadramento geologico dell'area.

Dal punto di vista geologico, l'area di studio è cartografata nel foglio 172 “Caserta” della Carta Geologica d'Italia, le formazioni dominanti nell'area, sia in affioramento, che come substrato, sono le rocce carbonatiche (calcari e dolomie) del mesozoico (Cretacico in verde e Giurassico-Trias in blu in fig.3), esse si presentano intensamente fratturate, almeno nella porzione superficiale, e stratificate.



Fig.3. Stralcio F. 172 Carta Geologica d'Italia.

★ Sito della discarica.

Le rocce carbonatiche sono ascrivibili alla Piattaforma Abruzzese-Campana e formano una serie di dorsali, ad andamento sub-appenninico, costituite da pacchi di strati che hanno in genere direzione Nord e immersione verso Est con una debole inclinazione (10-20°). In contatto tettonico con i carbonati si rinvengono terreni argilloso-arenacei datati al Miocene (giallo e marrone chiaro in fig.3). Si tratta di terreni di prevalente composizione limo-argillosa nella parte alterata superficiale, seguiti da argille scagliose, in cui si incontrano clasti e lenti di origine calcarea, marnosa ed arenacea.

Nelle valli e nelle depressioni si incontrano terreni di natura piroclastica, i quali sono ascrivibili alla formazione dell'Ignimbrite Campana, (39'000 anni dall'attuale), e presentano termini che spaziano dalle cineriti rimaneggiate al tufo compatto (colore arancio in fig.3).

Nell'area si hanno evidenze di antiche linee di faglia.

Per quanto riguarda l'area della discarica essa si trova all'interno di una depressione, tra due colline carbonatiche, colmata da terreni di origine piroclastica appartenenti ai depositi dell'Ignimbrite Campana. I materiali piroclastici sono rappresentati da depositi marrone scuro rossastro, che inglobano in alcuni punti tufo o ceneri grigie. All'interno di tali materiali sono spesso presenti pomici di dimensioni variabili, piccole scorie e frammenti litici metamorfosati. Il tufo si presenta fratturato con fratture orientate nelle diverse direzioni dello spazio (fratturazione prismatico-colonnare) e con vacuoli da degassazione. I depositi piroclastici e le cineriti granulometricamente sono costituite da sabbie e limi in proporzioni variabili e talora sono debolmente argillose. A causa della circolazione interna di fluidi le cineriti spesso si presentano argillificate, quindi, con una notevole presenza della frazione argillosa che talora può diventare dominante.

1.2. Idrogeologia e idrografia

L'idrogeologia dell'area è dominata dalla presenza delle rocce carbonatiche che presentano un alto grado di permeabilità per fessurazione e carsismo. I terreni appartenenti al complesso piroclastico, presentano, un grado di permeabilità variabile dipendente dalla granulometria e quindi dalla porosità primaria, e nel caso dei banchi di tufo anche dalla fratturazione (fratturazione prismatico-colonnare del tufo). Le variazioni di permeabilità possono tradursi in un'azione tamponante, rispetto al deflusso delle acque, che può determinare locali e temporanei accumuli di acqua da cui possono avere origini piccole falde dette sospese perchè separate dalla falda idrica vera e propria. Nell'area della discarica e per un raggio di 200m non esistono pozzi o sorgenti. La falda freatica di base si stima sia presente, nelle rocce carbonatiche, ad una quota di circa 80m s.l.m. Il deflusso della falda avviene in direzione Sud verso i punti di recapito delle sorgenti e del campo pozzi del Monte Maggiore e della sorgente di Triflisco.

L'idrografia dell'area è rappresentata da piccoli corsi d'acqua che scorrono spesso in profonde incisioni all'interno dei materiali piroclastici, con portate apprezzabili solo nei periodi intensamente piovosi. La discarica si trova lungo una linea di spartiacque superficiale, ad ovest di essa si individua il tracciato di un fosso, privo di acque, visibile per poco più di 500 in direzione Sud-Ovest verso Treglia nel comune di Pontelatone poi si estingue totalmente. Probabilmente il corso d'acqua si forma nell'area a valle della discarica dove sono presenti in affioramento di materiali poco permeabili, scorrendo però trova materiali permeabili e si infiltra nel sottosuolo.

1.3. Geomorfologia

La morfologia dell'area è condizionata dalla notevole presenza dei carbonati che danno vita a rilievi collinari con versanti nettamente separati dalle pianure circostanti. Sulle pendici dei rilievi si possono individuare delle vallecicole, originatesi su antiche linee di faglie sub-verticali, che rappresentano delle zone di deflusso preferenziale delle acque.

La discarica si trova al margine di una piccola zona di terreno sub-pianeggiante tra due colline carbonatiche. Originariamente qui doveva iniziare un declivio verso Ovest ed in questa zona iniziò lo sversamento incontrollato di rifiuti.

2. Attività della discarica e stato attuale.

Come si può vedere dallo stralcio topografico di figura 1, nel 1984 la discarica ancora non era presente, in quanto il progetto risale al 1986, ma molto probabilmente il sito era già oggetto di sversamenti abusivi, pertanto forse all'epoca si decise di sistemarlo per accogliere, la discarica di rifiuti solidi urbani del comune di Liberi e nel tempo anche di qualche comune limitrofo. La discarica è stata attiva fino alla prima metà degli anni 90', nella figura 4, ricavata da Google Earth (anno 2004) si vede il corpo della discarica, già in parte coperto dalla vegetazione, con la recinzione è la stradina di accesso a Est e l'ingresso dallo spigolo Nord-Est. L'accesso alla discarica avviene attraverso la strada vicinale Vannara, una stretta stradina che si dirama dalla strada comunale che conduce alla località Vecce e che all'epoca venne asfaltata fino all'ingresso della discarica.



Fig.4. Immagine della discarica nel 2004.

La figura 5 ottenuta dalla sovrapposizione dell'estratto di mappa catastale con le immagini di Google Earth, mostra l'ubicazione della discarica sulla particelle n.54 del F.9 del Comune di Liberi. La particella è di proprietà del Comune di Liberi.

