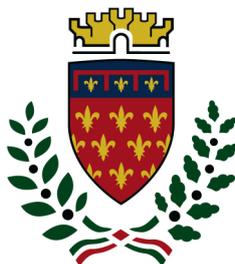


comune di  
**PRATO**



**SETTORE MOBILITA', AMBIENTE E GRANDI INFRASTRUTTURE  
SERVIZIO TUTELA DELL'AMBIENTE**

**“PROGETTO DEFINITIVO PER LA MESSA IN SICUREZZA  
PERMANENTE DELLA EX DISCARICA DEL CODERINO IN LOCALITA'  
IOLO” AI SENSI DEL D. LGS. 152/06 E DEL D. LGS. 36/2003 –  
2° LOTTO**

RELAZIONE TECNICA

Progettisti:

Ing. Lorenzo Frasconi  
Dott. Sergio Spagnesi  
Ing. ir. Giovanni Nerini  
Dott. Gianluca Gallio  
Geom. Santino Carioscia

## Indice

1. Aspetti metodologici
2. Normativa di riferimento
3. Raccolta e sistematizzazione dei dati esistenti
  - 3.1 Previsioni urbanistiche e vincoli inerenti il sito
  - 3.2 Caratteristiche della discarica
  - 3.3 Viabilità stradale e accessoria
  - 3.4 Vicinanza a centri abitati o aree produttive
  - 3.5 Inquadramento idrogeologico
  - 3.6 Stabilità del substrato geologico
4. Piano di caratterizzazione
5. Interventi effettuati con il 1° lotto di lavori
6. Analisi della produzione del biogas
7. Interventi relativi al 2° Lotto
  - 7.1 Copertura della discarica, modalità di utilizzo dei materiali
8. Piano di monitoraggio
  - 8.1 Effetti sulla falda e sul terreno
  - 8.2 Effetti sull'atmosfera
  - 8.3 Effetti sul paesaggio e sull'attività antropica
  - 8.4 Periodicità e tipologia dei controlli
9. Gestione degli interventi
  - 9.1 Piano temporale
10. Costi degli interventi
11. Misure di sicurezza in fase di realizzazione degli interventi

## **1. Aspetti metodologici**

L'approccio progettuale alla messa in sicurezza permanente della ex discarica del Coderino è stato caratterizzato dalla suddivisione in "fasi o stralci funzionali", così come previsto dalla normativa di settore ed in particolare dal D.P.G.R. 25 febbraio 2004 n. 14/R. Tali aspetti progettuali sono stati complessivamente illustrati nella relazione tecnica allegata al "Progetto preliminare" per la messa in sicurezza permanente della ex discarica del Coderino, approvato in sede di Conferenza dei Servizi, ai sensi dell'art. 14 della Legge 241/90, in data 11 febbraio 2005.

## **2. Normativa di Riferimento**

La bonifica dei siti inquinati è trattata dalla Parte quarta, Titolo V, del D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152.

All'art. 242 del D. Lgs. 152/06 vengono indicate le procedure operative e amministrative per operare la bonifica di siti inquinati, ed i soggetti competenti all'approvazione di tali progetti, individuando nella Regione l'Ente pubblico competente all'approvazione dei progetti, e nella Provincia l'Ente competente al rilascio della certificazione di avvenuta bonifica.

La Regione Toscana con la legge 10 luglio 2006 n. 30, ha trasferito ai comuni le funzioni amministrative inerenti agli interventi di bonifica che ricadono interamente nell'ambito del territorio comunale.

Da un punto di vista metodologico, le procedure e le modalità per la messa in sicurezza, la bonifica ed il ripristino ambientale di siti inquinati, sono stabilite dall'Allegato 2 del D. Lgs. 152/06.

Il D.Lgs. 36/2003, indica i criteri operativi e tecnici, per le finalità previste dall'art.2 del D.Lgs. 22/97, per la riduzione degli impatti negativi sull'ambiente derivanti dai siti utilizzati come discariche di rifiuti, al fine di un corretto riequilibrio ambientale che tenga conto delle interazioni degli inquinanti con la risorsa idrica e con l'ambiente circostante.

In particolare, tale decreto, riporta nell'Allegato I le linee guida attinenti le modalità per la copertura finale delle discariche di rifiuti solidi urbani.

