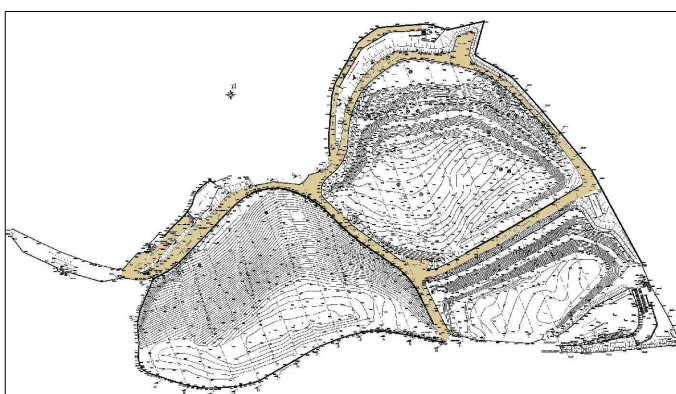


# IMPIANTO DI DISCARICA IN LOCALITÀ MACCHIA SOPRANA

COMUNE DI SERRE



## PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE ai sensi dell'Allegato 2 - Parte IV - Titolo V del D. Lgs. 152/2006

ELABORATO DESCRITTIVO

### RELAZIONE TECNICA - ILLUSTRATIVA

IL PROGETTISTA

dott. ing. Marialuisa Natale



ELABORATO N.:	Rev.	Data	Prodotto	Controllato	Approvato	Motivo della revisione
E.D. 01	01	Febbraio 2021				
SCALA:						
-						

## Sommario

1. PREMESSA .....	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
3. ITER PROCEDURALE ED AMMINISTRATIVO.....	8
4. INQUADRAMENTO.....	9
4.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	9
4.2. INQUADRAMENTO VINCOLISTICO .....	10
4.3. INQUADRAMENTO URBANISTICO .....	10
4.4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	11
4.4.1. Inquadramento geologico.....	11
4.4.2. Inquadramento geomorfologico.....	12
4.4.3. Inquadramento idrogeologico.....	14
4.4.4. Verifica della presenza di eventuali obiettivi sensibili posti a valle idrogeologica o di utilizzo a scopo idropotabili/agricolo di tale risorsa .....	15
5. DESCRIZIONE DISCARICA MACCHIA SOPRANA.....	16
5.1. CONFERIMENTI.....	17
5.2. AUTORIZZAZIONE.....	17
6. PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE .....	18
6.1. FORMULAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE .....	19
6.1.1. Fonti di contaminazione.....	20
6.1.2. Potenziali fonti di contaminazione.....	26
6.1.3. Tipologia della potenziale contaminazione.....	27
6.1.4. Potenziali vie di diffusione della contaminazione .....	27
6.1.5. Potenziali bersagli della contaminazione .....	28
6.1.6. Formulazione del Modello Concettuale .....	29
6.2. PIANO DI INVESTIGAZIONE.....	29
6.2.1. Programma di indagini.....	30
6.2.2. Descrizione delle attività investigative.....	30
6.2.3. Indagini di tipo indiretto.....	31

6.2.4.	Indagini di tipo diretto .....	32
6.2.5.	Investigazione dirette della matrice suolo .....	33
6.2.6.	Investigazioni dirette matrice acque sotterranee .....	34
6.2.7.	Prelievo, conservazione e gestione dei campioni .....	36
6.2.8.	Rilievo topografico dei piezometri .....	38
6.2.9.	Analisi chimiche .....	38
6.2.10.	Ricerca dei parametri sito specifici .....	40
7.	CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ .....	41
8.	ULTERIORI PRECISAZIONI .....	41
9.	CONCLUSIONI .....	41

## 1. PREMESSA

La Società Provinciale EcoAmbiente Salerno S.p.A. è il soggetto gestore dell'impianto di discarica di Macchia Soprana nel Comune di Serre (SA), la cui Titolarità è dell'Amministrazione Provinciale di Salerno, ai sensi della Legge 26 febbraio 2010, n. 26 e ss.mm.ii.

La discarica in parola, la cui realizzazione è stata sancita dall'art. 9 della Legge 14 luglio 2008, n. 123, è attualmente in possesso di Autorizzazione Integrata Ambientale adottata con Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 290 del 31.12.2009.

Ad oggi, il sito ha esaurito le volumetrie di abbando e pertanto la discarica risulta essere non attiva.

La stessa è inserita all'interno dell'Allegato 3 – “*Tabella 3 recante l'elenco dei siti potenzialmente contaminati (CSPC locali)*” del vigente Piano Regionale delle Bonifiche della Regione Campania (PRB) e classificata con codice 5140C002. Nello specifico le indagini pregresse hanno evidenziato i superamenti di metalli e metallodi nella matrice acque sotterranea. Si riporta di seguito stralcio del summenzionato Allegato 3.

Allegato 3

Tabella 3

Elenco recante il Censimento dei Siti Potenzialmente Contaminati (CSPC locali)

Codice	Denominazione	Indirizzo	Comune	Prov.	Proprietà	Tipologia sito	Contaminanti			Iter Procedurale	superficie (mq)	coord. X	coord. Y
							Suolo	Acque sotterranee	Acque superficiali				
5111C001	Discarica comunale Loc. Difesa	Loc. Difesa	Roscigno	SA	Pubblica	Discarica Comunale	Metalli e Metallodi e Idrocarburi	Alifatici Clorurati non Cancerogeni		Piano di Caratterizzazione Approvato	2000	528990	4471315
5114C002	Loc. Piazzale alla Via Ischia	Loc. Piazzale alla Via Ischia	Sala Consilina	SA	Privata	Area Agricola	Idrocarburi			Piano di Caratterizzazione Presentato	1800	550461	4469201
5116C510	Trenitalia SpA (Ex Posto di manutenzione corrente rotabili)	Via Mazzara, 1	Salerno	SA	Privata	Attività Produttiva	Idrocarburi			Piano di Caratterizzazione Presentato	18000	480653	4502966
5116C528	P.V.C. Esso n. 7028	Via Lungomare Colombo, 2	Salerno	SA	Privata	Punto Vendita Carburanti	Idrocarburi			Progetto Unico di Bonifica Presentato	1020	482358	4501513
5116C529	Complesso Industriale ex Ceramica UDA SpA	Via Tiberio Claudio Felice n. 31 - Zona Industriale	Salerno	SA	Privata	Attività Dismessa	Metalli e Metallodi, Idrocarburi			Piano di Caratterizzazione Eseguito	38412	487250	4498987
5128C003	Ex Discarica Comunale Loc. Varco del Caprio	Loc. Varco del Caprio	San'Angelo Fasanello	SA	Pubblica	Discarica Comunale	Metalli e Metallodi, Idrocarburi			Piano di Caratterizzazione Approvato	3626	531127	4481863
5131C001	Discarica Comunale Loc. Copparelle	Loc. Copparelle	Santomenna	SA	Pubblica	Discarica Comunale	Metalli e Metallodi, Idrocarburi			Piano di Caratterizzazione Presentato	7700	531129	4481821
5140C001	Loc. Pagliarone	Loc. Pagliarone	Serre	SA	Pubblica/Privata	Abbandono Incontrollato di Rifiuti	Metalli e Metallodi			Piano di Caratterizzazione Eseguito	50000	511027	4493376
5140C002	Discarica Macchia Soprana	Loc. Macchia Soprana	Serre	SA	Pubblica	Discarica Consorziale	Metalli e Metallodi			Indagini Preliminari Eseguite/ Monitoraggio	10000	516444	4495040

La Società EcoAmbiente ai sensi dell'art. 5 delle NTA del PRB ha l'obbligo di avviare l'iter procedurale previsto agli artt. 242 e successivi del Titolo V della Parte IV del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.. Nello specifico, è obbligato, ai sensi del comma 1 lett. a del pre-citato art. 5, a presentare al Comune, alla Provincia/Città Metropolitana e alla Regione Campania UOD Autorizzazioni Ambientali territorialmente competenti il piano di caratterizzazione con i requisiti di cui all'Allegato 2 della Parte IV del D. Lgs. 152/2006.

La scrivente ing. Marialuisa Natale, nata a Napoli, il 13.01.84; CF: NTLMLS84A53F839F, P.Iva: 04039810611, iscritta all'ordine degli ingegneri della provincia di Caserta al nr 4494/A, su incarico ricevuto dalla società EcoAmbiente Salerno S.p.A., ha pertanto redatto il presente piano di caratterizzazione ambientale che contiene i seguenti elementi:

- Ricostruzione storica ed informazioni generali del sito;

- Raccolta indagini ambientali pregresse: inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico del sito;
- Formulazione del Modello Concettuale Preliminare, individuando nello specifico le potenziali fonti di contaminazione, potenziali vie di diffusione e potenziali bersagli della contaminazione;
- Formulazione del Piano di investigazione iniziale del sito, indicando nello specifico le indagini dirette da effettuare sul suolo, sottosuolo, manufatti, acque sotterranee e superficiali (sondaggi ambientali, pozzi piezometrici, caratterizzazione dei materiali, rilievo plano-altimetrico con indicazione del numero, ubicazione, profondità, ecc.);
- Elaborati cartografici in scala adeguata (Inquadramenti, Planimetria generale dell'area, ubicazione dei punti d'indagine);
- Computo metrico estimativo delle analisi di campo.

Il presente Piano di Caratterizzazione recepisce, infine, le prescrizioni di cui alle Conferenze di Servizio svoltesi nelle date del 14/09/2020, 26/10/2020 e 10/12/2020.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

L'*Allegato 2 alla Parte IV del D. Lgs. n.152/06 e s.m.i.*, stabilisce che la caratterizzazione ambientale di un sito è identificabile nell'insieme delle attività che permettono di ricostruire i fenomeni di contaminazione a carico delle matrici ambientali, in modo da ottenere le informazioni di base su cui prendere decisioni realizzabili e sostenibili per la messa in sicurezza e/o bonifica di un sito.

Le attività di caratterizzazione devono essere condotte in modo tale da permettere la validazione dei risultati finali da parte delle Pubbliche Autorità in un quadro realistico e condiviso delle situazioni di contaminazione eventualmente emerse.

Per caratterizzazione dei siti contaminati si intende quindi il processo costituito dalle seguenti fasi:

- 1) Ricostruzione storica delle attività produttive svolte sul sito;
- 2) Elaborazione del Modello Concettuale Preliminare del sito e predisposizione di un piano di indagini ambientali finalizzato alla definizione dello stato ambientale del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee;
- 3) Esecuzione del piano di indagini e delle eventuali indagini integrative necessarie alla luce dei primi risultati raccolti;
- 4) Elaborazione dei risultati delle indagini eseguite e dei dati storici raccolti e rappresentazione dello stato di contaminazione del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee;
- 5) Elaborazione del Modello Concettuale Definitivo;
- 6) Identificazione dei livelli di concentrazione residua accettabili - sui quali impostare gli eventuali interventi di messa in sicurezza e/o di bonifica, che si rendessero successivamente necessari a seguito dell'analisi di rischio - calcolati mediante analisi di rischio eseguita secondo i criteri di cui in Allegato 1 alla Parte IV del D. Lgs. n.152/06 e s.m.i.

A seguito dell'approvazione del Piano di Caratterizzazione elaborato, nell'ambito del procedimento della Conferenza di Servizi, verrà eseguito il piano di indagini di cui al punto 3), recependo le eventuali integrazioni richieste, allo scopo di valutare e verificare la presenza di eventuali situazioni di superamento dei valori di Concentrazione Soglia di Contaminazione (CSC).

Sulla base dei risultati ottenuti dal Piano di Caratterizzazione, qualora non risultino superate le CSC sito specifiche per le varie matrici ambientali sottoposte a caratterizzazione, si procederà attraverso apposita Relazione Tecnica Descrittiva delle indagini a descrivere i risultati complessivamente ottenuti. Qualora, al contrario, venga accertata la presenza di superamenti rispetto alle CSC, rappresentanti valori di attenzione, verrà applicata apposita Procedura di Analisi di Rischio sito-specifica, finalizzata alla determinazione delle concentrazioni soglia di rischio (CSR). Tali valori rappresenteranno concentrazioni aderenti alla realtà del sito in esame sulle quali impostare eventuali interventi di bonifica o messa in sicurezza. Se le concentrazioni dei contaminati di interesse rilevate sul sito risultino minori delle

predette CSR, il sito potrà essere ritenuto non contaminato e l'iter amministrativo giungerà al termine mediante l'approvazione del documento di Analisi di Rischio.

Il Piano Regionale di Bonifica, aggiornato a dicembre 2018 e adottato con *Deliberazione di Giunta Regionale n. 35 del 29/01/2019* (BURC n. 15 del 22/03/2019), è lo strumento di programmazione e pianificazione previsto dalla normativa vigente, attraverso cui la Regione Campania, coerentemente con le normative nazionali, provvede a:

- individuare i siti da bonificare presenti sul proprio territorio e le caratteristiche generali degli inquinamenti presenti;
- definire un ordine di priorità degli interventi sulla base di una valutazione comparata del rischio elaborata dall'Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA);
- indicare le modalità degli interventi di bonifica e risanamento ambientale, che privilegino prioritariamente l'impiego di materiali provenienti da attività di recupero di rifiuti urbani;
- definire le modalità di smaltimento dei materiali da asportare;
- stimare gli oneri finanziari necessari per le attività di bonifica.

Il PRB contiene, tra l'altro, disposizioni normative riportate nell'Allegato 10 "Norme Tecniche di Attuazione del PRB".

I siti censiti nel PRB, in numero totale pari a 4.692, sono stati raggruppati nei seguenti elenchi:

- **Archivio dei procedimenti conclusi:** contiene i siti a vario titolo inseriti nel PRB per i quali i procedimenti avviati di indagini, caratterizzazione, messa in sicurezza permanente o bonifica sono conclusi;
- **Anagrafe dei Siti da Bonificare (ASB):** l'elenco dei siti bonificati e dei siti contaminati da sottoporre ad intervento di bonifica e ripristino ambientale secondo le procedure previste agli artt. 242 e successivi del D. Lgs. 152/06;
- **Censimento dei Siti Potenzialmente Contaminati Locali (CSPC locali):** l'elenco di tutti i siti per i quali sia stato già accertato il superamento delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) non ricadenti nel perimetro dei SIN e che non siano stati sub-perimetrati o censiti negli ex SIN;
- **Censimento dei Siti Potenzialmente Contaminati nei Siti di Interesse Nazionale (CSPC SIN):** l'elenco di tutti i siti censiti ricadenti all'interno del perimetro dei siti di interesse nazionale della Regione Campania;
- **Censimento dei Siti Potenzialmente Contaminati negli ex Siti di Interesse Nazionale (CSPC ex SIN):** l'elenco di tutti i siti sub-perimetrati o censiti all'interno del perimetro degli ex siti di interesse nazionale della Regione Campania fino alla data del decadimento del SIN;
- **Censimento dei Siti in Attesa di Indagini (CSAI):** l'elenco dei siti, già individuati come "siti potenzialmente inquinati" nel PRB 2005, per i quali, secondo quanto previsto dalle Norme di

Attuazione e dal PRB 2013, il Comune territorialmente competente ha l'obbligo di svolgere, le verifiche in ordine alla necessità o meno di procedere all'esecuzione di indagini preliminari;

- **Elenco dei terreni agricoli** che non possono essere utilizzati per la produzione agroalimentare o silvo-pastorale (classe D secondo il modello scientifico GdL Terra dei Fuochi).