Morfologicamente il sito in origine si presentava in pendenza verso Nord-Ovest e quindi vi sono differenze di quote tra il fianco Sud-Est dove la discarica appare alla stessa quota del piano campagna della discarica ed il lato Nord-Ovest, dove il piano campagna si trova al di sotto del corpo discarica. Dalle foto si vede anche che la porzione Sud non venne completamente riempita di rifiuti.



Fig.5. Sovrapposizione estratto mappa catastale su immagine Google Earth anno 2004.

Il progetto venne realizzato seguendo le norme dell'epoca prevedendo l'impermeabilizzazione con telo in PVC e con un manto di argilla, la realizzazione di dreni e vasca di raccolta per il percolato, fasi di coltivazioni della discarica, ecc. Quanto di quello previsto dal progetto venne realmente realizzato ad oggi è difficile saperlo, vi sono delle disomogeneità rispetto al progetto e i dati che si evincono dal rilievo effettuato per la realizzazione delle indagini preliminari sono:

- oltre al progetto del 1986 redatto dal Dr. Geologo Umberto Stagliano, non sono stati reperiti ulteriori documentazioni che attestino la corretta realizzazione della discarica, delle fasi di gestione e quelle di fine e post-coltivazione;
- non vi sono evidenza di opere di capping: regolarizzazione, impermeabilizzazione con geomembrana e posa dello strato di terreno vegetale; nessun sistema di captazione del biogas visibile;
- vi sono delle evidenti difformità tra quanto previsto in progetto e quanto realmente esistente sul sito: risultano diversi la posizione dell'ingresso della discarica, l'ampiezza dell'abbancamento dei rifiuti e l'ubicazione della vasca di raccolta del percolato;
- la discarica è abbastanza ben delimitata con una recinzione costituita da un muretto in cemento, con pali in cemento e rete in acciaio alta 2,20m; in molti tratti però la recinzione è coperta dalla una fitta vegetazione di rovi e non si conosce il suo stato di conservazione;
- in tutta l'area intorno alla discarica sono presenti rifiuti di ogni genere compresi mobili e altri ingombranti;

- in alcuni punti sul lato valle sono visibili sacchetti di plastica che fuoriescono dal corpo discarica;
- gli animali selvatici, soprattutto cinghiali, hanno smembrato e sparso frammenti di rifiuti in un'area ancora più estesa;
- i rifiuti all'interno della discarica appaiono ammassati e ricoperti anch'essi dalla fitta vegetazione di rovi, non vi è la presenza di un manto di copertura degli stessi, ciò impedisce di fatto l'accesso al corpo di discarica; la folta vegetazione costituita da vegetazione, talora secca espone anche l'area al pericolo di incendi;
- non è stata riscontrata la presenza della fossa di raccolta del percolato dove prevista dal progetto, ma in corrispondenza dello spigolo Nord della discarica, al di fuori della recinzione e oltre la stradina vicinale;
- la fossa di dimensioni 3,20x3,20m è costruita in blocchetti di cemento è priva di copertura ed è protetta da una recinzione rotta in più punti, il percolato è visibile anche al di fuori della fossa, dove viene dilavato dalle piogge;
- dalla discarica non provengono odori legati alla presenza dei rifiuti;
- da progetto le dimensioni della parte della discarica predisposta per ospitare i rifiuti erano 40,00x22,50m con un piano di allocazione dei rifiuti a 4,00m dal p.c.; attualmente la fitta vegetazione presente in alcuni punti impedisce l'accesso al perimetro della discarica e le dimensioni reali del corpo della discarica, circa 26x56m, possono essere stimate solo dalle immagini disponibili su Google Earth (data ultimo rilievo ottobre 2019).

3. Indagini preliminari - criteri di intervento.

Il piano di indagini preliminari predisposto dall'Ing. Antonio Piccolo, ha avuto lo scopo di verificare la presenza di inquinamento nelle matrici ambientali dovuta all'attività di stoccaggio di rifiuti effettuata nella discarica.

Le indagini sono state previste secondo quanto previsto dalle “Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari” ARPAC-Campania (marzo 2016), approvate con DGR n.417 del 27-07-2016. Con riferimento a dette linee guida per la discarica in oggetto che ha un perimetro di circa 170m ed un'area di 1700mq sono previsti n.4 sondaggi, ipotizzati nei 4 angoli, inoltre, sono stati previsti un sondaggio per il punto di bianco ed sondaggio in prossimità della vasca di raccolta del percolato, quindi un totale di n.6 sondaggi per una profondità di 10m dal p.c. ciascuno. È stata, inoltre, prevista la realizzazione di n.3 piezometri a tubo aperto per poter monitorare l'andamento dell'eventuale falda, effettuare prove di permeabilità e prelevare campioni di acqua. Sono state anche previste indagini indirette, nelle specifico, tomografie geoelettriche disposte ad X sul corpo della discarica.

Va precisato che nell'area, essendo essa in una zona boschiva e marginale del territorio comunale, non sono presenti indagini geognostiche pregresse o pozzi che possono essere di aiuto nell'attuale fase di studio.

4. Indagini preliminari – modalità operative.



Fig.6. Immagine tratta Google Eart con l'ubicazione delle indagini effettuate.

Passando alla fase operativa della realizzazione della campagna d'indagini preliminari, sono emerse subito alcune problematiche. La prima è la presenza di una folla vegetazione arborea e di rovi (fig.6), che impedisce di avvicinarsi al perimetro della discarica per effettuare i carotaggi. La seconda é che mancando gli interventi di fine coltivazione, come regolarizzazione, geomembrana e copertura di terreno vegetale, ricoprimento in terra dei rifiuti, ossia, una sistemazione tale da consentire l'accesso in sicurezza agli operatori sul tetto della discarica, anzi, essendo presente una

fitta vegetazione di rovi, non è stato possibile posizionare gli stendimenti per le tomografie elettriche sul corpo della discarica. Esse sono state realizzate parallelamente alla recinzione sul lato Nord e sul lato Ovest della discarica, sono state effettuate queste scelte perchè lungo il lato Nord si è andati ad indagare la zona della vasca di raccolta del percolato, con la relativa tubazione di adduzione, lungo il lato Ovest (lato valle della discarica) con l'obiettivo di individuare fasce sature di terreno e quindi probabili zone di accumulo di liquidi provenienti dal corpo discarica.