La Regione Toscana con D.P.G.R. n. 14/R del 25/02/2004, ha approvato il Regolamento di attuazione, ai sensi della lettera e), comma 1, dell'art. 5 della Legge Regionale n. 25/88, recante le norme per il controllo e la gestione dei siti inquinati.

La Regione Toscana ha approvato con D.G.R.T. n.384 del 21 dicembre 1999 il Piano

regionale di bonifica delle aree inquinate. Nel piano regionale la ex-discarica del Coderino è censita tra i siti a medio termine rimandando al piano provinciale, in mancanza di un riscontro puntuale dell'inquinamento in atto, la definizione dei termini per la presentazione del progetto di bonifica e /o messa in sicurezza.

Il Piano Provinciale delle Bonifiche dei siti inquinati, adottato dalla Provincia di Prato con D.C.P. n. 43 del 07/04/2004 ha individuato i due lotti della ex discarica del Coderino nella 1° classe di rischio. E' prevista la necessità di procedere, entro un mese dalla data di esecutività del Piano, alla verifica della necessità di predisporre misure di messa in sicurezza di emergenza atte a contenere fenomeni di contaminazione in atto. Terminata la fase di realizzazione delle attività di messa in sicurezza di emergenza dovranno essere effettuate indagini di caratterizzazione volte a verificare sia l'efficacia delle misure di messa in sicurezza di emergenza che lo stato di qualità ambientale. A conclusione del primo livello di caratterizzazione dovranno essere predisposti i successivi livelli di progettazione: progetto preliminare e progetto definitivo.

### **3. Raccolta e sistematizzazione dei dati esistenti**

#### **3.1 Mappatura dell'area ed individuazione del sito da bonificare**

La discarica è ubicata in un'area pianeggiante, a vocazione agricola, a sud-ovest della città, in località Iolo S. Andrea, in prossimità della confluenza del fosso di Iolo nel torrente Ombrone. Dal punto di vista geomorfologico generale, l'area è inserita nella pianura alluvionale del fiume Arno. Il lato orientale della discarica risulta delimitato dal fosso della Filimortula.

I relativi riferimenti catastali al NCT sono i seguenti:

- foglio n. 87
- particelle n. 97, 98, 143, 196, 197, 198, 200, 292, 293.

#### **3.1 Previsioni urbanistiche e vincoli inerenti il sito**

Il progetto per la messa in sicurezza della ex discarica del Coderino risulta conforme alle previsioni contenute nel Piano Strutturale approvato con D.P.G.R. n. 482 del 27.11.1998 e nel Regolamento Urbanistico approvato con D.C.C. n. 70 del 3.5.2001. Le aree interessate dalla discarica risultano inserite nel Sistema Ambientale, di cui in gran parte nel sub-

sistema “V7 – I capisaldi della pianura coltivata” ed in minima parte (margine sud-est) nel sub-sistema “V3 – Le connessioni territoriali: Bardena-Iolo” per le quali il progetto di suolo prevede la realizzazione di un bosco, una barriera vegetale o una banda verde naturale. L'intero corpo della ex discarica è all'interno dello schema direttore “SD 1 – Parco dell'Ombrone”, senza alcuna specifica destinazione d'uso.

L'art 84 delle Norme Tecniche d'Attuazione del Regolamento Urbanistico, regolante le previsioni inerenti lo Schema Direttore “S.D. 1” prevede espressamente: “... attraverso opere di bonifica, la riqualificazione dell'intera area dell'ex discarica del Coderino.”

Sui terreni interessati dalle opere di bonifica risulta esclusivamente presente il vincolo derivante dalla delibera del C.R. n. 12/00 (Piano di Indirizzo Territoriale) inerente le “Misure di salvaguardia per la difesa dai fenomeni alluvionali” in quanto aree poste in adiacenza al corso d'acqua classificato del Fosso della Filimortula

### **3.2 Caratteristiche della discarica**

Come già accennato, il periodo storico di formazione della discarica risale agli anni 1970/1980, periodo antecedente all'entrata in vigore del D.P.R. 915/82 (norme sulla gestione e trattamento dei rifiuti). La discarica fu dismessa nel 1980 conseguentemente all'entrata in vigore della discarica controllata di San Martino a Maiano, discarica verso la quale vennero conferiti i rifiuti urbani della città di Prato.