Il sito in oggetto è censito nel Piano Regionale delle Bonifiche, aggiornato e pubblicato sul BURC n. 15 del 22 marzo 2019, in Tabella 3: “Elenco recante il Censimento dei Siti Potenzialmente Contaminati (CSPC locali)” con codice 5140C002, con indicazione alla colonna dell’iter procedurale: “Indagini preliminari eseguite/Monitoraggio” e con indicazione alla colonna contaminanti delle acque sotterranee: “Metalli e Metalloidi”.

Il Censimento contiene l'elenco dei siti ricadenti nel perimetro dell'ex SIN per i quali devono essere avviate, o sono in corso, le procedure di bonifica, e la cui competenza è stata trasferita alla Regione Campania con DM 11 gennaio 2013.



### 3. ITER PROCEDURALE ED AMMINISTRATIVO

Nell'Appendice 1 "Linee Guida sull'iter procedurale previsto dal D. Lgs. n.152/2006 e s.m.i.", del vigente Piano Regionale di Bonifica (PRB) della Regione Campania, viene riportato l'iter procedurale da seguire a seguito di eventi potenzialmente in grado di contaminare un sito o di riscontro di contaminazioni storiche con rischio di aggravamento della contaminazione.

Nella seguente figura (Rif. Figura 1) si riporta il diagramma di flusso che, in forma sintetica, riassume la sequenza di azioni da attuare a seguito del verificarsi di un evento potenzialmente in grado di contaminare un sito, o della individuazione di contaminazioni storiche che possono ancora comportare rischi di aggravamento della situazione di inquinamento come nel caso di specie.

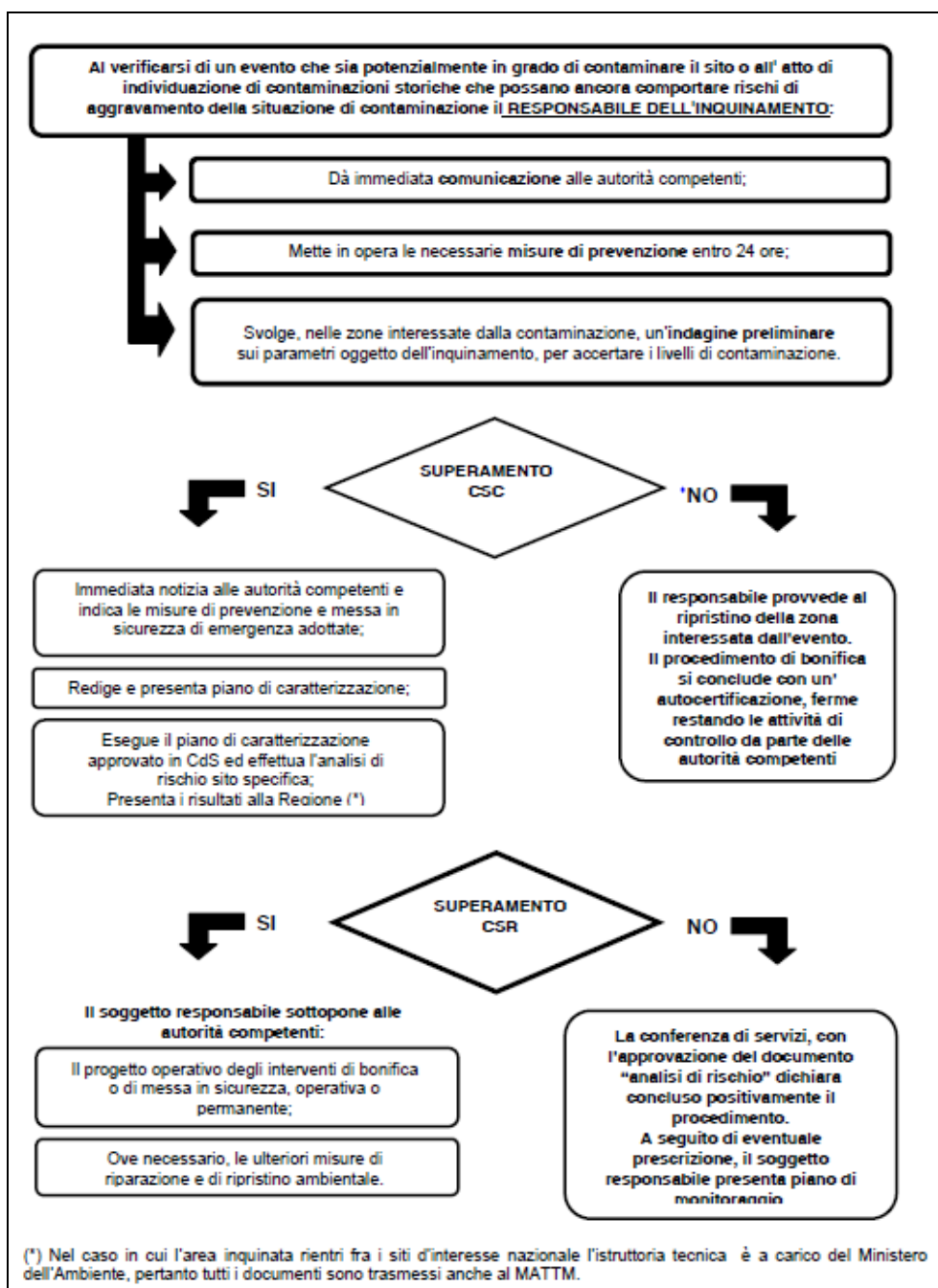


Figura 1: – Diagramma di flusso "Iter procedurale ed amministrativo"

## 4. INQUADRAMENTO

### 4.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito di intervento si colloca nel Comune di Serre in provincia di Salerno. Il centro abitato del Comune di Serre dista circa 42 km dal capoluogo, si estende su una collina alle pendici dei Monti Alburni a 200 m di altezza sul livello del mare. Esso confina con i Comuni di Eboli (a nord - ovest), Campagna (a nord), Postiglione (ad est), Altavilla Silentina ed Albanella (a sud). Il territorio Comunale di superficie pari a circa 66,5 chilometri quadrati è attraversato dai fiumi Sele e Calore ed abbraccia numerose frazioni, tra le quali spicca Persano, oasi compresa nella riserva naturale regionale Foce Sele-Tanagro “Zona umida di importanza nazionale”. Il comprensorio risulta raggiungibile dall’autostrada A3 Salerno-Reggio Calabria, uscendo allo svincolo di Campagna, svoltando a sinistra e proseguendo sul rettilineo che immette sulla S.S.19 delle Calabrie. L’Oasi di Protezione della Fauna di Persano, istituita con Decreto del Presidente della Giunta Regionale il 18 novembre del 1976 n° 4060 con decorrenza dal 1 aprile 1977 e compresa nella zona oggetto di “Dichiarazione di notevole interesse pubblico” da parte del “Ministero per i Beni Culturali ed Ambientali” con Decreto 29 novembre del 1993 firmato dal Ministro Ronchey, inclusa nella Riserva Naturale Regionale Foce Sele Tanagro (L.R. 1 settembre 1993 n° 33 e s.m.) dista circa 6 km dal sito. Infine il fiume Sele si trova a circa 1.5 km in linea d’aria dall’area di discarica.



*Figura 2 Ortofoto discarica Macchia Soprana*

#### **4.2. INQUADRAMENTO VINCOLISTICO**

Dall'esame delle **Carte tematiche dell'UoM Sele (ex Autorità di Bacino Campania Sud, già ex AdB Interregionale Sele)**, si evidenzia che il sito d'interesse ricade tra le aree a pericolosità Pf2 (susceptibilità media, per frane da media ad alta intensità e stato compreso tra attivo e inattivo) ed a rischio Rf2 (rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana Pf2, con esposizione a un danno moderato o medio, nonché su aree a pericolosità reale da frana Pf1, con esposizione a un danno elevato o altissimo).

Il **Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Salerno (PTCP)** costituisce lo strumento unitario e organico di pianificazione e programmazione dell'intero territorio provinciale. Esso è stato approvato con Delibera di Consiglio Provinciale n.15 del 30/03/2012. Dall'analisi degli elaborati tecnici e cartografici costituenti il PTCP – “Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Salerno” si evincono le seguenti principali informazioni in merito all'area di sedime della discarica in progetto:

- ricade in zona a massima biodiversità;
- è classificata come indice di naturalità massima o indisturbata;
- è sottoposta a vincolo idrogeologico;

Il Ministero per i Beni culturali ed ambientali ha redatto per la Regione Campania 14 Piani Paesistici, dall'analisi dei dati riportati negli stessi si evince come il territorio del Comune di Serre e quindi l'area della discarica, non rientrano in nessuno dei succitati quattordici piani paesistici.

L'area risulta invece soggetta a **vincolo paesistico** ai sensi dell'art. 142 comma 1 lettera g) del D. lgs. 42/2004 trattandosi di zona boschiva. L'area oggetto di localizzazione della discarica non rientra all'interno di aree protette SIC o ZPS sebbene sia a meno di 6 km di distanza dall'Oasi di Persano, di rinomato pregio ambientale.

#### **4.3. INQUADRAMENTO URBANISTICO**

I territori circostanti, compresi nel raggio di 500 m, hanno destinazioni d'uso seguenti: **Zona Territoriale Omogenea E3**. Dall'analisi del PRG del Comune di Serre (SA), relativamente alla carta dell'uso agricolo e delle attività colturali in atto, si evince come l'area di sedime della discarica sia classificata come **Zona Territoriale Omogenea del tipo E3**.

Il preliminare di PUC, approvato con Delibera di Giunta Comunale del comune di Serre n. 71 del 28/04/2015, individua l'area come “Impianto di interesse generale esistente” mentre l'area circostante ricade in ambito forestale.

Nel presente piano di caratterizzazione, considerato l'uso effettivo del sito, ai fini della scelta della CSC di riferimento, si prevede l'adozione della colonna A “Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale” di cui alla tabella 1 del D. Lgs. 152/06 Allegato 5, Parte IV.



È, infatti, pratica consolidata che la teorica destinazione urbanistica di un'area non è elemento sufficiente per determinare l'applicazione della tabella A o B, ma deve essere valutata anche in considerazione dell'effettivo uso a cui il sito è destinato e ai pericoli che possono derivare all'ambiente e alla salute umana.

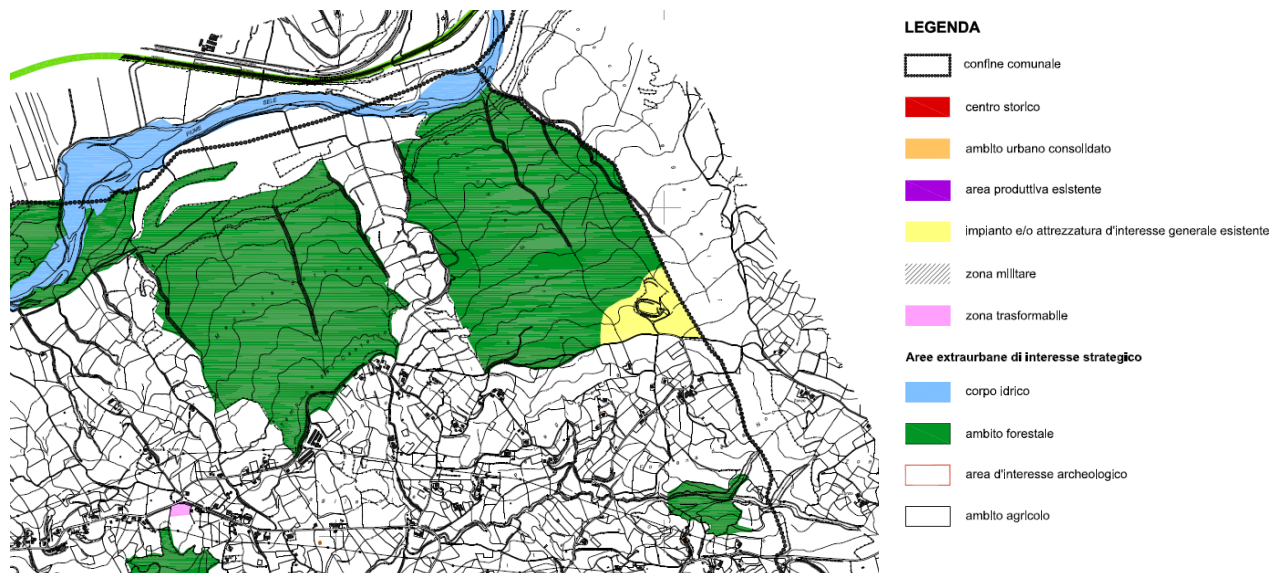


Figura 3 Preliminare di PUC del comune di Serre

#### 4.4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Il presente paragrafo è stato redatto secondo le indicazioni contenute nella Relazione geologica e idrogeologica redatta nel novembre 2009, nell'ambito della progettazione definitiva commissionata dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri, ed acquisita dalla scrivente ai fini della presente relazione.

##### 4.4.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area d'interesse ricade nel Comune di Serre (Salerno) ed è costituita dai terreni dell'Unità Sicilide (Cretaceo sup. - Miocene inf.), che ricopre le restanti unità stratigrafico – strutturali dell'Appennino Meridionale s.s. Detta unità, ribassata tettonicamente, ad Est è a contatto con i calcari mesozoici dell'Unità Alburno - Cervati ~ Pollino, mentre ad Ovest è ricoperta dai depositi alluvionali pleistocenici della Valle del Sele.

Restringendo lo sguardo sull'area della discarica, rappresentata dalla parte alta della collina di Macchia Soprana - Peragineta, i terreni affioranti, stratigraficamente dall'alto verso il basso, sono:

- Arenarie quarzoso - micacee (Ar): si tratta di arenarie eteropiche con calcari (Cm) e siltiti (As);
- Complesso calcareo - marnoso - arenaceo: si tratta di un deposito nei cui livelli superiori prevalgono i calcari (As) e in quelli inferiori le siltiti;
- Argille Varicolori, rinvenibili in modo disarticolato alla base del rilievo.