Per quanto riguarda la disposizione dei sondaggi, partendo dal sondaggio S6 (punto di bianco), esso è stato realizzato a circa 50 metri dalla recinzione della discarica in un'area alberata e priva di rifiuti ad Est della discarica. Il sondaggio S1 in prossimità dello spigolo SE a 5m dalla recinzione e 10 dallo spigolo della stessa, il sondaggio S2 non è stato possibile effettuarlo nello spigolo a causa della difficoltà di accesso rappresentata dagli alberi, ma è stato spostato più verso il centro del lato Ovest. Tale scelta è dettata anche dal fatto che nella tomografia elettrica è stata evidenziata una fascia satura proprio dove è stato realizzato il sondaggio, inoltre, esso si trova al centro di un avvallamento geomorfologico e al di sotto del cumulo di rifiuti (circa 6m più in basso), distanza di 7-8m dalla recinzione. Sondaggio S3 in corrispondenza dello spigolo NO, non si riesce a capire la distanza dalla recinzione a causa della fitta copertura di rovi. Sondaggio S4 a 2,30m dalla vasca di raccolta del percolato e leggermente a valle di essa. Sondaggio S5 nelle vicinanze dello spigolo NE e dell'ingresso della discarica a 7-8metri dalla recinzione. Distanza tra S3 ed S4 di 18m.

Le perforazioni sono state effettuate a carotaggio continuo con l'ausilio di una trivella “CMV MK420” oleodinamica, la macchina non presentava perdite di olio o di gasolio. Non è stato utilizzato grasso nelle filettature così come prescritto.

Le perforazioni sono state effettuate senza l'utilizzo di acqua, sono stati utilizzati n.3 carotieri che alternativamente sono stati lavati con indropulitrice lasciati asciugare e poi utilizzati. È stata utilizzata una tubazione di rivestimento con diametro $\phi=127\text{mm}$, mentre per i carotieri diametro $\phi=101\text{mm}$. Il materiale carotato è stato estratto con pistone idraulico ed è stato riposto nelle apposite cassette catalogatrici, sulle quali sono state segnate le quote raggiunte, ed è stato poi fotografato. Appena dopo questa fase dal tecnico del laboratorio di analisi, presente sul cantiere, sono stati formati e prelevati i campioni da sottoporre alle successive analisi.

Le cassette catalogatrice sono conservate presso un locale della casa comunale.

Dal progetto ogni carotaggio doveva raggiungere la quota di 10m a partire dal p.c., in fase di realizzazione vi sono state alcune variazioni a causa della presenza dei calcari del substrato il sondaggio S6 è stato fermato 6,00m dal ed il sondaggio S4 a 4m dal p.c. (avendo incontrato un grosso trovante calcareo si è preferito interrompere il sondaggio per non rischiare di attraversare lo strato impermeabile). Nel corso del sondaggio S1 è stata intercettata una cavità nel tufo da 9,00m a 10,60m ed il sondaggio è stato spinto fino a 11,00m dal p.c. gli altri sondaggi sono stati conclusi al raggiungimento dei 10m dal p.c.

Lavorando nei materiali poco compatti, incontrati in particolare nei sondaggi S3 ed S4, si è verificato che all'estrazione delle carote queste fossero molto più corte della lunghezza di avanzamento delle aste, quindi, nelle cassette catalogatrici sembra sia stato riposto meno materiale rispetto alla profondità raggiunta.

I sondaggi S1, S2, S3 ed S4 sono stati condizionati a piezometro. Il piezometro S1 è sito a monte idrogeologico della discarica, i piezometri S2 ed S3 a valle, mentre, il piezometro S4 in prossimità della vasca del percolato, è stato aggiunto, rispetto a quanto previsto, il piezometro S3 perchè esso si trova in prossimità della naturale direttrice di deflusso delle acque di dilavamento superficiale provenienti dalla vasca del percolato. Dopo la loro realizzazione i piezometri sono rimasti secchi, quindi, sono stati spurgati immettendo acqua pulita e risucchiandola con pompa sommersa a batteria, operazione questa che è stata effettuata dalla ditta esecutrice delle indagini.

Le indagini geofisiche e geologiche sono state effettuate dalla SIA Ingegneria e Ambiente, con sede in Sant'Agata de' Goti (BN), Via de Goti, n.15.

4.1. Campioni suolo e sottosuolo.

Dai materiali carotati ed estratti dai n.6 sondaggi sono stati prelevati n.17 campioni di suolo e sottosuolo, n.3 campioni riferiti al punto di bianco e n.14 campioni dagli altri sondaggi. I campioni sono stati prelevati dal tecnico del laboratorio di analisi e sono stati sottoposti ad indagini di laboratorio per la determinazione delle concentrazioni delle sostanze appartenenti ai seguenti gruppi: Composti Inorganici, Solventi Organici Aromatici, Composti Organici Policiclici, Composti Alifatici Clorurati cancerogeni, Composti Alifatici Clorurati non cancerogeni, Idrocarburi, Composti Alifatici Alogenati cancerogeni, Clorobenzeni e Fenoli clorurati (tabella 1, allegato 5 al Titolo 5 della parte IV del D.Lgs.152/2006 e smi).

Ogni campione è stato suddiviso dal tecnico in due aliquote.

Non erano previsti e non sono stati prelevati campioni di top soil.

Nel corso dei carotaggi non sono stati prodotti rifiuti da smaltire in discarica.

I campioni di suolo e di acque sono stati prelevati ed esaminati dal laboratorio Servizi Controllo Qualità, con sede in Casagiove (CE), alla via Mantova n.5.

4.2. Indagini sulle acque di falda.

Nell'area della discarica non si può parlare di una vera e propria falda idrica, sono stati incontrati litotipi di origine piroclastica scarsamente permeabili, questi litotipi poggiano sulle rocce carbonatiche che invece hanno un grado di permeabilità molto alto. Il sondaggio nel punto di bianco S6, interrotto alla profondità di 6m per la presenza dei calcari avrebbe fatto pensare ad uno spessore esiguo dei materiali di copertura, invece, lo spessore dei materiali di copertura è maggiore di 10m, all'interno di questi materiali si formano locali ristagni di acque che potranno muoversi seppur lentamente sia verso il basso, infiltrandosi nelle rocce carbonatiche, che orizzontalmente andando verso Sud-Ovest.