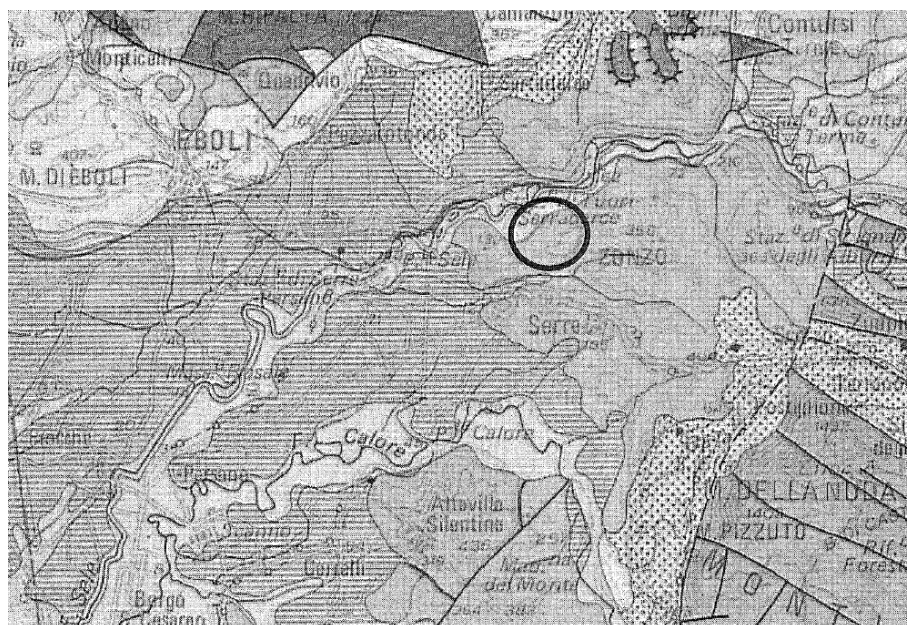


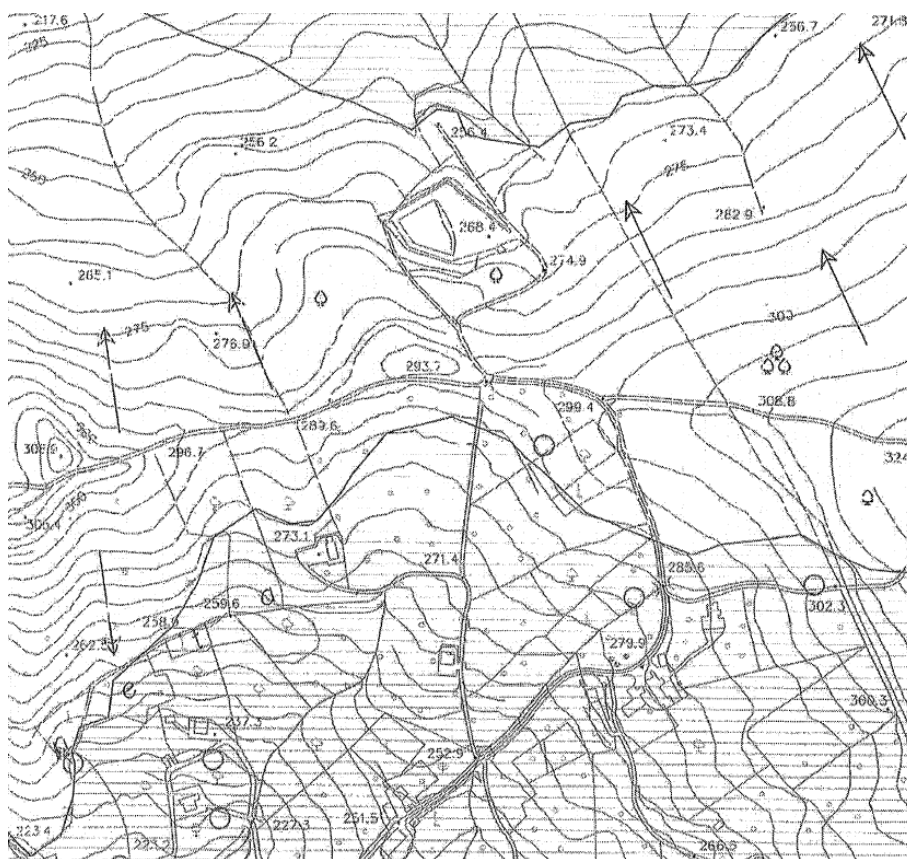
Figura 4 Stralcio della Carta Geologica dell'Appennino Meridionale (scala originaria, 1:250.000)

I caratteri litostratigrafici del sito d'interesse si traducono, dal punto di vista idrogeologico, in eterogeneità ed anisotropia nei confronti della circolazione idrica sotterranea. Si tratta, in ogni caso, di litotipi a basso e/o bassissimo grado di permeabilità mista.

#### 4.4.2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio d'interesse individua, in termini altimetrici, una zona di bassa collina. La zona di alto morfologico trova la sua culminazione topografica a circa 300 m s.l.m. e, seguendo uno sviluppo piuttosto irregolare, digrada debolmente verso Ovest. Il versante Nord di Macchia Soprana, la cui parte alta individua il sito d'intervento, si raccorda col terrazzo di golena del fiume Sele a circa 55 m s.l.m., che dista grossomodo 3 + 3,5 km dal crinale.

Il rilievo è caratterizzato da una morfologia dolce, con pendenze dell'ordine di 10+20%, sia lungo i versanti meridionale e settentrionale, sia lungo il crinale.



*Figura 5 Stralcio topografico del sito d'intervento (tratto dalla relazione del dott. geo/. A. Di Rosario)  
Le frecce indicano, con buona approssimazione, le direttrici di massima pendenza.*

Nonostante le basse pendenze è possibile riscontrare:

- linee d'impluvio più o meno nette, poco più a valle del crinale;
- una buona densità di drenaggio.

Ciò è indice, sia dell'erodibilità relativamente elevata dei terreni in affioramento sia della loro scarsa ricettività in termini di infiltrazione idrica.

Ciò nonostante, l'assenza di un pattern idrografico di tipo dendritico esclude la presenza in affioramento di terreni a componente argillosa dominante. Ovviamente, ciò suggerisce la possibilità che possa instaurarsi un minimo di circolazione idrica sotterranea alimentato da apporti zenitali, sia pure limitato soprattutto alla fascia relativamente più superficiale dei terreni in analisi. Va anche tenuto conto che, data l'eterogeneità dei terreni costituenti il substrato (soprattutto per la presenza di eteropie), i processi morfodinamici agiscono in modo differenziale entro i primi metri dal piano campagna. In particolare, come rilevato dal dott. A. Di Rosario, nella relazione allegata al progetto, "lungo la fascia crinalica, lo spessore del suolo è maggiore dove è prevalente la componente arenacea e siltitica e minore dove sono più diffusi i lito tipi calcarei".

Ciò si riflette, ovviamente, in una disomogenea capacità di ricezione dei terreni superficiali, il che influenza:

- l'entità della portata idrica in grado di defluire a bassa profondità;



- le traiettorie delle principali direttrici di deflusso idrico sotterraneo.

Quindi, è importante sottolineare che, oltre ad essere limitato alla coltre più superficiale dei terreni, il deflusso idrico sotterraneo sub - superficiale è subordinato alla parte più permeabile dei depositi. Infatti, nella citata relazione tecnica, il dott. A. Di Rosario ha scritto che *"è possibile prevedere la presenza di una falda effimera più superficiale localizzata nelle alteriti, in particolare nei cumuli e paleo-accumuli detritici"*.

La conformazione morfologica del versante di Macchia Soprana indica peraltro che fenomeni di instabilità sono possibili.

Non a caso, in terreni come quelli poc'anzi descritti, la morfodinamica dei versanti si esplica, tra l'altro, attraverso la risagomatura del declivio consistente nello sviluppo di una morfologia composta da avvallamenti (a monte) e rigonfiamenti (a valle).

Occorre però sottolineare alcuni aspetti che, nel caso in studio, hanno risvolti pratici significativi. Infatti, la franosità del versante, nel suo insieme, è caratterizzata perlopiù da:

1. colamenti: cioè, fenomeni superficiali subordinati alla coltre alteritica poggianti sul substrato inalterato;
2. episodi a cinematisma intermittente in quanto si riattivano in seguito a prolungati periodi piovosi e, dunque, connessi con la circolazione idrica sub - superficiale.

Ne consegue che il piano d'imposta della discarica è da ritenere certamente stabile, laddove è soggiacente allo strato d'alterazione superficiale. Laddove tale condizione non si verifica, è evidentemente possibile migliorarne l'assetto eliminando o diminuendo significativamente la pur scarsa circolazione idrica sub-superficiale.

#### 4.4.3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Sulla scorta delle conoscenze pregresse ed acquisite nel corso delle indagini, il sottosuolo dell'area d'intervento può essere schematizzato, dal punto di vista idrogeologico, come segue:

- uno strato superficiale fortemente eterogeneo, il cui spessore varia dai 5 ai 10 metri circa, caratterizzato da pezzame calcareo - arenaceo inglobato in matrice sabbioso - argillosa, ovvero sabbioso - limosa, nel quale è ragionevole aspettarsi l'individuazione di un deflusso idrico, sia pure subordinato alla componente più permeabile del deposito;
- un substrato anch'esso eterogeneo, costituito da alternanze di arenarie, marne e argille, nel complesso costituente un acquifero a permeabilità mista, poco produttivo.

Per quanto concerne le acque sotterranee, è da ritenere che:

- esiste una **falda** nelle arenarie fratturate che non è stata intercettata dalle perforazioni di sondaggio (quindi, più profonda dei 30 metri dal piano campagna), ragion per cui, salvo situazioni particolari, non in grado di interagire con la discarica ovvero comportare problemi di sorta;
- in ogni caso l'acquifero arenaceo è poco produttivo:

- sia per la scarsa ricettività dei terreni affioranti, che limitano l'entità della ricarica attiva;
- sia per la presenza di fratture rade e spesso intasate da depositi a grana fina;
- sia per la conseguente scarsa conducibilità idraulica, che rende minimi anche gli eventuali travasi idrici sotterranei dai domini idrogeologici adiacenti.

Le uniche acque che possono interferire con la discarica sono quelle a deflusso sub - superficiale ed è pertanto su queste che è stata focalizzata l'attenzione.

Data la natura dei terreni (poco permeabili) il deflusso idrico sotterraneo tende a svilupparsi adattandosi alla morfologia del territorio.

Per tale motivo, la zona di alimentazione è individuabile in corrispondenza degli alti morfologici e il deflusso idrico tende ad instaurarsi grossomodo parallelamente al pendio. Di conseguenza, il gradiente piezometrico può essere ipotizzato approssimativamente uguale alla pendenza del declivio. Tuttavia, per motivi di carattere:

- **geologico:** eteropie tra calcari e arenarie;
- **geomorfologico:** diversa intensità del weathering in funzione del protolito.

la coltre più superficiale dei depositi in questione è caratterizzata da una notevole complessità lito stratigrafica che può rendere i circuiti di filtrazione anche molto contorti. Non è detto, quindi, che le direttrici di deflusso seguano esattamente le linee di massima pendenza del piano campagna.

Di conseguenza non è escluso che, sebbene il sito di stoccaggio insista sulla parte alta del versante:

1. i flussi idrici sub - superficiali, a partire dalle quote più alte, possano ugualmente raggiungere i suoi margini, lungo traiettorie governate, non solo dalla topografia esterna, ma soprattutto dalle caratteristiche stratigrafico - strutturali del territorio e dalle irregolarità morfologiche caratterizzanti il substrato relativamente meno permeabile della coltre alteritica;
2. l'area di alimentazione del deflusso sotterraneo, potrebbe individuarsi anche dove il pendio non digrada verso la discarica; quindi potrebbe essere leggermente più ampia della sola zona di crinale.

#### **4.4.4. VERIFICA DELLA PRESENZA DI EVENTUALI OBIETTIVI SENSIBILI POSTI A VALLE IDROGEOLOGICA O DI UTILIZZO A SCOPO IDROPOTABILI/AGRICOLO DI TALE RISORSA**

Il sito di discarica di Macchia Soprana è situato in prossimità dello spartiacque morfologico del versante. Il PUC del comune di Serre (*Tavola G4N-Carta\_Idrogeologica*) riporta in planimetria i **pozzi** presenti all'interno del territorio comunale. È stata considerata come area di influenza l'intorno di 1 km a partire dal sito di discarica in parola. Si ritiene di escludere l'area posta a sud dello spartiacque morfologico, in quanto la discarica è posta al di là dello stesso ed il flusso delle acque tende a svilupparsi in direzione nord. (**Allegato 1 - Stralcio della Carta idrogeologica - estratto del PUC - Comune di Serre**). Inoltre, a valle idrogeologica, nella direzione di flusso delle acque, considerando il PUC del Comune di Serre (*Tavola 6 PUC\_SISTEMA DELLE PROTEZIONI*), l'area è interessata da **vincolo boschivo** (L. 431/1985 e Dlgs 42/2004), scevra



da insediamenti agricoli e/o residenziali. (**Allegato 2** - *Stralcio della Carta dei vincoli - estratto del PUC - Comune di Serre*)

Alla luce di quanto esposto, risulta esclusa la possibilità di influenza su eventuali obiettivi sensibili posti a valle idrogeologica.

## 5. DESCRIZIONE DISCARICA MACCHIA SOPRANA

La realizzazione della discarica di rifiuti non pericolosi sul sito di Macchia Soprana nel Comune di Serre è stata prevista all'art.1 dell'OPCM n. 3590 "Ulteriori disposizioni urgenti per fronteggiare l'emergenza nel settore dello smaltimento dei rifiuti Regione Campania" del 23 maggio 2007. Il progetto redatto, inizialmente con oggetto la sola realizzazione di una discarica per una volumetria di rifiuti abbancabile pari almeno a 300.000 m<sup>3</sup> (Vasca 2), fu approvato in conferenza di servizi del 5 giugno 2007 e nella stessa conferenza venne prevista la realizzazione di un sito di stoccaggio provvisorio (Vasca 1) per far fronte alle esigenze di smaltimento durante la realizzazione della discarica progettata. In seguito, il sub Commissario di Governo per l'Emergenza Rifiuti in Campania ha ritenuto opportuno predisporre un'ulteriore vasca di discarica in adiacenza a quella prevista ed al sito di stoccaggio (Vasca 3).

Successivamente, con ordinanza n. 7 del 19.7.2007, il Presidente della Provincia, sub Commissario di Governo, affidava nuovamente la redazione del progetto esecutivo per trasformare in discarica il sito di stoccaggio e l'area sottoposta ad interventi di messa in sicurezza e bonifica specificando che il progetto doveva riferirsi all'ampliamento di tutti gli impianti previsti e realizzati in maniera tale da assicurare una funzionalità coordinata e quanto più unitaria possibile delle diverse vasche di discarica per una volumetria almeno pari a 700.000 m<sup>3</sup>.

La volumetria utile finale (progetto agosto 2007) derivante dalla progettazione eseguita è risultata pari a oltre 900.000 m<sup>3</sup> con circa 816.000 m<sup>3</sup> in vasca A, ottenibile dalle aree della prima discarica, dalla seconda discarica e dalle aree recuperabili a seguito dell'intervento di bonifica effettuato dal Consorzio SA 2 (Vasca 2-3-4) e circa 100.000 m<sup>3</sup> in vasca B (vasca 1), ottenibile dalla trasformazione in discarica del sito di stoccaggio provvisorio. Tali volumi erano stati computati escludendo i volumi da utilizzare per l'impermeabilizzazione del fondo delle discariche come previsto dal D. Lgs 36/2003.

In data 26.8.2009, nel Verbale dell'apposita Conferenza di Servizi svoltasi e nel conseguente Decreto del Direttore Generale della Qualità della Vita del Ministero dell'Ambiente n. 4929/QdV/DI/B dell'1.9.2009, veniva indicata la sussistenza della "Possibilità tecnica di rendere disponibili, in condizioni di sicurezza, ulteriori capacità di abbancamento in Vasca 4 per 125.000 t di ulteriore capacità tra vasca 2 e vasca 4 dove procedere al progressivo trasferimento delle 110.000 t di rifiuti presenti nel sito di stoccaggio temporaneo attrezzando, come previsto nel progetto già approvato, la medesima area a lotto di discarica denominato vasca 1".

Facendo seguito all'esito di un incontro tenutosi presso la sede della Missione *siti, aree ed impianti* in data 21.10.2009, alla presenza di rappresentanti dell'ARPAC, del Consorzio di Bacino SA2, dei Collaudatori, del Direttore dei lavori e dei progettisti e consulenti firmatari dei vari progetti dell'impianto di discarica in esame, con Ordinanza n. 235 del 5.11.2009 della Presidenza del Consiglio dei Ministri Missioni *siti, aree ed impianti*, è stato disposto di provvedere alla progettazione definitiva ed esecutiva degli "Interventi di completamento nei limiti dei profili autorizzati e di chiusura dell'impianto di discarica in località Macchia Soprana, nel comune di Serre (SA)"; quanto sopra avvalendosi della struttura di progettazione interna di cui all'OPCM n. 45 del 26.6.2009 e con il supporto di consulenti esterni per gli aspetti di geologia ed idrogeologia, strutturali e di supporto alla progettazione comprensivo dei rilievi topografici.

Il progetto definitivo degli "Interventi di completamento nei limiti dei profili autorizzati e di chiusura dell'impianto di discarica in località Macchia Soprana" veniva consegnato nel novembre 2009 (integrato nel dicembre 2009). Nello stesso si evidenziava che i volumi necessari per consentire la chiusura di vasca 4 risultavano pari a 100.000 m<sup>3</sup> e che, i rifiuti attualmente abbancati in Vasca 1 (sito di stoccaggio) possono essere definitivamente ubicati, per parte all'interno di vasca 4 e per la restante parte nell'ambito di vasca 1 stessa, previo svuotamento e sistemazione, conforme al progetto dell'agosto 2007 delle aree via via svuotate dal rifiuto provvisorio abbancato. (rif. Par. A.1.1. Contenuti e Modalità dell'Autorizzazione Integrata Ambientale- Impianto di discarica di Serre).

### **5.1. CONFERIMENTI**

Nella discarica di Macchia Soprana sono stati conferiti dal mese di luglio 2007 al mese di agosto 2008 circa 700.000 tonnellate di RSU su una superficie utile di circa 70.000 mq.

L'impianto è articolato su n. 3 invasi denominate Vasche:

- Vasca N.1: corrisponde al sito di stoccaggio provvisorio;
- Vasca N.2: risulta occupata dai rifiuti per l'intera volumetria ed è stata eseguita la copertura definitiva (capping) così come previsto dal DLgs 36/2003 ad eccezione dell'ultimo strato drenante e di terreno vegetale, in attesa del sistema definitivo di captazione e valorizzazione biogas.
- Vasca N.4: In essa è stata inclusa la ex vasca N. 3 ed i rifiuti ivi presenti sono stati ricoperti con uno strato provvisorio di argilla e terreno vegetale, in attesa di completamento.

### **5.2. AUTORIZZAZIONE**

La discarica di Macchia Soprana, la cui realizzazione è stata decisa dall'art. 9 della Legge 14 luglio 2008, n. 123, è stata autorizzata con **Autorizzazione Integrata Ambientale** adottata con **Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 290 del 31.12.2009**.

## 6. PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

In presenza di una presunta contaminazione, il Piano di Caratterizzazione rappresenta il primo di una serie di passi che hanno come obiettivo la bonifica e/o la messa in sicurezza del sito. È necessario porre l'accento sul fatto che, se da un lato le indagini di caratterizzazione di un sito devono avere come prerogativa la definizione qualitativa e quantitativa dell'eventuale contaminazione con minore approssimazione possibile, dall'altro la progettazione del piano di caratterizzazione non può prescindere dal considerare i costi connessi alla sua realizzazione.

Il prodotto finale del Piano è il **Modello Concettuale Definitivo**, indispensabile punto di partenza per la progettazione degli interventi di risanamento ambientale. L'elaborazione di un modello concettuale definitivo del sito sarà possibile mediante l'integrazione dei risultati delle analisi chimico-fisiche e d'altro tipo, realizzate durante il campionamento, le indagini e le analisi.

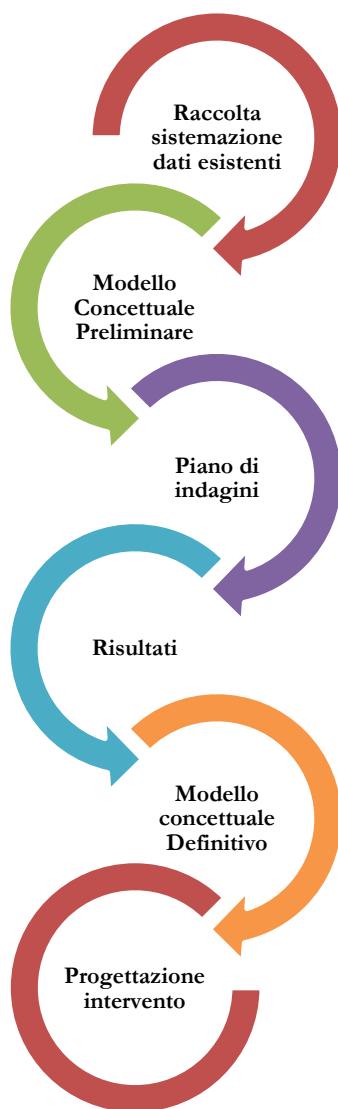


Figura 6 Sequenza logica delle fasi di attuazione del Piano di caratterizzazione di un sito

### **6.1. FORMULAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE**

Secondo quanto previsto dall'Allegato 2 alla Parte IV, Titolo V del D. Lgs. 152/06 e s.m.i., il Modello Concettuale Preliminare dell'intera area è stato elaborato in base alle informazioni storiche disponibili ed alle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche dell'area, descritte nel dettaglio nei paragrafi precedenti.

Il **Modello Concettuale Preliminare** utilizzato per l'individuazione del successivo piano di caratterizzazione prende in riferimento le aree della discarica di Macchia Soprana.

In particolare, il Modello Concettuale del Sito (MCS) prende in considerazione le potenziali fonti di contaminazione, la tipologia della contaminazione, le vie di diffusione della contaminazione ed i bersagli umani e ambientali. Tale modello risulta di fondamentale importanza per la corretta definizione del piano delle indagini e, quindi, per la successiva eventuale progettazione dei più appropriati interventi di bonifica.

Sempre secondo l'Allegato 2 del succitato D. Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., parte integrante del Modello Concettuale del Sito, è la definizione preliminare sulla base delle informazioni storiche a disposizione, delle caratteristiche idrogeologiche dei principali acquiferi presenti, in quanto possibili veicoli della contaminazione. Relativamente a tale aspetto, si rimanda a quanto esposto in precedenza, ripreso in parte nei paragrafi che seguiranno.

La metodologia adottata per la caratterizzazione del sito, nonché per l'estrapolazione del modello concettuale, fa riferimento ad un criterio di analisi che sintetizza quanto disciplinato dall'Allegato 2 alla Parte IV, Titolo V del D. Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. Tale modello si basa principalmente sull'individuazione di categorie di elementi caratterizzanti la situazione ambientale del sito esaminato, così individuati:

- Sorgente di contaminazione;
- Vettori di trasporto o vie di migrazione;
- Bersagli.

In pratica si può sintetizzare uno schema (*Rif. Fig. 13*) di tutte le relazioni che intercorrono tra la sorgente, ovvero le caratteristiche specifiche chimico-fisiche della fonte inquinante ed i punti dove quest'ultima è presente; il trasporto, ovvero i possibili canali di trasmissione o i punti di contatto che possano generare contaminazione; il bersaglio, ovvero l'oggetto (comunità antropiche, falda, altri elementi rilevanti dal punto di vista idrogeologico, terreni, biocenosi, flora, fauna, ittiofauna, eccetera) potenzialmente interessato dall'evento inquinante (Zaninetta, 2001; Vaccari, 2001).

Con il nome sorgenti si intendono sia le sorgenti primarie, cioè le cause principali a dar luogo alla contaminazione che, nel caso del sito di interesse, sono costituite dalle condizioni strutturali e di contenimento dell'abbanco di rifiuti, sia le sorgenti secondarie che, da un altro punto di vista, possono essere considerate anche come i primi bersagli ad essere colpiti (bersagli primari); infatti, elementi come

le acque ed il suolo sono serbatoi naturali di eventuali contaminanti che a loro volta sono giunti in essi. Quest'ultimi, nel caso specifico, sono stati individuati nelle acque di falda, nel suolo e nell'aria. Nell'elaborazione del modello concettuale del sito si è tenuto conto delle sorgenti di contaminazione, delle vie di trasporto e dei ricettori/bersagli. Si riporta di seguito un esempio di modello concettuale:

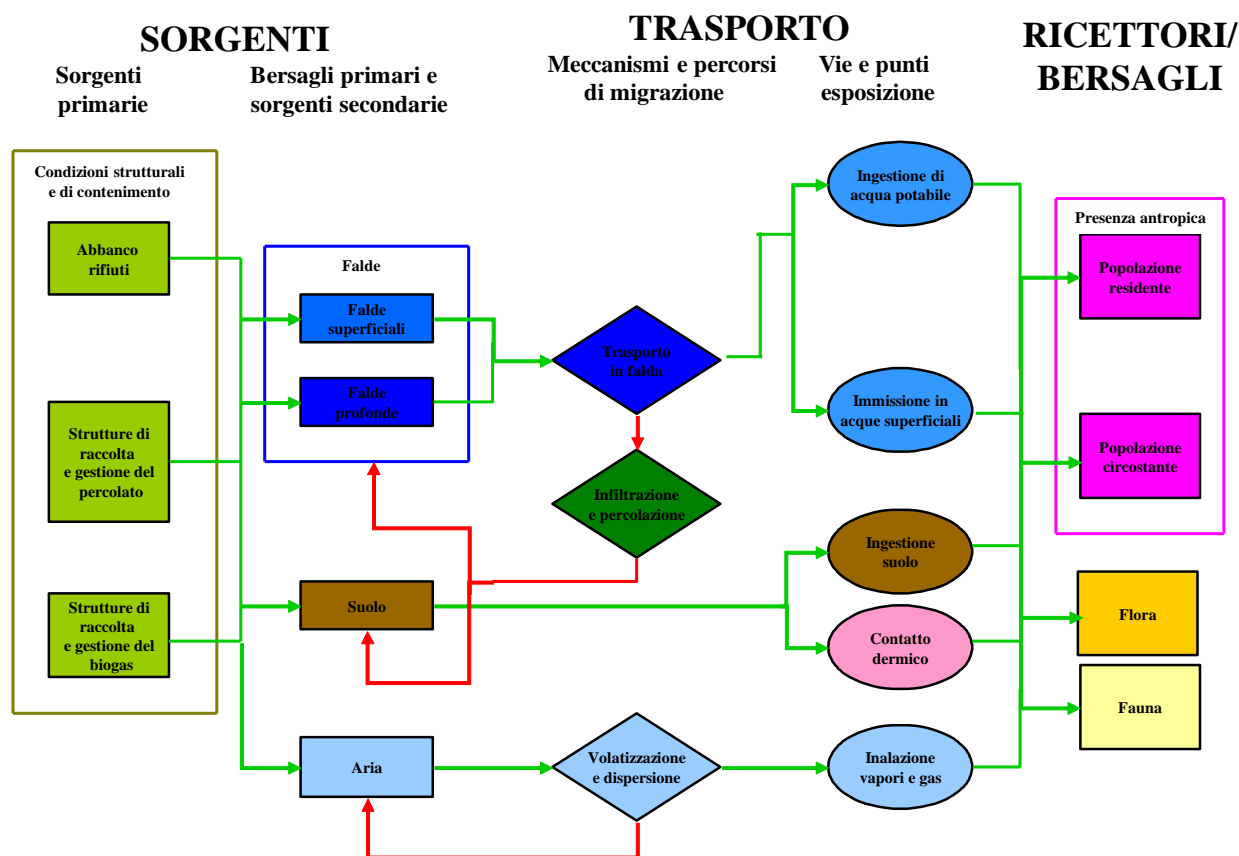


Figura 7: Esempio di modello concettuale

- 1) **fonte di contaminazione:** deposito rifiuti (*sorgente primaria*), suolo, acque sotterranee ed aria (*sorgenti secondarie*);
- 2) **vie di trasporto e migrazione:** trasporto in falda, infiltrazione e percolazione nel suolo e volatilizzazione - dispersione nell'aria;
- 3) **bersagli della contaminazione** ovvero, le matrici ambientali potenzialmente interessate: l'acquifero, la vegetazione e la fauna locale e la popolazione.

### 6.1.1.FONTI DI CONTAMINAZIONE

#### 6.1.1.1. Discarica

Dal punto di vista ambientale, l'accumulo dei RSU conferiti nelle discariche oggetto di caratterizzazione, rappresenta, evidentemente, l'aspetto più rilevante per quanto riguarda la situazione di contaminazione dell'area. Infatti, il deposito dei rifiuti costituisce una potenziale fonte di inquinamento, scaturente dalle emissioni gassose e dai liquidi di percolazione dei rifiuti. Si precisa che le vasche sono state realizzate

conformemente al D.lgs n. 36/03 e pertanto eventuali percolazioni sono dovuti a fenomeni di danneggiamento dell'impermeabilizzazione di fondo.

#### 6.1.1.2. Biogas

La decomposizione anaerobica dei rifiuti sviluppa una serie di prodotti gassosi, la cui miscela viene comunemente indicata con il nome di biogas. Il biogas è costituito da una serie di gas presenti in grande quantità (gas principali) e da un numero di gas minori (gas in tracce). I gas principali sono prodotti dalla decomposizione della frazione organica dei rifiuti solidi, i gas minori possono essere prodotti sia della decomposizione che dalla volatilizzazione di contaminanti in forma liquida o solida (composti volatili). Sebbene presenti in modeste quantità i gas in tracce spesso risultano tossici e molto dannosi per la salute pubblica. I gas generalmente riscontrati in discarica includono principalmente metano ( $\text{CH}_4$ ) e anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ), si rinvenivano in minor quantità anche azoto ( $\text{N}_2$ ), ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), ossido di carbonio ( $\text{CO}$ ), idrogeno solforato ( $\text{H}_2\text{S}$ ), mercaptani, ecc.

Si riporta nella tabella la tipica distribuzione percentuale di tali gas.