I sondaggi condizionati a piezometro come già detto sono stati 4: S1, S2, S3, S4 e dopo le varie fasi necessarie per la loro messa in esercizio, si è riscontrato quanto segue: in S1 risalita di acqua, anche se molto lenta, dopo oltre un mese dalla sua realizzazione è stato possibile prelevare un campione di volume idoneo alle indagini di laboratorio, quota 10m dal p.c. ciò nonostante la presenza di una cavità o frattura all'interno del banco di tufo; lo strato impermeabile presente sotto il banco di tufo permette la raccolta dell'acqua. Nel piezometro S2 lenta risalita di acqua, arriva a 5,80m dal pc dopo 8 giorni dalla realizzazione, dopo un mese dalla realizzazione l'acqua è risalita a 3m dal p.c. ad oggi è risalita a 1,60m dal p.c. L'acqua si muove all'interno di un livello di cenere grigia relativamente più permeabile degli altri litotipi.

Nel piezometro S3 non si è mai riscontrato un livello idrico rilevante; in S4 vicino alla vasca del percolato l'acqua è risalita lentamente dopo lo spurgo fino a stabilizzarsi a 0,50m dal p.c. Nel piezometro S4 si raccolgono le acque che si spostano nei primi 1,50m, per la presenza di un terreno a granulometria di sabbia limosa debolmente argillosa, maggiormente permeabile dello strato sottostante. Sono le acque ricche di percolato che arrivano o fuoriescono dalla vasca, che poi restano intrappolate nel perforo S4, neanche in questo caso di non si può parlare di falda idrica.

Le acque prelevate per i campioni e quelle presenti tutt'ora all'interno dei piezometri S1 e S2 sono torbide di colore giallastro, quelle di S4 torbide e di colore giallastro-arancio. In campo sui campioni appena prelevati sono stati anche determinati: Temperatura, pH, Ossigeno disciolto, potenziale Redox e Conducibilità. Le acque prelevate dai piezometri e quelle presenti nella vasca per il percolato non presentano odori.

I campioni di acqua prelevati sono stati sottoposti in laboratorio alla definizione dei seguenti parametri per la classificazione ai sensi del D.Lgs.152/2006 Parte IV Titolo V e smi e D.M. Ambiente del 02/05/2006. Nello specifico: Ossidabilità; principali Anioni e Cationi, Metalli, Cianuri liberi, Fluoruri, Solfati, Composti Organici Aromatici, Alifatici Clorurati Cancerogeni, Alifatici Clorurati non cancerogeni, Alifatici Alogenati cancerogeni, Clorobenzeni, Fenoli e Clorofenoli, Idrocarburi Policiclici Aromatici.

5. Risultati delle indagini – Tomografie elettriche.

Le indagini geoelettriche consistenti in n.2 Tomografie di resistività elettrica, denominate ERT1 ed ERT2, sono state realizzate prima delle indagini dirette. I due stendimenti posizionati rispettivamente lungo il lato Nord-Est ed il lato Nord-Ovest della discarica hanno consentito di individuare delle zone a minore resistività quindi molto probabilmente più ricche di fluidi. Esse consentono anche di stimare la profondità del substrato roccioso a causa della maggiore resistività che esso presenta.

ERT1: coordinate UTM WGS84 punto d'inizio stendimento: zona 33T; 438437,80m E; 4564702,60m N; punto finale: Zona 33T; 438379,73m E; 4564723,76m N.

L'indagine evidenzia la presenza di una fascia satura dovuta alla presenza della vasca di raccolta del percolato e molto probabilmente alla tubazione sotterranea di collegamento con il corpo della discarica, evidenzia anche la presenza del substrato carbonatico con andamento irregolare e profondità di 3-5m.

ERT2: coordinate UTM WGS84 punto d'inizio stendimento: zona 33T; 438392,87m E; 4564721,95m N; punto finale: Zona 33T; 438363,26m E; 4564667,07m N.

L'indagine evidenzia la presenza di una porzione superficiale a minore resistività e quindi più ricca in fluidi, costituita dai depositi piroclastici argillificati, ed il passaggio a materiali piroclastici a granulometria sabbioso-limosa con maggiore resistività. Le rocce carbonatiche sono presenti a

profondità maggiori di quelle raggiunte dall'indagine geoelettrica. Anche in questo caso si evidenziano delle zone a minore resistività e quindi con un possibile contenuto di acqua. Considerando la disposizione dello stendimento e la sua vicinanza al corpo discarica è ipotizzabile che le zone sature siano ricche di fluidi che abbiano attraversato la discarica.

6. Risultati delle indagini – Campioni suolo e sottosuolo.

Di seguito si riporta la tabella con la sintesi dei carotaggi effettuati ed i campioni di terreno prelevati, le stratigrafie complete sono presenti nell'allegata “Nota tecnica indagini geologiche e geofisiche”, redatta dalla SIA Ingegneria e Ambiente.