Componenti	Percentuale (in volume secco)
Metano	45-60
Anidride carbonica	40-60
Azoto	2-5
Ossigeno	0,1-1
Solfuri	0-1
Ammoniaca	0,1-1
Idrogeno	0-0,2
Monossido di carbonio	0-0,2
Costituenti in tracce	0,01-0,6

Tabella 1 Costituenti tipici riscontrati nel biogas

La produzione dei costituenti principali del biogas segue un andamento caratteristico in cui è possibile individuare 5 fasi successive (Tchobanoglous 1993):

- fase di latenza: i componenti organici biodegradabili dei rifiuti subiscono una decomposizione batterica appena quest'ultimi vengono disposti in discarica. In questa fase, la decomposizione biologica avviene in condizione aerobiche, poiché una certa quantità di aria è intrappolata all'interno della discarica. La composizione del biogas è molto vicina a quella atmosferica, sebbene si noti una graduale riduzione della percentuale di azoto e di ossigeno ed un graduale aumento dell'anidride carbonica che si esalta e si completa nella fase successiva;
- fase di transizione: l'ossigeno si esaurisce e cominciano a svilupparsi condizioni anaerobiche. I nitrati e i solfati sono trasformati in azoto gassoso e idrogeno solforato. Le condizioni anaerobiche possono essere monitorate mediante la misurazione del potenziale di ossido-riduzione del rifiuto

(la produzione di metano avviene quando il valore del potenziale rientra nel range 150-300 millivolts). Il pH in tale fase comincia ad abbattersi a causa della trasformazione da parte dei batteri della materia organica in acidi organici e dell'effetto dell'elevata concentrazione di anidride carbonica;

- fase di acidificazione: si compone di una prima fase di idrolisi in cui si ha la trasformazione dei composti ad elevato peso molecolare (lipidi, polissacaridi, proteine, ecc.) in composti più semplici fonte di energia per i microrganismi, e di una seconda fase acidogena di trasformazione dei composti ottenuti con l'idrolisi in composti a basso peso molecolare come l'acido acetico ed altri acidi organici più complessi. Durante tale fase l'anidride carbonica è il principale gas prodotto, il pH per tale motivo e a causa della presenza di acidi organici assume valori pari a 5;
- fase metanigena: si ha una conversione, ad opera di un diverso gruppo di microrganismi (batteri metanigeni strettamente anaerobici) dei prodotti di trasformazione derivanti dalla fase di acidificazione in metano e anidride carbonica. A causa della suddetta trasformazione il pH risale a valori compresi tra 6,5-8 e il biogas presenta un contenuto di metano che è generalmente maggiore del 50%;
- fase di maturazione: dopo che tutta la materia organica biodegradabile disponibile è stata trasformata in metano e anidride carbonica, la produzione di biogas diminuisce drasticamente, ed è legata sostanzialmente agli apporti di nuova materia organica derivante dai processi di lisciviazione degli strati di rifiuti sovrastanti.

Facendo riferimento a specifiche analisi bibliografiche che hanno studiato il comportamento delle emissioni di biogas nel tempo, si evince che subito dopo i primi anni dalla chiusura della discarica, l'attività di gassificazione della sostanza organica è molto intensa, tanto che più del 90% del carico organico dei rifiuti è emesso da gas e dopo circa 30 anni il biogas emesso risulta essere ad un livello ambientalmente tollerabile (Kruempelbeck et al. 1999).

Una corretta gestione del biogas deve garantire un minimo impatto sui comparti ambientali ed antropici circostanti l'area, ovvero ridurre al minimo, anche nelle più critiche condizioni meteorologiche, le emissioni odorose moleste e potenzialmente nocive, che rappresentano il più importante fattore di disturbo nei confronti delle popolazioni. La corretta gestione deve, ancora, evitare pericoli di incendi ed esplosioni ed i danni alla vegetazione, che possono essere causati, ad esempio, da fughe laterali di biogas, anche a rilevanti distanze dalla discarica.

Inoltre, occorre ridurre al minimo, attraverso il recupero delle sostanze gassose, le emissioni dirette in atmosfera, il metano infatti è uno dei gas che contribuiscono all'effetto serra.



#### 6.1.1.3. Percolato

La valutazione dei prodotti liquidi di una discarica che si originano dalla decomposizione anaerobica del rifiuto e dall'infiltrazione di fonti esterne, quali il drenaggio superficiale, il ruscellamento dell'acqua dai sistemi superficiali e le infiltrazioni dalle falde sotterranee che, attraversando la massa di rifiuto in via di decomposizione, incrementano sensibilmente il proprio contenuto di sostanze sospese e disciolte, risulta essere una operazione fondamentale per la caratterizzazione di una discarica.

Le sue caratteristiche chimiche sono tali da impedire la crescita vegetativa nell'ambiente circostante e un suo sversamento nella falda acquifera ne comporta un livello di inquinamento tale da creare problemi per la popolazione e le attività umane poste al contorno.

Le proprietà e la composizione chimica del percolato presentano range di variazione dei singoli parametri piuttosto ampi, in quanto legati a:

- tipo di processi chimico-fisici e biologici;
- tempo trascorso dall'atto della messa in dimora dei rifiuti;
- composizione merceologica dei rifiuti;
- contenuto medio originario di umidità dei rifiuti freschi;
- condizioni chimico-fisiche del corpo della discarica;
- caratteristiche quali-quantitative dell'acqua in ingresso;
- tipo di gestione dell'impianto.

La produzione dei costituenti principali del percolato, così come avviene per il biogas, segue un andamento caratteristico, in cui è possibile individuare 5 fasi successive (fasi di vita della discarica):

- fase di latenza: avvengono esclusivamente processi di decomposizione aerobica delle sostanze organiche dovuti alla presenza di ossigeno intrappolata nei rifiuti freschi. Tale fase è generalmente di durata limitata (poche settimane) a causa dell'elevata richiesta di ossigeno dei rifiuti in relazione alla limitata quantità di ossigeno presente all'interno della discarica, ancora interessati al metabolismo aerobico possono risultare gli strati superiori dello scarico per via dell'ossigeno disciolto veicolato dalle acque di pioggia. In questo stadio non si verifica una sostanziale produzione di percolato;
- fase di transizione: si verifica una diminuzione dei valori del pH ed un contemporaneo aumento della composizione della concentrazione di sostanza organica, di metalli pesanti e di nutrienti;
- fase di acidificazione: questa è la prima fase di degradazione anaerobica, la sostanza organica complessa (grassi, proteine, carboidrati, ecc.) in forma sia disciolta che particolata, viene idrolizzata a composti disciolti più semplici in grado di poter permeare le membrane cellulari dei batteri, quindi ad opera dei batteri della fermentazione tali composti vengono degradati ad acidi grassi volatili, ad alcoli, idrogeno ed anidride carbonica (Christensen et al., 2002). Tale stadio,



pertanto, determina una diminuzione del pH del percolato (tipicamente 5 - 6) causato dall'elevata produzione di acidi grassi volatili e ammoniaca (spesso 500-1.000 mg/lit) dovuta in particolare all'idrolisi e alla fermentazione dei composti proteici, alte concentrazioni di acidi volatili e concentrazioni considerevoli di ioni inorganici (per esempio,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ) dovute alla lisciviazione dei materiali facilmente solubili costituenti i componenti originari dei rifiuti ed i prodotti della degradazione delle sostanze organiche, alti valori del  $\text{BOD}_5$  (generalmente  $> 10.000 \text{ mg/l}$ ) e alti rapporti  $\text{BOD}_5/\text{COD}$  (generalmente  $> 0,7$ ) (Pivato A. 2002);

- fase metanigena: si verifica una trasformazione degli acidi volatili in metano ed anidride carbonica ad opera dei batteri metanigeni strettamente anaerobi. In questo stadio, la composizione del percolato è caratterizzata da valori di pH pressoché neutri, basse concentrazioni di acidi volatili e solidi disciolti totali. La solubilizzazione della maggior parte dei componenti organici diminuisce a questo stadio di funzionamento della discarica, nonostante il processo di stabilizzazione dei rifiuti continui per molti anni e decenni. Il percolato prodotto durante questa fase è caratterizzato da valori di BOD relativamente bassi e bassi rapporti BOD/COD; l'ammoniaca continua ad essere rilasciata. Tale fase ha una durata di circa 15-90 anni;
- fase di maturazione: quando tutta la sostanza organica biodegradabile è stata degradata la produzione di metano va a zero insieme alla concentrazione di acidi volatili. Permangono quasi esclusivamente acidi umici e fulvici che difficilmente possono subire ulteriori trasformazioni e che danno un COD residuo dell'ordine di un centinaio di mg/lit. La produzione di biogas è piuttosto bassa e l'ossigeno presente in atmosfera può diffondersi ed infiltrarsi nella discarica con conseguente sviluppo di zone aerobiche. Le sostanze inorganiche vengono ulteriormente dilavate e possono ritrovarsi nel percolato anche dopo varie decine di anni (Christensen et al., 2002). In particolare da monitoraggi su scala reale è risultato che le discariche per rifiuti urbani possono contenere elevati livelli di metalli pesanti. Per le condizioni anaerobiche che si determinano nella discarica, i metalli pesanti sono immobilizzati all'interno del rifiuto sotto forma di solfati insolubili, la modifica delle condizioni ambientali all'interno dell'abbanco di rifiuti (diminuzione del pH dovuto all'anidride carbonica prodotta dall'ossidazione della sostanza organica residua) può condurre al successivo rilascio degli stessi (Boni et al., 2002). La fase di maturazione si può raggiungere anche dopo centinaia di anni.

Considerando i periodi di abbanco rifiuti si può ipotizzare che gran parte dell'abbanco si trovi nella fase metanigena; questa condizione ci consente di definire le caratteristiche generali del biogas e del percolato nel caso fossero stati abbancati esclusivamente RSU. Facendo riferimento a specifiche analisi bibliografiche che individuano i contaminanti tipicamente presenti all'interno del percolato prodotto da discariche di RSU, si riportano nella tabella 3.2 i valori delle concentrazioni di alcuni parametri rilevanti nel percolato in funzione della fase di degradazione.

Nella fattispecie EHRIG (1990) ha raccolto le concentrazioni nel percolato di numerose discariche tedesche degli anni settanta ed ottanta. KRUSE (1994) ha studiato 33 discariche nella Germania del Nord; le concentrazioni nel percolato si riferiscono essenzialmente agli ultimi anni ottanta e i primi anni novanta. Tra le due ricerche ci sono differenze significative relativamente ai parametri organici. Nelle discariche più giovani (KRUSE, 1994) le concentrazioni nel percolato di COD, BOD5 e TOC sono minori di quelle determinate da EHRIG (1990) circa dieci anni prima. Ciò si può spiegare con gli sviluppi nella tecnica di smaltimento dei rifiuti. In molte discariche più recenti sono stati adottati la deposizione dei rifiuti ed il compattamento in strati sottili in combinazione con uno strato di fondo pre-trattato aerobicamente. Ciò ha condotto ad un accorciamento della fase acida e ad un'accelerazione della conversione dei componenti organici del percolato nella fase gassosa, ovvero della degradazione dei composti organici a metano ed anidride carbonica. Dal confronto della composizione prevista da quella realmente riscontrata in sito, si potrà avere una prima ed importante indicazione sulla reale tipologia dei rifiuti abbancati.

**tab. 3.2** Costituenti del percolato da discarica di RSU (da EHRIG, 1990 e KRUSE, 1994)

Parametro	Unità	Percolato da RSU (EHRIG, 1990)				Percolato da RSU (KRUSE, 1994)					
		Fase Acida		Fase Metanigena		Fase Acida		Fase Intermedia		Fase Metanigena	
		Intervallo	Media	Intervallo	Media	Intervallo	Media	Intervallo	Media	Intervallo	Media
pH	-	4,5 - 7	6	7,5 - 9	8	6,2 - 7,8	7,4	6,7 - 8,3	7,5	7,0 - 8,3	7,6
COD	mg/l	6.000 - 60.000	22.000	500 - 4.500	3.000	950 - 40.000	9.500	700 - 28.000	3.400	460 - 8.300	2.500
BOD <sub>5</sub>	mg/l	4.000 - 40.000	13.000	20 - 550	180	600 - 27.000	6.300	200 - 10.000	1.200	20 - 700	230
TOC	mg/l	1.500 - 25.000	7.000	200 - 5.000	1.300	350 - 12.000 <sup>2)</sup>	2.600 <sup>2)</sup>	300 - 1.500 <sup>2)</sup>	880 <sup>2)</sup>	150 - 1.600 <sup>2)</sup>	660 <sup>2)</sup>
AOX	µg/l	540 - 3.450	1.674	524 - 2.010	1.040	260 - 6.200	2.400	260 - 3.900	1.545	195 - 3.500	1.725
org. N <sup>1)</sup>	mg/l	10 - 4.250	600	10 - 4.250	600						
NH <sub>4</sub> -N <sup>1)</sup>	mg/l	30 - 3.000	750	30 - 3.000	750	17 - 1.650	740	17 - 1.650	740	17 - 1.650	740
TKN <sup>1)</sup>	mg/l	40 - 3.425	1.350	40 - 3.425	1.350	250 - 2.000	920	250 - 2.000	920	250 - 2.000	920
NO <sub>2</sub> -N <sup>1)</sup>	mg/l	0 - 25	0,5	0 - 25	0,5						
NO <sub>3</sub> -N <sup>1)</sup>	mg/l	0,1 - 50	3	0,1 - 50	3						
SO <sub>4</sub>	mg/l	70 - 1.750	500	10 - 420	80	35 - 925	200	20 - 230	90	25 - 2.500	240
Cl	mg/l	100 - 5.000	2.100	100 - 5.000	2.100	315 - 12.400	2.150	315 - 12.400	2.150	315 - 12.400	2.150
Na <sup>1)</sup>	mg/l	50 - 4.000	1.350	50 - 4.000	1.350	1 - 6.800	1.150	1 - 6.800	1.150	1 - 6.800	1.150
K <sup>1)</sup>	mg/l	10 - 2.500	1.100	10 - 2.500	1.100	170 - 1.750	880	170 - 1.750	880	170 - 1.750	880
Mg	mg/l	50 - 1.150	470	40 - 350	180	30 - 600	285	90 - 350	200	25 - 300	150
Ca	mg/l	10 - 2.500	1.200	20 - 600	60	80 - 2.300	650	40 - 310	150	50 - 1.100	200
tot. P <sup>1)</sup>	mg/l	0,1 - 30	6	0,1 - 30	6	0,3 - 54	6,8	0,3 - 54	6,8	0,3 - 54	6,8
Cr <sup>1)</sup>	mg/l	0,03 - 1,6	0,3	0,3 - 1,6	0,3	0,002 - 0,52	0,155	0,002 - 0,52	0,155	0,002 - 0,52	0,155
Fe	mg/l	20 - 2.100	780	3 - 280	15	3 - 500	135	2 - 120	36	4 - 125	25
Ni <sup>1)</sup>	mg/l	0,02 - 2,05	0,2	0,02 - 2,05	0,2	0,01 - 1	0,19	0,01 - 1	0,19	0,01 - 1	0,19
Cu <sup>1)</sup>	mg/l	0,004 - 1,4	0,08	0,004 - 1,4	0,08	0,005 - 0,56	0,09	0,005 - 0,56	0,09	0,005 - 0,56	0,09
Zn	mg/l	0,1 - 120	5	0,03 - 4	0,6	0,05 - 16	2,2	0,06 - 1,7	0,6	0,09 - 3,5	0,6
As <sup>1)</sup>	mg/l	0,005 - 1,6	0,16	0,005 - 1,6	0,16	0,0053 - 0,11	0,0255	0,0053 - 0,11	0,0255	0,0053 - 0,11	0,0255
Cd <sup>1)</sup>	mg/l	0,0005 - 0,14	0,006	0,0005 - 0,14	0,006	0,0007 - 0,525	0,0375	0,0007 - 0,525	0,0375	0,0007 - 0,525	0,0375
Hg <sup>1)</sup>	mg/l	0,0002 - 0,01	0,01	0,0002 - 0,01	0,01	0,000002 - 0,025	0,0015	0,000002 - 0,025	0,0015	0,000002 - 0,025	0,0015
Pb <sup>1)</sup>	mg/l	0,008 - 1,02	0,09	0,008 - 1,02	0,09	0,008 - 0,4	0,16	0,008 - 0,4	0,16	0,008 - 0,4	0,16

<sup>1)</sup> parametri più o meno indipendenti dalla fase di degradazione biochimica; <sup>2)</sup> COD

Studiando i risultati ottenuti da diversi autori della velocità di degradazione della concentrazione di inquinanti nel percolato, si riporta nella sottostante tabella (Rif. Tab. 10), il tempo di raggiungimento della sostenibilità ambientale dalla chiusura della discarica per alcuni parametri del percolato.