Sondaggio con coordinate UTM WGS84	Quota s.l.m.	Profondità raggiunta	Litologie (profondità e descrizione sintetica)	Campioni prelevati (sigla e profondità)	Condizionamento a piezometro
S1 Zona 33T 438401,47m E 4564661,18m N	435m	11,00m	0,00-0,20m terreno vegetale; 0,20-4,10m limo di natura piroclastica marrone scuro brunastro; 4,10-5,30m sabbia di natura piroclastica marrone chiaro; 0,20-8,60m alternanza di depositi piroclastici e ceneri; 8,60-11,00m tufo grigio.	C7 S1 -4,00/-5,00m C8 S1 -8,00/-8,80m	SI (alla base del tufo c'è un livello impermeabile)
S2 Zona 33 T 438376.15 m E 4564695.32 m N	429m	10,00m	0,00-0,20m terreno vegetale; 0,20-5,50m depositi piroclastici marrone scuro rossastro; 5,50-10,00 cenere grigia;	C12 S2 -1,00/-2,00m C13 S2 -3,00/-4,00m C14 S2 -9,00/-10,00m	SI
S3 Zona 33T 438387.97 m E 4564716.81 m N	430m	10,00m	0-0,20m terreno vegetale; 0,20-10,00m depositi piroclastici marrone scuro rossastro;	C15 S3 -0,30/-1,00m C16 S3 -4,00/-5,00m C17 S3 -9,00/-10,00m	SI
S4 Zona 33T 438404.27 m E 4564716.67 m N	432m	4,00m	0-0,20m terreno vegetale; 0,20-4,00m depositi piroclastici marrone scuro rossastro;	C9 S4 -0,30/-1,00m C10 S4 -1,00/-2,00m C11 S4 -3,00/-4,00m	SI
S5 Zona 33T 438434.35 m E 4564694.00 m N	435m	10,00m	0-0,40m terreno vegetale; 0,40-1,10m depositi piroclastici marrone scuro rossastro ; 1,10-2,30m cinerite grigia; 2,30-9,80m depositi piroclastici marrone scuro rossastro ; da 9,80 clasti calcarei.	C4 S5 0,30/1,00m C5 S5 1,00-2,00m C6 S5 9,00-10,00m	NO
S6 (punto di bianco) Zona 33T 438462.05 m E 4564666.84 m N	435m	6,00m	0,00-1,00 m Terreno vegetale; 1,00-2,40m depositi piroclastici marrone scuro rossastro; 2,40-4,30 cinerite grigio scuro; 4,30-5,80 depositi piroclastici marrone scuro rossastro; da 5,80m calcari fratturati.	C1 S6 -0,3/-1,00m C2 S6 -1,00/-2,00m C3 S6 -4,00/-5,00m	NO

Nota: le quote e le coordinate sono state rilevate con GARMIN GPSmap 62sc, vi possono essere imprecisioni dovute alla folta copertura arborea presente nell'area della discarica.

Di seguito si riportano le tabelle con la sintesi dei risultati di laboratorio sui campioni di suolo e sottosuolo, confronto con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di Tab. 2, All. 5 al Tit. V, Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (la ex-discarda è sita “zona agricola” quindi valori delle CSC riferiti alla colonna A, siti ad uso verde pubblico).

SONDAGGIO S6 (punto di bianco)		C1 S6 -0,30/-1,00m	C2 S6 -1,00/-2,00m	C3 S6 -4,00/-5,00m	Concentrazione soglia contaminazione (Colonna A)
Parametro	Unità di misura	Risultati	Risultati	Risultati	
Antimonio	mg/kg s.s.	7,9	7,7	5,8	10
Arsenico	mg/kg s.s.	17	15	18	20
Berillio	mg/kg s.s.	0,6	0,7	1,2	2
Cadmio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	2
Cobalto	mg/kg s.s.	14	9,6	12	20
Cromo totale	mg/kg s.s.	30	17	33	150
Nichel	mg/kg s.s.	22	13	21	120
Piombo	mg/kg s.s.	39	36	43	100
Rame	mg/kg s.s.	22	13	9,8	120
Stagno	mg/kg s.s.	0,7	< L.Q. (≤0,1)	0,5	1
Selenio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	3
Vanadio	mg/kg s.s.	87	60	78	90
Tallio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	1
Zinco	mg/kg s.s.	81	91	118	150
Cromo VI	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	2
Mercurio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	1
Cianuri (liberi)	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	1
Solventi Organici Aromatici: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Aromatici Policiclici: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Alifatici Clorurati non Cancerogeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Idrocarburi: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Alifatici Alogenati Cancerogeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Clorobenzeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Fenoli Clorurati: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					

SONDAGGIO S1		C7 S1 -4,00/-5,00m	C8 S1 -8,00/-8,80m		Concentrazione soglia contaminazione (Colonna A)
Parametro	Unità di misura	Risultati	Risultati		
Antimonio	mg/kg s.s.	3,9	< L.Q. (≤0,1)		10
Arsenico	mg/kg s.s.	16	9,8		20
Berillio	mg/kg s.s.	0,8	0,8		2
Cadmio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)		2
Cobalto	mg/kg s.s.	7,8	5,9		20
Cromo totale	mg/kg s.s.	7,8	7,9		150
Nichel	mg/kg s.s.	5,9	5,9		120
Piombo	mg/kg s.s.	27	25		100
Rame	mg/kg s.s.	19	16		120
Stagno	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)		1
Selenio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)		3
Vanadio	mg/kg s.s.	51	41		90
Tallio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)		1
Zinco	mg/kg s.s.	67	71		150
Cromo VI	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)		2
Mercurio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)		1
Cianuri (liberi)	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)		1
Solventi Organici Aromatici: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Aromatici Policiclici: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Alifatici Clorurati non Cancerogeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Idrocarburi: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Alifatici Alogenati Cancerogeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Clorobenzeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Fenoli Clorurati: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					

Nota: il campione C7S1 è stato prelevato tra i -4,00m e di 5,00m perché nei pressi di S1 i rifiuti si trovano almeno 3m più in basso rispetto al p.c.

SONDAGGIO S2		C12 S2 -1,00/-2,00m	C13 S2 -3,00/-4,00m	C14 S2 -9,00/-10,00m	Concentrazione soglia contaminazione (Colonna A)
Parametro	Unità di misura	Risultati	Risultati	Risultati	
Antimonio	mg/kg s.s.	7,9	3,9	4,0	10
Arsenico	mg/kg s.s.	18	9,7	14	20
Berillio	mg/kg s.s.	0,8	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	2
Cadmio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	2
Cobalto	mg/kg s.s.	16	5,8	7,9	20
Cromo totale	mg/kg s.s.	22	7,7	16	150
Nichel	mg/kg s.s.	22	5,8	12	120
Piombo	mg/kg s.s.	53	19	24	100
Rame	mg/kg s.s.	24	5,7	9,9	120
Stagno	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	1
Selenio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	3
Vanadio	mg/kg s.s.	86	37	63	90
Tallio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	1
Zinco	mg/kg s.s.	94	25	49	150
Cromo VI	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	2
Mercurio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	1
Cianuri (liberi)	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	1
Solventi Organici Aromatici: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Aromatici Policiclici: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Alifatici Clorurati non Cancerogeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Idrocarburi: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Alifatici Alogenati Cancerogeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Clorobenzeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Fenoli Clorurati: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					

SONDAGGIO S3		C15 S3 -0,30/-1,00m	C16 S3 -4,00/-5,00m	C17 S3 -9,00/-10,00m	Concentrazione soglia contaminazione (Colonna A)
Parametro	Unità di misura	Risultati	Risultati	Risultati	
Antimonio	mg/kg s.s.	7,8	7,8	5,9	10
Arsenico	mg/kg s.s.	17	16	17	20
Berillio	mg/kg s.s.	0,9	0,8	1,1	2
Cadmio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	2
Cobalto	mg/kg s.s.	17	18	16	20
Cromo totale	mg/kg s.s.	23	26	35	150
Nichel	mg/kg s.s.	21	24	30	120
Piombo	mg/kg s.s.	51	43	41	100
Rame	mg/kg s.s.	21	19	24	120
Stagno	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	0,7	1
Selenio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	3
Vanadio	mg/kg s.s.	88	80	83	90
Tallio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	1
Zinco	mg/kg s.s.	95	91	103	150
Cromo VI	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	2
Mercurio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	1
Cianuri (liberi)	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	1
Solventi Organici Aromatici: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Aromatici Policiclici: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Alifatici Clorurati non Cancerogeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Idrocarburi: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Alifatici Alogenati Cancerogeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Clorobenzeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Fenoli Clorurati: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					

SONDAGGIO S4		C9 S4 -0,30-1,00m	C10 S4 -1,00/-2,00m	C11 S4 -3,00/-4,00	Concentrazione soglia contaminazione (Colonna A)
Parametro	Unità di misura	Risultati	Risultati	Risultati	
Antimonio	mg/kg s.s.	7,9	5,9	7,9	10
Arsenico	mg/kg s.s.	18	17	17	20
Berillio	mg/kg s.s.	1,1	1,1	0,8	2
Cadmio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	2
Cobalto	mg/kg s.s.	18	14	18	20
Cromo totale	mg/kg s.s.	27	30	32	150
Nichel	mg/kg s.s.	24	24	24	120
Piombo	mg/kg s.s.	43	43	42	100
Rame	mg/kg s.s.	22	18	20	120
Stagno	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	0,6	0,6	1
Selenio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	3
Vanadio	mg/kg s.s.	83	79	81	90
Tallio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	1
Zinco	mg/kg s.s.	111	112	101	150
Cromo VI	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	2
Mercurio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	1
Cianuri (liberi)	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	1
Solventi Organici Aromatici: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Aromatici Policiclici: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Alifatici Clorurati non Cancerogeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Idrocarburi: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Alifatici Alogenati Cancerogeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Clorobenzeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Fenoli Clorurati: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					

SONDAGGIO S5		C4 S5 -0,30/-1,00m	C5 S5 -1,00/-2,00m	C6 S5 -9,00/-10,00m	Concentrazione soglia contaminazione (Colonna A)
Parametro	Unità di misura	Risultati	Risultati	Risultati	
Antimonio	mg/kg s.s.	6,0	< L.Q. (≤0,1)	7,9	10
Arsenico	mg/kg s.s.	16	9,8	15	20
Berillio	mg/kg s.s.	1,4	0,8	0,8	2
Cadmio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	2
Cobalto	mg/kg s.s.	7,9	3,9	14	20
Cromo totale	mg/kg s.s.	22	5,9	75	150
Nichel	mg/kg s.s.	16	7,8	53	120
Piombo	mg/kg s.s.	40	58	33	100
Rame	mg/kg s.s.	12	3,9	29	120
Stagno	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	0,8	1
Selenio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	3
Vanadio	mg/kg s.s.	68	31	87	90
Tallio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	1
Zinco	mg/kg s.s.	103	49	116	150
Cromo VI	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	2
Mercurio	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	1
Cianuri (liberi)	mg/kg s.s.	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	< L.Q. (≤0,1)	1
Solventi Organici Aromatici: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Aromatici Policiclici: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Alifatici Clorurati non Cancerogeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Idrocarburi: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Composti Alifatici Alogenati Cancerogeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Clorobenzeni: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
Fenoli Clorurati: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					

Come si può notare dai risultati dall'esame dei campioni di suolo e sottosuolo i parametri analizzati sono inferiori alle "Concentrazioni soglia di contaminazione. Dall'esame dei risultati si notano comunque alcuni valori abbastanza alti (Antimonio, Arsenico e Vanadio), e si nota anche che i parametri riferiti al punto di bianco, distante 50m dalla discarica, non si discostano da quelli emersi dai campioni prelevati nelle vicinanze della discarica.

Si nota, inoltre, che per le classi di sostanze: Solventi Organici Aromatici, Composti Aromatici Policiclici, Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni, Composti Alifatici Clorurati non Cancerogeni, Idrocarburi, Composti Alifatici Alogenati Cancerogeni, Clorobenzeni, Fenoli Clorurati, sono inferiori al limite di quantificazione ($< L.Q.$).

7. Risultati delle indagini – Campioni di acqua.

Nella tabella seguente le informazioni sui punti di prelievo di acqua ed i parametri determinati in campo.

Piezometro con coordinate UTM WGS84	Profondità livello acqua dal p.c.	Sigla campione	Temperatura	pH	Ossigeno disciolto (mg/l come O ₂)	Potenziale Redox (mV)	Conducibilità (μScm-1)
S1 Zona 33T 438401,47m E 4564661,18m N	10,00m	S1 (piezometrico)	12,4°C	6,64	0,73	23,7	921
S2 Zona 33 T 438376.15 m E 4564695.32 m N	1,60m	S2 (piezometrico)	10,8°C	6,30	0,66	41,6	448
S4 Zona 33T 438401.00 m E 4564716.00 m N	0,50m	S4 (piezometrico)	10,0°C	6,78	0,68	14,4	818

Tabella parametri determinati in laboratorio sui campioni di acqua.