Parametro	C <sub>o</sub> (mg/l)	C <sub>A</sub> (mg/l)	T <sub>A</sub> (anni)	Riferimento
TOC	750	20	212-696	Belevi et al. 1997
COD	2000-43.000	200	120-220	Heyer et al. 1997
		60	200-300	
TKN	800-3.900	70	120-300	

		5	280-580	
N	1200	5	28-38	Belevi et al. 1997
Cl	500-4.200	100	120-220	Heyer et al. 1997
	1300	100	49-69	

Tabella 2 Tempo di raggiungimento della sostenibilità ambientale

*C<sub>0</sub>*: concentrazione di inquinante al tempo T<sub>0</sub> (tra la fine del conferimento dei rifiuti in discarica e il tempo di giacenza in discarica del campione che viene sottoposto alla lisciviazione);

*C<sub>A</sub>*: valori limite di concentrazione sulla qualità delle acque derivati dalle normative tedesche;

*T<sub>A</sub>*: tempo di raggiungimento della sostenibilità ambientale.

Un parametro di controllo per valutare il livello di stabilizzazione della discarica risulta l'ammoniaca o l'azoto totale (l'azoto totale è rappresentato per oltre il 90% da ammoniaca), in quanto la sua concentrazione nel percolato diminuisce più lentamente rispetto ad altri parametri d'interesse e tarda maggiormente a raggiungere i limiti di accettabilità ambientale (Heyer et al. 1997, Kruempelbeck et al. 1999).

Da prendere in considerazione, inoltre, sono anche eventuali problematiche di instabilità dei volumi di rifiuti. Particolare attenzione va posta al pericolo legato alla commistione, a seguito del cedimento dell'abbanco di rifiuti, di sostanze reattive capaci di sprigionare vapori dannosi o di generare reazioni esotermiche e principi di incendio (il biogas nella fattispecie).

### 6.1.2. POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE

Le fonti di contaminazione possono essere differenziate in sorgenti primarie e secondarie. In particolare, le sorgenti primarie sono rappresentate dall'elemento o dagli elementi che sono causa di inquinamento, mentre quelle secondarie dagli elementi soggetti alla contaminazione diretta (come acqua, suolo e aria) che a loro volta possono diventare fattori di trasferimento di contaminanti verso altri comparti ambientali o verso potenziali bersagli. Nel caso in esame l'eventuale fonte di contaminazione primaria è certamente dall'abbanco rifiuti. L'obiettivo del piano di caratterizzazione è quello di ricercare i motivi dell'eventuale contaminazione.

#### 6.1.2.1. Suolo

Il suolo in senso lato è un sistema eterogeneo, composto da solidi, liquidi e gas in varie porzioni. Per le sue capacità di trattenere e permettere il trasporto di elementi in tutte e tre le forme è da considerarsi allo stesso tempo bersaglio primario e sorgente secondaria. Il modello di sottosuolo risulta essere molto eterogeneo lungo la verticale.

#### 6.1.2.2. Acque sotterranee

Tutte le acque che lambiscono, attraversano, entrano in contatto con l'area in oggetto sono delle sorgenti secondarie di contaminazione ma anche dei bersagli primari.

Le uniche acque che possono interferire con la discarica sono quelle a deflusso sub - superficiale ed è pertanto su queste che è stata focalizzata l'attenzione, atteso che in sondaggi effettuati in passato (fino a 30 m di profondità) non è stata intercettata la falda acquifera.

#### 6.1.2.3. Aria

La migrazione nell'aria, allo stesso modo sorgente e bersaglio, fa riferimento ad odori molesti o esalazioni che si possono riscontrare avvicinandosi all'area oggetto di indagine. La diffusione in atmosfera dei contaminanti è estremamente rapida con una drastica riduzione della concentrazione dei contaminanti all'aumentare della distanza dal punto di emissione. I contaminanti presenti in atmosfera, infatti, sono soggetti fondamentalmente a meccanismi di degradazione e trasporto in aria. Pertanto i pericoli connessi alla presenza di una sorgente secondaria di contaminazione all'interno del comparto aria non sono in genere rilevanti se non per i lavoratori a contatto diretto con l'abbanco di rifiuti. Ciò nonostante, la persistenza e l'intensità degli odori molesti costituisce un fattore che sebbene non necessariamente nocivo per la salute o per l'ambiente rappresenta spesso una delle cause scatenanti il malcontento popolare. Nel caso della discarica in esame la presenza nell'aria di odori molesti o esalazioni è un fattore comunque marginale in rapporto al fatto che la zona dove è situata risulta a notevole distanza del centro abitato. Inoltre, i materiali conferiti in discarica (RSU) non presentano grado di volatilità, nocività e persistenza in forma aero dispersa tali da essere presi in considerazione.

#### 6.1.3. TIPOLOGIA DELLA POTENZIALE CONTAMINAZIONE

Per stabilire i possibili traccianti di una contaminazione delle matrici ambientali nell'area in esame, bisogna tenere in considerazione tutti i fattori illustrati nel precedente paragrafo.

In relazione, quindi, alle conoscenze circa le attività svolte all'interno del sito si ritiene di poter ricercare i seguenti analiti:

- **matrice suolo/sottosuolo:**
  - per i campioni di terreno, tutti i parametri della Tab.1, Allegato 5, Parte IV del D.Lgs. n.152/2006 e s.m.i., ad esclusione di Diossine, Furani, PCB e Amianto;
  - per i campioni di top soil: tutti i parametri della Tab.1, Allegato 5, Parte IV del D.Lgs. n.152/2006 e s.m.i..
- **matrice acque sotterranee:** tutti i parametri della Tab.2, Allegato 5, Parte IV del D.Lgs. n.152/2006 e s.m.i.

#### 6.1.4. POTENZIALI VIE DI DIFFUSIONE DELLA CONTAMINAZIONE

Una volta analizzato il sito in esame nell'intento di individuare le eventuali fonti di contaminazione primarie e secondarie e la tipologia di contaminazione in gioco, è necessario valutare le potenziali vie di diffusione della contaminazione stessa. Occorre segnalare, prima di tutto, che il presente Modello Concettuale del Sito (MCS) è un modello preliminare che tiene comunque in considerazione i risultati

delle eventuali precedenti indagini ambientali e/o le informazioni territoriali di area vasta all'interno della quale si inserisce l'area oggetto di indagine. Le conoscenze relative alla qualità ambientale del sito dovranno comunque essere implementate mediante l'esecuzione del piano di investigazione proposto di seguito.

Dall'esame degli ipotetici vettori di migrazione si rileva che:

- Suolo: lo stabilimento, ubicato in area scoscesa, interessa i terreni costituiti da rocce la cui successione stratigrafica rilevata dall'alto verso il basso, comprende:
  - Arenarie quarzoso - micacee (Ar): si tratta di arenarie eteropiche con calcari (Cm) e siltiti (As);
  - Complesso calcareo - marnoso - arenaceo: si tratta di un deposito nei cui livelli superiori prevalgono i calcari (As) e in quelli inferiori le siltiti;
  - Argille Varicolori, rinvenibili in modo disarticolato alla base del rilievo.
- Aria: L'emissione di polvere è estremamente contenuta, in quanto i RSU conferiti nella discarica si presentano ricoperti da terreno vegetale.
- Acque sotterranee: esiste una falda nelle arenarie fratturate che non è stata intercettata dalle perforazioni di sondaggio effettuate in passato (quindi, più profonda dei 30 metri dal piano campagna), ragion per cui, salvo situazioni particolari, non in grado di interagire con la discarica ovvero comportare problemi di sorta. Le uniche acque che possono interferire con la discarica sono quelle a deflusso sub – superficiale.

In base alle informazioni ad oggi disponibili, la principale via di diffusione di una potenziale contaminazione legata alla sorgente primaria rappresentata dai rifiuti, è dovuta ad un eventuale stato fessurativo che ha interessato lo strato di base della discarica.

#### **6.1.5. POTENZIALI BERSAGLI DELLA CONTAMINAZIONE**

I possibili bersagli dell'inquinamento, detti anche ricettori, sono distinguibili in ricettori ambientali (piante, coltivazioni, acque superficiali e profonde, zone protette, habitat particolari etc.) e ricettori umani (residenti e/o frequentatori) che possono essere colpiti attraverso il trasporto dei contaminanti dalle sorgenti inquinate.

I bersagli di un eventuale inquinamento del sito devono essere individuati in relazione alle fonti di contaminazione ed alle potenziali vie di migrazione precedentemente selezionate. L'elevata distanza degli abitati dalla discarica fa ritenere completamente irrilevante il rischio indotto sulla popolazione residente attraverso il comparto atmosferico.

I potenziali bersagli possono essere così individuati:

- L'acquifero: data la natura dei terreni (poco permeabili) il deflusso idrico sotterraneo tende a svilupparsi adattandosi alla morfologia del territorio. Per tale motivo, la zona di alimentazione è

individuabile in corrispondenza degli alti morfologici e il deflusso idrico tende ad instaurarsi grossomodo parallelamente al pendio;

#### **6.1.6. FORMULAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE**

Sulla base dei dati disponibili e delle considerazioni fin qui svolte, è possibile sviluppare il seguente modello concettuale del sottosuolo del sito e della dinamica della contaminazione delle acque. Il sottosuolo presenta una litologia caratterizzata da terreni costituiti da uno strato superficiale fortemente eterogeneo, il cui spessore varia dai 5 ai 10 metri circa, caratterizzato da pezzame calcareo - arenaceo inglobato in matrice sabbioso - argillosa, ovvero sabbioso - limosa, nel quale è ragionevole aspettarsi l'individuazione di un deflusso idrico, sia pure subordinato alla componente più permeabile del deposito e da un substrato anch'esso eterogeneo, costituito da alternanze di arenarie, marne e argille, nel complesso costituente un acquifero a permeabilità mista, poco produttivo.

I flussi idrici sub - superficiali, a partire dalle quote più alte, possano ugualmente raggiungere i margini del sito di stoccaggio, lungo traiettorie governate, non solo dalla topografia esterna, ma soprattutto dalle caratteristiche stratigrafico - strutturali del territorio e dalle irregolarità morfologiche caratterizzanti il substrato relativamente meno permeabile della coltre alteritica. L'area di alimentazione del deflusso sotterraneo, potrebbe individuarsi anche dove il pendio non digrada verso la discarica; quindi potrebbe essere leggermente più ampia della sola zona di crinale.

Pertanto, dagli elementi fin qui riportati è da ritenere possibile un inquinamento del comparto suolo/sottosuolo e/o della falda idrica sotterranea dovuta all'infiltrazione di percolato nel sottosuolo.

Il modello sopra esposto è stato sviluppato sulla base delle attuali conoscenze del sito ed è, pertanto, passibile di modifiche ed affinamenti all'esito dell'acquisizione di ulteriori dati specifici dell'area investigata, di cui si potrà venire in possesso solo con l'esecuzione del piano di caratterizzazione.

#### **6.2. PIANO DI INVESTIGAZIONE**

Definito il Modello Concettuale Preliminare dell'area, è possibile procedere al dimensionamento del piano di investigazione ambientale, mirato a verificare l'effettivo inquinamento conseguente alla presenza dei rifiuti.

In relazione al quadro conoscitivo precedentemente indicato, secondo quanto previsto dalle linee guida riportate nell'Allegato 2 alla Parte IV, Titolo V del D.Lgs. n.152/06 e s.m.i., la scelta della localizzazione dei punti è stata effettuata sulla base di un criterio di tipo ragionato in funzione dell'attuale utilizzo del sito, ponendo particolare attenzione a quelle che sono le potenziali sorgenti di contaminazione primaria e secondaria evidenziate dal Modello Concettuale Preliminare, nonché alle linee guida elaborate dall'ARPAC ed approvate con la Delibera della Giunta Regionale della Campania n. 417 del 27/07/2016.



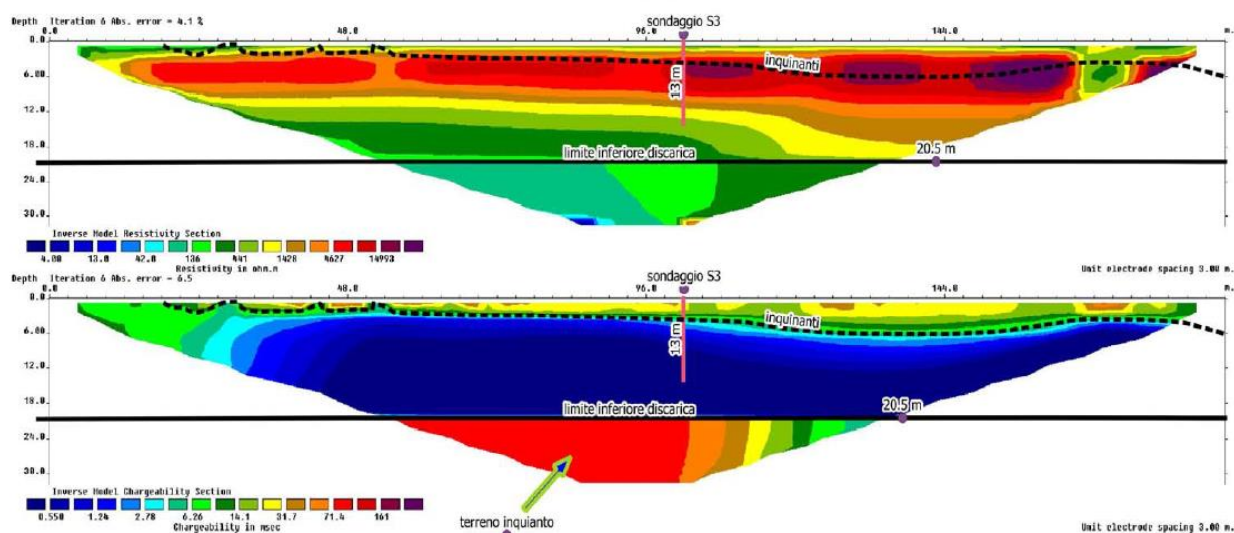
### 6.2.1. PROGRAMMA DI INDAGINI

Dall'esame dei dati di cui si è già in possesso ed alla luce delle risultanze sopra evidenziate, si è redatto il piano di investigazione, fissando le operazioni di indagini di seguito elencati e mirate a:

- Integrità dell'impermeabilizzazione di fondo;
- Presenza di falda sub superficiale;
- Eventuale contaminazione dei terreni nell'intorno definito dal volume perimetrale ai corpi di discarica;
- Eventuale contaminazione delle acque di falda.

La fase conoscitiva in questione, dovrà prevedere le seguenti operazioni:

- prospezioni indirette finalizzate a definire l'integrità dell'impermeabilizzazione di fondo, l'eventuale fuoriuscita di percolato e la presenza di sacche di percolato all'interno dell'abbanco rifiuti. Nell'immagine seguente si riporta un esempio di impermeabilizzazione di fondo danneggiata individuata mediante indagine indiretta.