		S1 (piezometrico)	S2 (piezometrico)	S4 (piezometrico)	
Parametro	Unità di misura	Risultato analitico	Risultato analitico	Risultato analitico	Valore limite
Ossidabilità	mg/l O ₂	0,69	0,71	0,75	---
Arsenico	μg/l	1,6	1,4	3,5	10
Cadmio	μg/l	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	5
Cromo totale	μg/l	< L.Q. (≤1,0)	< L.Q. (≤1,0)	< L.Q. (≤1,0)	50
Ferro	μg/l	32	53	43	200
Manganese	μg/l	283	531	259	50
Zinco	μg/l	39	78	19	3000
Nichel	μg/l	1,1	3,2	1,9	20

		S1 (piezometrico)	S2 (piezometrico)	S4 (piezometrico)	
Parametro	Unità di misura	Risultato analitico	Risultato analitico	Risultato analitico	Valore limite
Piombo	µg/l	3,6	3,6	1,2	10
Rame	µg/l	8,6	9,3	9,4	1000
Magnesio	µg/l	13	11	18	---
Cromo VI	µg/l	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	< L.Q. (≤0,5)	5
Mercurio	µg/l	< L.Q. (≤1,0)	< L.Q. (≤1,0)	< L.Q. (≤1,0)	1
Fluoruri	µg/l	400	310	350	1500
Solfati	mg/l	83	44	150	250
Cianuri liberi	µg/l	< L.Q. (≤1,0)	< L.Q. (≤1,0)	< L.Q. (≤1,0)	50
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
FENOLI E CLOROFENOLI: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI: inferiori al limite di quantificazione (< L.Q.).					

Come si può vedere dalla tabella la concentrazione del Manganese supera la Concentrazione limite in tutti i campioni d'acqua analizzati, in particolare in S2 supera di oltre 10 volte la concentrazione limite prevista dalla legge. (Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di Tab. 2, All. 5 al Tit. V, Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.).

In un documento pubblicato sul WEB a cura dell'ARPA Liguria viene spiegato che “le concentrazioni oltre il limite normativo di manganese in fase acquosa possono dipendere dalla presenza nei terreni di fasi minerali naturali contenenti Mn. Il manganese presente in fase solida può essere mobilizzato e trasferito alla fase acquosa attraverso reazioni ossido riduttive, quali ad esempio: $4 \text{MnO}_2 + \text{NH}_4^+ + 6 \text{H}^+ \leftrightarrow 4 \text{Mn}^{2+} + \text{NO}_3^- + 5 \text{H}_2\text{O}$.

Lo ione ammonio NH_4^+ , non compreso nella tabella relativa alle acque sotterranee, è spesso considerato come un marker dei percolati di discariche di rifiuti solidi urbani.” Questo spiegherebbe la forte presenza del Manganese, rinvenuta in S2, più difficile da spiegare è l'alta concentrazione di Manganese presente nel percolato 8mg/l (comunicazione informale del Laboratorio che ha effettuato un'analisi su un campione di liquido prelevato dalla vasca anche se non richiesta).

In un altro documento presente in Rete sul sito dell'ARPA Toscana si legge: “Le acque sotterranee sono generalmente povere d'ossigeno e riescono a tenere disciolte, mostrandosi limpide, il ferro e il manganese nella forma "ridotta" (ione "ferroso" e "manganoso") anche a concentrazioni superiori ai valori limite. Un'acqua sotterranea che contiene ferro e manganese in quantità elevate quando viene portata in superficie si trasforma in breve tempo (da pochi minuti a qualche ora) in una soluzione torbida e giallastra dall'aspetto poco invitante. In pratica il contatto con l'ossigeno atmosferico trasforma la forma ionica di questi materiali da "ridotta" a "ossidata" (ione "ferrico" e "manganico") e dà luogo a prodotti poco solubili. Si ha così la separazione per precipitazione di fanghiglie colorate dal giallo-ruggine al nero.” L'acqua

prelevata nel piezometro S4 ha proprio le caratteristiche sopra descritte, mentre in S1 ed S2 il colore è più sul giallo.

Nel progetto del Piano di Indagini Preliminari si era ipotizzato il punto di indagine S4 come Punto di Conformità, alla luce di quanto emerso dalle indagini effettuate, sembra più corretto considerare il punto S2 quale Punto di Conformità. Va considerato, come già detto in precedenza, che non si può parlare di vera e propria falda ma di piccole sacche d'acqua determinate da livelli di materiali a maggiore permeabilità all'interno di materiali scarsamente permeabili. S2 si trova, però, a valle idrogeologica sia rispetto agli altri punti di sondaggio, sia rispetto al corpo discarica. Il piezometro installato al punto S4 raccoglie le acque che circolano in prossimità della superficie vicino alla vasca di raccolta del percolato, inoltre, si trova leggermente più a monte rispetto al punto S2, assumerlo quindi come punto di conformità a parere dello scrivente sarebbe errato.

8. Risultati delle indagini – Slug tests.

Le prove slug test consentono di stimare la conducibilità idraulica dei terreni attraversati dal piezometro. Nel caso del piano di indagini preliminari oggetto del presente lavoro, esse sono state effettuate in corrispondenza dei piezometri S2, S3 ed S4. Il piezometro S1 ha intercettato una cavità all'interno del banco di tufo e ciò non consente di stabilire un livello idrico al suo interno tale da consentire l'esecuzione della prova.

Il valori della conducibilità idraulica ottenuti attraverso l'elaborazione con il metodo di Bouwer e Rice sono:

piezometro S2 $\rightarrow K_r = 2,53 \text{ E-06 m/s}$;

piezometro S3 $\rightarrow K_r = 2,52 \text{ E-06 m/s}$;

piezometro S4 $\rightarrow K_r = 4,93 \text{ E-06 m/s}$.

Tali valori indicano la presenza di terreni scarsamente permeabili e quindi con un'elevata capacità di ritenzione, ciò determina tre aspetti importanti:

1. le acque inquinate provenienti dal corpo discarica vengono trattenute all'interno dei terreni superficiali, soprattutto in sacche costituite da materiali maggiormente porosi e quindi l'infiltrazione nelle rocce carbonatiche è piuttosto limitata, questo però si può affermare in base alle indagini sull'intorno della discarica ma quello che avviene sotto il corpo della discarica al momento non è possibile saperlo;

2. i materiali della coltre impermeabile favoriscono la circolazione superficiale, quindi, gli inquinanti possono essere facilmente trasportati dalle acque di ruscellamento soprattutto quelli che fuoriescono dalla vasca di raccolta del percolato;
3. i materiali scarsamente permeabili impedendo il deflusso delle acque al loro interno intrappolano le sostanze inquinanti e se ne arricchiscono.