- analisi delle condizioni geologiche, geomorfologiche e pedologiche dell'area individuata;
- definizione delle caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche del sito, in termini di flusso sotterraneo su scala locale mediante la realizzazione di piezometri e analisi delle condizioni idrodinamiche;
- prospezioni dirette per determinare le caratteristiche, del suolo e delle acque sotterranee.

### 6.2.2. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ INVESTIGATIVE

Le attività investigative saranno eseguite sulla scorta delle considerazioni sopra sviluppate ed attenendosi alle linee guida, riportate nell'Allegato 2 alla Parte IV, Titolo V del D.Lgs. n.152/06 e s.m.i., nonché alla Delibera della Giunta Regionale della Campania n. 417 del 27/07/2016.

In particolare, saranno eseguite preliminarmente delle indagini geofisiche indirette, mediante l'esecuzione di **n. 18 stendimenti**, equamente distribuiti sulle tre vasche presenti. Il numero di indagini è stato

dimensionato a vantaggio di sicurezza rispetto al minimo necessario, sovrapponendo gli stendimenti al fine di ottenere una rappresentazione completa del solido volumetrico investigato.

Le misure relative agli stendimenti sono riportate nella tavola grafica *E.G. 01 rev. 02*.

A seguito delle indagini indirette, seguiranno le indagini dirette, costituite nello specifico da:

- monitoraggio della matrice ambientale suolo e sottosuolo:
  - **n. 12 punti di indagine a perforazione continua (Si)**, lungo il perimetro delle 3 vasche di discarica, spinti fino alla profondità di 5 metri sotto il piano basale di abbancamento dei rifiuti, di cui 6 adibiti anche a piezometro;
  - **n. 3 punti di indagine top soil (Ti)**, uno per ogni vasca, al fine di verificare eventuali contaminazioni dovuti ad incendi progressi. Ad oggi, alla scrivente non sono state fornite notizie in merito ad incendi avvenuti sui luoghi.
- monitoraggio della matrice ambientale acque sotterranee:
  - l'area è già dotata di **n. 8 pozzi spia** che intercettano la falda e che consentono, quindi, l'analisi delle acque sotterranee nell'area oggetto di indagine (**Pzi**). In aggiunta a tali pozzi spia già presenti si prevede di adibire a piezometro **n. 6 punti di indagine a perforazione continua**.

Per l'esatta ubicazione di tutti i punti d'indagine fin qui descritti, si rimanda all'allegato elaborato grafico "EG 01- Ubicazione dei punti d'indagine\_rev.02".

### 6.2.3. INDAGINI DI TIPO INDIRETTO

I metodi geofisici sono in grado di fornire una rappresentazione globale dell'area in oggetto, in termini di distribuzione verticale e laterale dei parametri fisici che caratterizzano le aree tra le perforazioni. In tal modo il numero delle perforazioni può essere concentrato in aree indicate come anomale dall'indagine geofisica o laddove è necessario acquisire informazioni di maggior dettaglio.

In virtù della complessità del sito si ritiene opportuno un approccio geofisico di tipo multi-metodologico, riducendo il numero di ambiguità interpretative insito in ogni singolo metodo.

Le indagini indirette saranno eseguite distintamente per le 3 vasche costituenti l'area di discarica. Per ogni vasca saranno previsti 6 stendimenti (3 per ogni direzione) per un totale di n. 18 stendimenti sull'intera area. In particolare:

VASCA	Lunghezza totale stendimenti
1	712 m
2	964 m
3-4	942 m
<b>Totale</b>	<b>2.618 m</b>

*Tabella 3 Indagini indirette eseguite sulle 3 vasche di discarica*



#### 6.2.3.1. Modalità esecutive delle indagini

Il metodo elettrico si basa sullo studio della risposta del sottosuolo al passaggio di una corrente elettrica continua immessa in superficie. Le misure, eseguite automaticamente in tempi rapidi, sono finalizzate alla determinazione della resistività elettrica (inverso della conducibilità) che varia in funzione delle strutture geologiche attraversate, del contenuto d'acqua e della presenza di acque inquinate (liquidi questi ultimi dotati di spiccata conducibilità elettrolitica).

Il metodo di misura della resistività consiste nell'immettere corrente (I) nel terreno, per mezzo di due elettrodi, e nel misurare la differenza di potenziale ( $\Delta V$ ) creata dalla circolazione della corrente, per mezzo di ulteriori due elettrodi di potenziale. La resistività apparente del suolo, dei rifiuti o del mezzo liquido è calcolata dai valori osservati della corrente, del potenziale e della distanza tra gli elettrodi da cui dipende la profondità della penetrazione della corrente.

Il rilievo Schlumberger consente una valutazione della variabilità di resistività nella colonna stratigrafica; le configurazioni utilizzate per la disposizione degli elettrodi sono: per profili verticali di resistività (SEV, che ricostruiscono la successione verticale dei terreni) o per profili orizzontali (SEO, che ricostruiscono sezioni del sottosuolo). L'esecuzione di diversi profili di resistività, per traiettorie parallele e ortogonali tra loro, consente di disegnare le curve di isoresistività e quindi di costruire la carta di resistività.

Il rilievo Dipolo-Dipolo Assiale, consente la rappresentazione della variabilità di resistività del mezzo in riferimento ad un piano verticale. Questo dispositivo, rispetto allo Schlumberger, permette di investigare strutture elettriche del sottosuolo poste ad una maggiore profondità e presenta inoltre una elevata sensibilità nei confronti delle anisotropie elettriche laterali; inoltre consente di evidenziare, simultaneamente, variazioni verticali e laterali della resistività, fornendo una rappresentazione bidimensionale della elettro-stratigrafia del sottosuolo. Confrontando le curve ottenute con curve teoriche relative a modelli calcolati preliminarmente, è possibile ottenere gli spessori e le resistività degli strati esplorati nel sottosuolo.

#### **6.2.4. INDAGINI DI TIPO DIRETTO**

La fase successiva alle indagini geofisiche sarà rivolta all'esecuzione di indagini di tipo diretto finalizzate a:

- esplorazione del suolo e sottosuolo con prelievo di campioni di terreno, nel rispetto delle metodiche di campionamento da applicare nel caso specifico. Saranno necessari sondaggi geognostici con campionamento in profondità, per la migliore caratterizzazione degli strati di più probabile interesse alla contaminazione. Pertanto le indagini saranno rivolte:
- valutazione delle caratteristiche fisiche (permeabilità, porosità, indice dei vuoti, grado di saturazione, ecc.) e granulometriche del sottosuolo, la conoscenza di tali caratteristiche è importante per la comprensione dei fenomeni cui sono soggetti gli inquinanti all'interno del suolo,

sia per stabilire la maggiore o minore facilità di percolazione delle sostanze inquinanti, sia perché le varie frazioni granulometriche presenti, avendo proprietà chimico-fisiche differenti, interagiscono con queste ultime secondo modalità diverse;

- valutazione delle caratteristiche chimiche finalizzate alla ricerca di eventuali inquinanti individuati sulla scorta dei risultati delle analisi chimico-fisiche dei rifiuti e del percolato;
- campionamento delle acque di falda, predisponendo dei pozzi di piccolo diametro, opportunamente posizionati, che si andranno ad aggiungere, per una più completa indagine, ai pozzi già esistenti nell'area. Anche in questo caso la scelta dei parametri chimico-fisici da ricercare si baserà sui risultati delle analisi chimico-fisiche effettuate sui rifiuti e sulle emissioni liquide e gassose prodotte dagli stessi.

Lo scopo dell'indagine di tipo diretto è, oltre quello di effettuare i sondaggi per il prelievo sia di campioni del suolo e sottosuolo che dei campioni delle acque sotterranee, quello di verificare i risultati acquisiti con le indagini indirette e consentire una taratura delle metodologie stesse.

#### 6.2.5. INVESTIGAZIONE DIRETTE DELLA MATRICE SUOLO

Il D. Lgs. 152/06 non fornisce indicazioni sul numero dei sondaggi da effettuare nel sito. Per quanto riguarda il numero di sondaggi da effettuare, si è fatto riferimento alle indicazioni riportate nelle linee guida predisposte da ARPAC per l'esecuzione di indagini preliminari. Nelle linee guida è specificato che nel caso di discariche il cui perimetro non superi i 1.000 m è opportuno effettuare almeno n. 4 sondaggi da ubicare lungo il perimetro esterno all'area interessata dall'abbancamento dei rifiuti, alla distanza di circa 250 m l'uno dall'altro e prevedere dei sondaggi specifici in prossimità dei centri di pericolo.

Nel caso in oggetto sono state considerate separatamente le 3 vasche presenti (1,2 e 3-4), ognuna delle quali ha un perimetro inferiore a 1.000 m. Nello specifico:

VASCA	PERIMETRO
1	475 m
2	702 m
3-4	634 m

Tabella 4 Perimetro vasche di discarica

In riferimento alle 3 vasche si è deciso di effettuare **n. 4 sondaggi perimetrali per ogni vasca, per un totale di n. 12 sondaggi**, spinti fino alla **profondità di 18 m, ovvero 5 m** al di sotto del piano basale di abbancamento dei rifiuti (considerato in media pari a 13 m).

##### 6.2.5.1. Modalità esecutive dei sondaggi

Il metodo di perforazione utilizzato sarà quello della rotazione a secco (di norma utilmente impiegato fino a profondità di mt. 150 circa). Esso prevede la perforazione con sonde o cucchiaie del diametro

appropriato (nel nostro caso 101 mm) e l'impiego di tubazioni di manovra di diametro decrescente che vengono infisse nel terreno a cannocchiale a mezzo di morse idrauliche fino alla profondità prevista.

Per le analisi di laboratorio, per ciascun sondaggio, dunque, saranno prelevati almeno **3 campioni**:

- campione 1: rappresentativo del primo metro;
- campione 2: rappresentativo dello strato intermedio;
- campione 3: fondo foro.

Sarà inoltre prelevato un ulteriore campione per ogni strato attraversato eventualmente interessato da evidenze di contaminazione nelle carote estratte da posizionare nelle cassette catalogatrici.

I campioni di suolo saranno raccolti dalla parte interna della carota con una spatola metallica e posti in un flacone di vetro del volume di 1.000 ml.

Salvo particolari difficoltà nell'avanzamento del carotiere non è previsto l'utilizzo di fluidi di perforazione che comprometterebbero la rappresentatività del campione per ciò che concerne le caratteristiche chimico fisiche da appurare in laboratorio. In casi particolari potrà essere autorizzato l'utilizzo di fluido di perforazione costituito da acqua potabile, solo per l'avanzamento del rivestimento.

Qualora il sondaggio non venisse completato nel corso della giornata di lavoro, prima della ripresa delle attività dovrà essere controllata l'eventuale presenza di acqua sul fondo del foro.

Durante le fasi di esecuzione dei sondaggi dovrà essere posta particolare attenzione ai seguenti aspetti:

- evitare di immettere nel sottosuolo elementi estranei;
- rimuovere qualsiasi tipo di lubrificante nelle zone filettate;
- evitare l'uso di rivestimenti, corone e scarpe verniciate;
- eliminare gocciolamenti di oli dalle parti idrauliche dei macchinari di perforazione;
- pulire le attrezzature utilizzate in ogni loro parte tra un campionamento e un altro.

Il materiale estratto verrà posizionato in cassette catalogatrici in HDPE o legno e successivamente fotografato per assicurarsi la memoria visiva e dell'andamento temporale delle operazioni di prelievo. L'attrezzatura utilizzata per una perforazione sarà pulita prima dell'utilizzato per una nuova perforazione per evitare il trasferimento di impurità da un campione all'altro e dall'attrezzatura al campione.

La pulizia sarà effettuata utilizzando apposita idropulitrice a vapore, prima dell'inizio delle indagini, tra un sondaggio e l'altro e prima di lasciare il sito.

#### **6.2.6. INVESTIGAZIONI DIRETTE MATRICE ACQUE SOTTERRANEE**

L'investigazione della matrice acque sotterranee sarà eseguita sfruttando la presenza di **n. 8 pozzi spia** già adibiti a tale compito e prevedendo di adibire a piezometro **n. 6 sondaggi** effettuati perimetralmente per l'investigazione della matrice terreno. I sondaggi adibiti a piezometro saranno spinti fino a 5 m di profondità al di sotto del piano di abbancamento dei rifiuti. Pertanto sfruttando i sondaggi adibiti a

piezometro e quelli già presenti in situ, si prevede di effettuare in totale **n. 14 sondaggi per l'investigazione della matrice acqua.**

In particolare, ritenendo opportuno investigare sia la falda profonda che quella superficiale, si considera di spingere il monitoraggio alle profondità indicate nella seguente tabella:

<b>PIEZOMETRI / POZZI SPIA ESISTENTI</b>		
Pozzo - Ubicazione	Profondità (m)	Falda monitorata
P1 monte	50	<b>Profonda</b>
P2 monte	25	<b>superficiale</b>
P3 monte	15	<b>Superficiale</b>
P7 monte	100	<b>Profonda</b>
P4 valle	25	<b>Superficiale</b>
P5 valle	25	<b>Superficiale</b>
P6 valle	100	<b>Profonda</b>
P9 valle	100	<b>Profonda</b>

<b>PIEZOMETRI / POZZI SPIA DA REALIZZARE</b>		
Pozzo - Ubicazione	Profondità (m)	Falda monitorata
SPZ1 monte	18	<b>Superficiale</b>
SPZ2 monte/intermedio	18	<b>Superficiale</b>
SPZ3 valle	50	<b>Profonda</b>
SPZ4 valle	18	<b>Superficiale</b>
SPZ5 monte/intermedio	18	<b>Superficiale</b>
SPZ6 monte	18	<b>Superficiale</b>

Come si evince dalla tabella, in riferimento ai pozzi di nuova realizzazione, si specifica che:

- il pozzo SPZ3, atteso che il punto di misura del pozzo ex P8 (circa 80 m) è stato coinvolto nel crollo della pista di coronamento ma ritenuto di integrarlo al fine di incrementare il monitoraggio della falda profonda a valle dell'area, viene approfondito tra i 50 e 100 m dal p.c.
- gli altri n. 5 sondaggi di nuova realizzazione (ovvero Spz1, Spz2, Spz4, Spz5, Spz6) mireranno principalmente al monitoraggio dell'acquifero superficiale.
- la profondità di 18 m prevista attesterebbe, come si evince dalla relazione geologica-idrogeologica allegata, detti punti di rilievo della falda almeno 1.00 m al di sotto della quota stimata.

La profondità di 18.00 m prevista in progetto rappresenta un valore stimato che è da verificare e quindi eventualmente modificare per ogni punto di investigazione, assicurandosi comunque che ogni piezometro si attesti per almeno 1.00 m al di sotto dei terreni in cui risiede la falda superficiale.

#### 6.2.6.1. Modalità esecutive dei sondaggi

Una volta effettuata la perforazione e redatta la relativa sequenza degli strati attraversati (stratigrafia) e dei livelli acquiferi si procederà ad installare nel foro la camicia di rivestimento finale in PVC. I filtri posati in corrispondenza degli acquiferi riscontrati possono essere di varie tipologie: forati a passante, a ponte, oppure a spirale continua tipo Johnson; si sceglierà in questo caso una tubatura micro fessurata con fori da 0,5 mm di luce nel tratto da fondo scavo a 1 metro dal piano campagna o comunque al di sopra del tratto di falda intercettato. Ultimata l'estrazione delle tubazioni di manovra si procederà allo spurgo del piezometro mediante l'estrazione di 3 – 5 volumi d'acqua riferiti al volume del piezometro installato.

I sondaggi eseguiti a carotaggio continuo utilizzati per il solo prelievo dei campioni di terreno saranno realizzati con inclinazione verso il corpo discarica, al fine di effettuare il prelievo al di sotto del piano basale dei rifiuti. L'inclinazione sarà tale da non intercettare lo strato impermeabile.

### **6.2.7. PRELIEVO, CONSERVAZIONE E GESTIONE DEI CAMPIONI**

#### 6.2.7.1. Prelievi dei campioni di terreno

Per ciascuna carota estratta a seguito delle operazioni di carotaggio saranno prelevati, a mezzo di spatola metallica dalla parte centrale della carota, un numero minimo di tre campioni dei quali uno superficiale, uno nella frangia capillare e uno intermedio. Al di là del numero minimo di campioni da prelevare da ogni carotaggio, sarà possibile prelevare campioni di suolo in corrispondenza di variazioni di colore o odore delle stratificazioni che possano lasciar intendere la presenza di accumuli di materiali inquinanti. I campioni di suolo e sottosuolo prelevati saranno sottoposti a vagliatura in campo, onde privarli della frazione granulometria superiore ai 2 cm, le determinazioni analitiche saranno effettuate sulla frazione passante al vaglio di 2 mm e i risultati saranno riferiti a quest'ultima frazione granulometrica. I campioni prelevati saranno conservati in barattoli di vetro da almeno 1.000 ml di capacità, i quali saranno sigillati, etichettati adeguatamente al fine di rendere possibile l'identificazione e la successiva referenziazione del campione, conservati in contenitori termici e trasportati in laboratorio.

Sulle etichette apposte ai barattoli saranno riportate le seguenti informazioni:

- codice identificativo del sito;
- codice di identificazione del campione (numero del punto di campionamento come da planimetria di individuazione dei punti di campionamento allegata al presente progetto, profondità di campionamento);
- data e ora di prelievo del campione (gg/mm/aaaa – hh.mm);

- responsabile del prelievo;
- eventuali sostanze utilizzate per la conservazione del campione.

Per i campioni di suolo prelevati sarà utilizzata l'accortezza, per le sostanze organiche, di effettuare l'indagine analitica a non più di 24 ore dal prelievo al fine di compromettere quanto meno possibile la rappresentatività dei campioni predisposti.

#### 6.2.7.2. Prelievi dei campioni di top-soil

I campioni di top-soil previsti saranno prelevati ad una profondità di 10 cm dal piano campagna. L'ubicazione dei suddetti campionamenti è stata progettata tenendo conto dei 4 punti cardinali lungo cui può direzionarsi il vento. In tale modo, sarà possibile avere un quadro complessivo e maggiormente dettagliato, ai fini della ricerca di eventuali contaminazioni nello strato superficiale del terreno.

#### 6.2.7.3. Modalità di prelievo di campioni di suolo per la ricerca dei composti volatili

Le modalità di prelievo di campioni di suolo per la ricerca di composti volatili saranno osservate le disposizioni contenute nelle *"Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari"* predisposte da ARPAC e approvate con Deliberazione Giunta Regionale n. 417 del 27/07/2016.

Per limitare la volatilizzazione nella formazione del campione da predisporre per l'analisi dei composti volatili saranno ridotti i tempi di esposizione all'aria dei materiali. Sarà seguita la procedura **ASTM D4547-91** che prevede preliminarmente la preparazione in laboratorio, per ciascuna aliquota di campione, di *vials* di vetro da 22 ml in ognuna delle quali vengono aggiunti 10 ml di modificante di matrice costituito da acido fosforico al 0,2% in soluzione satura di cloruro di sodio. Ciascuna *vial* viene successivamente pesata (peso tara), unitamente alla ghiera e al setto corrispondenti (che costituiranno quelli della chiusura definitiva) e chiusa temporaneamente con ghiera e setto provvisori. Ogni *vial* con i corrispondenti ghiera e setto pre-pesati verrà

deposta in un'apposita busta recante in etichetta il peso tara. Le operazioni di formazione del campione dovranno essere condotte immediatamente dopo la deposizione del materiale nella cassetta catalogatrice. Si procederà poi alla decorticazione della superficie della porzione prescelta di carota mediante l'utilizzo di una spatola in acciaio inox e all'asportazione del campione dal cuore della carota con l'ausilio di un microcarotiere in acciaio inox o in PVC ed "estrusi" direttamente nei contenitori tipo "*vials*" dotati di chiusura a ghiera con setto in silicone teflonato. All'atto del prelievo si stappano le *vials* e si prelevano aliquote di terreno di peso indicativamente pari a 1 + 3 grammi che vengono immediatamente riposte nelle *vials* e chiuse definitivamente, con i corrispondenti ghiera e setto pre-pesati, con l'apposita pinza. In laboratorio, prima dell'analisi, ogni *vial* viene ripesata e per differenza si risale alla quantità di terreno prelevato. Saranno utilizzate *vials* certificate per l'analisi di sostanze volatili.

#### 6.2.7.4. Prelievi dei campioni di acque sotterranee

I piezometri da realizzarsi saranno tipologicamente compatibili con gli inquinanti potenzialmente presenti nel sito.

Il campionamento delle acque di falda sarà eseguito attraverso:

- installazione del piezometro;
- espurgo del piezometro;
- prelievo del campione;
- sigillatura del campione;
- etichettatura del campione;
- conservazione del campione;
- consegna al laboratorio di analisi.

Prima del prelievo d'acqua sotterranea i piezometri saranno spurgati estraendo un volume d'acqua pari ad almeno tre – cinque volte il volume dell'intero piezometro. Per il prelievo dei campioni saranno utilizzati campionatori monouso in polietilene detti "bailers"; i campioni saranno conservati in bottiglie campionatrici di 1.000 ml e l'etichettatura avverrà in maniera analoga al caso dei terreni. Particolare attenzione sarà riposta nel tenere i campioni ben refrigerati, in borsa termica con l'ausilio di siberine per mantenere la temperatura del campione intorno ai 4 gradi centigradi, e a consegnare il campione per permetterne l'analisi di laboratorio entro 24 ore dal prelievo. L'acqua estratta dalle operazioni di espurgo dei piezometri dovrà essere stoccata in appositi contenitori, caratterizzata e smaltita ai sensi della parte IV del D.Lgs. n.152/06 e s.m.i.

#### **6.2.8. RILIEVO TOPOGRAFICO DEI PIEZOMETRI**

Il rilievo topografico di tutti i piezometri è indispensabile per formulare qualsiasi considerazione sulla direzione di deflusso della falda. Ai fini della caratterizzazione del singolo sito è sufficiente la determinazione della quota relativa per poter ricostruire l'andamento della superficie della falda.

#### **6.2.9. ANALISI CHIMICHE**

Nell'ambito delle indagini per la caratterizzazione, si è definita la seguente lista di analiti da determinare in laboratorio, al fine di definire la qualità ambientale dell'intera area ed eventualmente provvedere ad interventi di messa in sicurezza di emergenza.

Le summenzionate linee guida di cui al Delibera di Giunta Regionale Campania n. 417 del 27/07/2016 prevedono che la scelta degli analiti da ricercare sui campioni di suolo ed acqua prelevati dovrà essere determinata sia in base alla configurazione attuale dell'intera area, sia in relazione agli usi pregressi del sito.



#### 6.2.9.1. Analisi chimiche dei campioni di terreno

Relativamente alla matrice suolo, dovranno in ogni caso, sempre essere ricercati i seguenti analiti:

- *Composti inorganici, Composti Organici Aromatici, IPA, Fenoli e Clorofenoli, Alifatici Clorurati cancerogeni, Alifatici Clorurati non cancerogeni, Alifatici Alogenati cancerogeni, Clorobenzeni, Idrocarburi leggeri e pesanti.*

Nei campioni di top-soil, si provvederà inoltre alla ulteriore determinazione di PCDD-PCDF e PCB.

Per quanto sopra riportato ed in riferimento alla destinazione d'uso dell'intera area da investigare, si ritiene dover determinare nella matrice suolo gli analiti di cui alla seguente tabella.

N. ordine	Sostanze	Valore limite
1 – 18	Composti inorganici	“Colonna A” – Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale - Tabella 1, allegato 5, titolo V, parte IV, Decreto legislativo n.152/06 e s.m.i.
19 – 24	Aromatici	
25 – 38	Policiclici aromatici	
39 - 46	Alifatici clorurati cancerogeni	
47 - 53	Alifatici clorurati non cancerogeni	
54 - 57	Alifatici alogenati cancerogeni	
58 - 61	Nitrobenzeni	
62 – 71	Clorobenzeni	
72 - 75	Fenoli clorurati	
76 - 81	Ammine aromatiche	
82 - 91	Fitofarmaci	
92 - 93	*Diossine e furani	
94 - 95	Idrocarburi	
* <i>Analiti da ricercare nei soli campioni di top-soil</i>		

*Concentrazioni soglia di contaminazione suolo e sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso del sito*

#### 6.2.9.2. Analisi chimiche dei campioni di acque sotterranee

Analogamente, per le acque di falda si procederà ad individuare la presenza delle concentrazioni di elementi chimici inquinanti, con riferimento ai limiti di cui alla tabella 2 dell'Allegato 5 – *Concentrazione soglia di contaminazione nelle acque sotterranee* - al Titolo V della parte IV del citato Decreto.

Di seguito, sono riportati in tabella gli analiti da ricercare nei campioni da prelevare:

N. ordine	Sostanze	Valore limite
1 – 18	Metalli	Tabella 2, Allegato 5, titolo V, parte IV, Decreto legislativo n. 152/06 e s.m.i.
19 – 23	Inquinanti inorganici	



24 – 28	Composti organici aromatici
29 – 38	Pol ciclici aromatici
39 – 47	Alifatici clorurati cancerogeni
48 – 53	Alifatici clorurati non cancerogeni
54 – 57	Alifatici alogenati cancerogeni
58 - 61	Nitrobenzeni
62 – 68	Clorobenzeni
69 – 72	Fenoli e Clorofenoli
73 – 75	Ammine aromatiche
76 – 86	Fitofarmaci

*Concentrazioni soglia di contaminazione nelle acque sotterranee*

Tutte le analisi dovranno essere effettuate da laboratori accreditati secondo la norma ISO/IEC 17025 (Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura) e certificati *ACCREDIA* nonché da Enti terzi accreditati secondo una norma di assicurazione della qualità della serie UNI EN ISO 9000 ovvero dovranno dimostrare il possesso di requisiti fondamentali di un sistema di assicurazione della qualità certificabile.

#### 6.2.10. RICERCA DEI PARAMETRI SITO SPECIFICI

Nell'ambito dell'attività di caratterizzazione sarà prevista la **ricerca dei parametri sito specifici** da inserire nell'eventuale analisi di rischio, ovvero i parametri del terreno in zona satura ed insatura, quali ad esempio:

- Densità del suolo;
- Conducibilità idraulica;
- Porosità totale del terreno in zona insatura
- Contenuto volumetrico di acqua
- Contenuto volumetrico di aria
- Contenuto volumetrico di acqua e di aria nella frangia capillare
- Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo
- Infiltrazione efficace

## 7. CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ

Il cronoprogramma delle attività di indagine è il seguente.

<i><b>FASI</b></i>		mesi	1				2				3			
		sett.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		giorni	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84
1	Affidamento servizio di esecuzione piano di caratterizzazione e analisi di rischio	Inizio: Decreto approvazione piano di caratterizzazione												
2	Esecuzione indagini indirette (1)													
3	Concordamento posizionamento delle indagini dirette con ARPAC e ubicazione campioni per analisi in contraddittorio													
4	Esecuzione indagini dirette e prelievo campioni di terreno ed acque sotterranee													
5	Analisi chimiche/geotecniche													
6	Redazione analisi di rischio													
7	Trasmissione analisi di rischio all'Autorità Competente													

## 8. ULTERIORI PRECISAZIONI

In recepimento delle prescrizioni pervenute in sede di Conferenza dei Servizi, si precisa:

- Il Piano delle attività, unitamente al posizionamento dei sondaggi e dei piezometri, sarà **preliminarmente concordato con ARPAC**, in modo da favorire il controllo dei campionamenti e delle analisi, nonché l'esecuzione delle operazioni di controanalisi di verifica, ai fini della validazione della caratterizzazione.
- Il proponente preleverà n. 2 aliquote per ogni campione di suolo, di cui una da analizzare e una da conservare in luogo idoneo per eventuali analisi di controparte. Nel caso di attività di campionamento in contraddittorio con ARPAC, si dovrà prelevare un'ulteriore aliquota, da consegnare ad ARPAC per le analisi del caso. pH del suolo insaturo
- Agli esiti della caratterizzazione dell'area di discarica di località Macchia Soprana, verrà effettuata una ricostruzione di dettaglio della circolazione idrica sotterranea, corredata da carte isopiezometriche, in considerazione della direzione di flusso delle acque sotterranee, che sarà poi trasmessa alla Provincia di Salerno e agli Enti competenti.

## 9. CONCLUSIONI

Alla luce di quanto fin qui esposto si rappresenta che le attività previste nel presente Piano di caratterizzazione permettono di definire il modello concettuale del sito, propedeutico all'accertamento della contaminazione.

Il presente Piano è stato redatto al fine di consentire principalmente una approfondita investigazione sulla matrice acque sotterranee, nonché ad un'attenta campagna di indagini indirette sui corpi di discarica al fine di verificare l'integrità del corpo dell'impermeabilizzazione di fondo.

La scelta della localizzazione dei punti è stata effettuata sulla base di un criterio di tipo ragionato in funzione dell'attuale utilizzo del sito, ponendo particolare attenzione a quelle che sono le potenziali sorgenti di contaminazione primaria e secondaria evidenziate dal Modello Concettuale Preliminare, nonché alle linee guida per le indagini preliminari elaborate dall'ARPAC ed approvate con la Delibera della Giunta Regionale della Campania n. 417 del 27/07/2016.

Sulla base delle risultanze del Piano di Caratterizzazione sarà possibile verificare il superamento delle CSC sito specifiche per le varie matrici ambientali sottoposte a caratterizzazione.

Nel caso non vi fosse alcun superamento dei valori limite imposti dalla normativa, al termine dell'esecuzione del predetto piano si procederà, attraverso apposita Relazione Tecnica Descrittiva delle indagini, a descrivere i risultati complessivamente ottenuti.

Qualora, al contrario, venga accertata la presenza di superamenti rispetto alle CSC, rappresentanti valori di attenzione, verrà applicata apposita Procedura di Analisi di Rischio sito-specifica, finalizzata alla determinazione delle concentrazioni soglia di rischio (CSR). Tali valori rappresenteranno concentrazioni aderenti alla realtà del sito in esame sulle quali impostare eventuali interventi di bonifica o messa in sicurezza. Se le concentrazioni dei contaminati di interesse rilevate sul sito risultino minori dei succitati CSR, il sito potrà essere ritenuto non contaminato e l'iter amministrativo giungerà al termine mediante l'approvazione del documento di Analisi di Rischio.

Febbraio 2021

Il tecnico

Dott. Ing. Marialuisa Natale