Conclusioni

Dalla campagna di indagini preliminari effettuate nell'area della ex-discarica comunale di Liberi (CE), sita in loc. Cesco Cupo, è emersa la presenza di un sito fortemente inquinato dalla presenza di rifiuti di ogni genere sparsi su una vasta area. Il sito della discarica è un posto isolato dove si può “tranquillamente” andare a sversare in modo abusivo.

La discarica è recintata (la recinzione dove visibile è integra), ma priva degli interventi di fine coltivazione, l'unica copertura dei rifiuti è costituita da una fitta vegetazione di rovi, che in alcuni punti appaiono secchi esponendo la discarica al rischio di incendio.

I sondaggi sono stati effettuati lungo il perimetro anche se a causa della vegetazione sono stati ubicati alcuni metri distanti dalla recinzione. Sono stati prelevati campioni di suolo, sottosuolo e di acque sotterranee. Dalle analisi di laboratorio effettuate sui campioni di terreno non sono risultati parametri fuori limite, i valori delle CSC presi in considerazione, vista la destinazione d'uso agricola/boschiva del sito sono quelli della colonna A. Valori significativi si hanno solo per elementi appartenenti al gruppo dei metalli e dei metalloidi, gli altri parametri ricercati non raggiungono il limite di quantificazione per il metodo utilizzato. Tra i metalli e metalloidi citati si registrano alte concentrazioni di: Antimonio, Arsenico e Vanadio. Da comunicazioni informali con il laboratorio nei terreni sono state riscontrate anche alte concentrazioni di Alluminio, Ferro e Manganese. Per questi valori non esistono Concentrazioni Coglie di Contaminazione, inoltre, essendo l'area poco studiata dal punto di vista dell'inquinamento ambientale non si hanno

valori di fondo delle concentrazioni a cui fare riferimento. L'esame dei campioni prelevati nel “punto di bianco” mostrano le stesse concentrazioni, anzi per alcuni elementi maggiori, rispetto a quelle che si riscontrano negli altri punti di campionamento.

Dall'esame dei campioni di acqua emerge il superamento della concentrazione limite per il Manganese che supera di oltre 10 volte detto valore limite.

Rimane, infine, il problema della vasca di raccolta del percolato in cui è presente un liquido color ruggine che fuoriesce e si spande nel terreno.

In conclusione si possono fare le seguenti ipotesi: la tenuta della discarica è perfetta e quindi non vi sono fuoriuscite di inquinanti, di contro, poggiando sui calcari gli elementi che sono fuoriusciti e/o fuoriscono tuttora percolano verticalmente senza spostarsi lateralmente, oppure, si potrebbe ipotizzare, che dopo circa 20 anni di inattività, le concentrazioni di eventuali inquinanti fuoriusciti dal corpo discarica si sono disperse nel sottosuolo.

Tanto dovevasi all'incarico conferito.

Pontelatone, marzo 2021

Il geologo

Dott. Antonio Sabino



ASSEVERAZIONE

Il sottoscritto Antonio Sabino nato l'1-10-1968 a Le Chenit (Svizzera) e residente in Pontelatone (CE) alla via Savignano-Casalicchio, di professione Geologo, iscritto all'Ordine dei Geologi della Campania al n 1438,

assevera

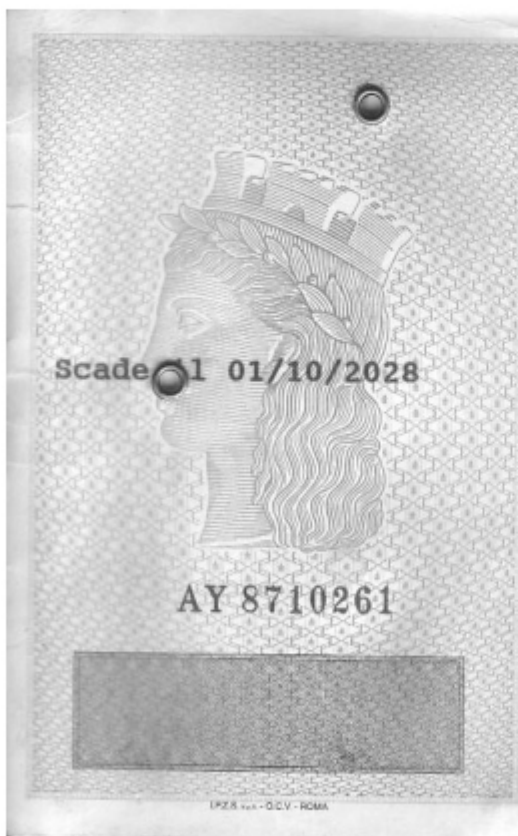
che la relazione tecnica redatta a conclusione delle indagini ambientali preliminari, nell'area della ex-discarica comunale di Liberi, sita in loc. Cesco Cupo, rispetta i contenuti previsti al paragrafo 6 delle “Linee guida per la predisposizione e l’esecuzione di indagini preliminari di cui alla Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.”, redatte da ARPAC nel marzo 2016 ed allegare al Piano Regionale di Bonifica della Campania (PRB).

Pontelatone, marzo 2021

Il geologo

Dott. Antonio Sabino





Cognome **SABINO**
Nome **ANTONIO**
nato il **01/10/1968**
(atto n. **7** P. II BS 1968)
LE CHENIT - SVIZZERA
Cittadinanza **ITALIANA**
Residenza **PONTELATONE**
Via **SAVIGNANO CASALICCHIO**
Stato civile **CONIUGATO**
Professione **Onessa - D.P.R. 30/5/89 N.223**

CONNOTATI E CONTRASSEGNI SALIENTI

Statura **m. 1.68**
Capelli **CASTANI**
Occhi **VERDI**
Segni particolari **NESSUNO**



Firma del titolare *Antonio Sabino*
PONTELATONE il **06/03/2018**
Il SINDACO *[Signature]*

Impronta del dito
indice sinistro