Dal punto di vista morfologico la discarica è costituita da un accumulo in rilevato la cui base è collocata mediamente 1-2 metri al di sotto del piano di campagna.

La struttura interna risulta essere costituita da strati sovrapposti di rifiuti di vario genere, intercalati da strati di argilla dello spessore variabile dai 30 ai 50 centimetri, in funzione di coperture giornaliere o periodiche. La sommità del corpo della discarica è complessivamente pianeggiante con parziale presenza di cumuli di materiali inerti e massi. I due lotti della discarica sono completamente rivestiti da un manto vegetale spontaneo di natura essenzialmente erbacea e cespugliata.

### **3.3 Viabilità stradale e accessoria**

La discarica è raggiungibile dalla frazione di Iolo mediante la strada denominata Via del Coderino.

Un ulteriore accesso è presente sul lato est attraverso la pista ciclabile ed una strada locale che collega la zona con la tangenziale ovest.

Durante il periodo di attività della discarica l'accesso avveniva attraverso la via del Coderino che attraversa l'abitato di S.Andrea-Iolo posto a circa 1,2 km.

Attualmente l'utilizzo della viabilità esistente con il passaggio di mezzi pesanti dall'abitato causerebbe notevoli disagi alla popolazione.

### **3.4 Vicinanza a centri abitati o aree produttive**

L'area dista circa 1,2 Km dall'abitato di Iolo e circa 1,5 Km dall'abitato di Tavola.

A circa 1 Km in direzione nord-est si trova l'area industriale denominata 1° Macrolotto. Immediatamente a ridosso tra il 1° ed il 2° lotto della discarica è presente una residenza socialmente utile di proprietà dell'Istituto S. Rita di Prato.

Prospicienti al secondo lotto si trovano, inoltre due edifici colonici tuttora abitati.

Intorno alla ex-discarica sono sorte e sono previste attività florovivaistiche che utilizzano acque di falda.

### **3.5 Inquadramento idrogeologico**

In attesa di determinare le caratteristiche idrogeologiche dell'area in oggetto, mediante la campagna di indagini in situ (2° fase di indagini), è stata effettuata una prima caratterizzazione della stessa basata sulle fonti bibliografiche. La carta idrogeologica sotto riportata (fig. 1 – fonte : Publiacqua) indica una direzione di flusso della falda verso nord-est per effetto del cono di depressione prodotto dai forti emungimenti effettuati nell'area industriale ubicata tra i centri abitati di Iolo e Tavola; tale configurazione idrodinamica evidenzia un'alimentazione della falda per infiltrazione dal sub alveo del torrente Ombrone. La profondità media della superficie piezometrica nell'area del Coderino è ad una quota di circa 34 metri s.l.m. mentre la superficie topografica è ad una quota media di circa 36/37 metri s.l.m.

I dati derivanti da precedenti campagne geognostiche indicano nell'area in oggetto la presenza di più orizzonti acquiferi separati da livelli a granulometria argilloso limosa; tale alternanza fa ipotizzare un ambiente deposizionale di tipo apparato delta-conoide distale.

Procedendo dal basso verso l'alto sono stati rilevati i seguenti orizzonti acquiferi:

- profondo* : oltre 50-60 metri dal p.c., caratterizzato da alta trasmissività, captato ad uso idropotabile;
- medio superficiale* : da 15 a 30 metri dal p.c., caratterizzato da trasmissività medio-alta e captato dai numerosi pozzi ad uso domestico e/o irriguo/industriale;
- superficiale* : ad una profondità tra i 10 ed i 15 metri dal p.c., media trasmissività, condizionato dal regime delle precipitazioni.

Si tratta in tutti i casi di acquiferi di tipo confinato in cui il livello statico è ubicato ad una quota superiore al tetto dell'orizzonte acquifero.

Inoltre la quota della superficie piezometrica ricostruita con i dati dei pozzi corrisponde con tutta probabilità ad una sorta di livello statico medio poiché è verosimile che molte delle opere di captazione delle acque di sottosuolo non attuino alcun tipo di separazione tra gli orizzonti acquiferi perforati.

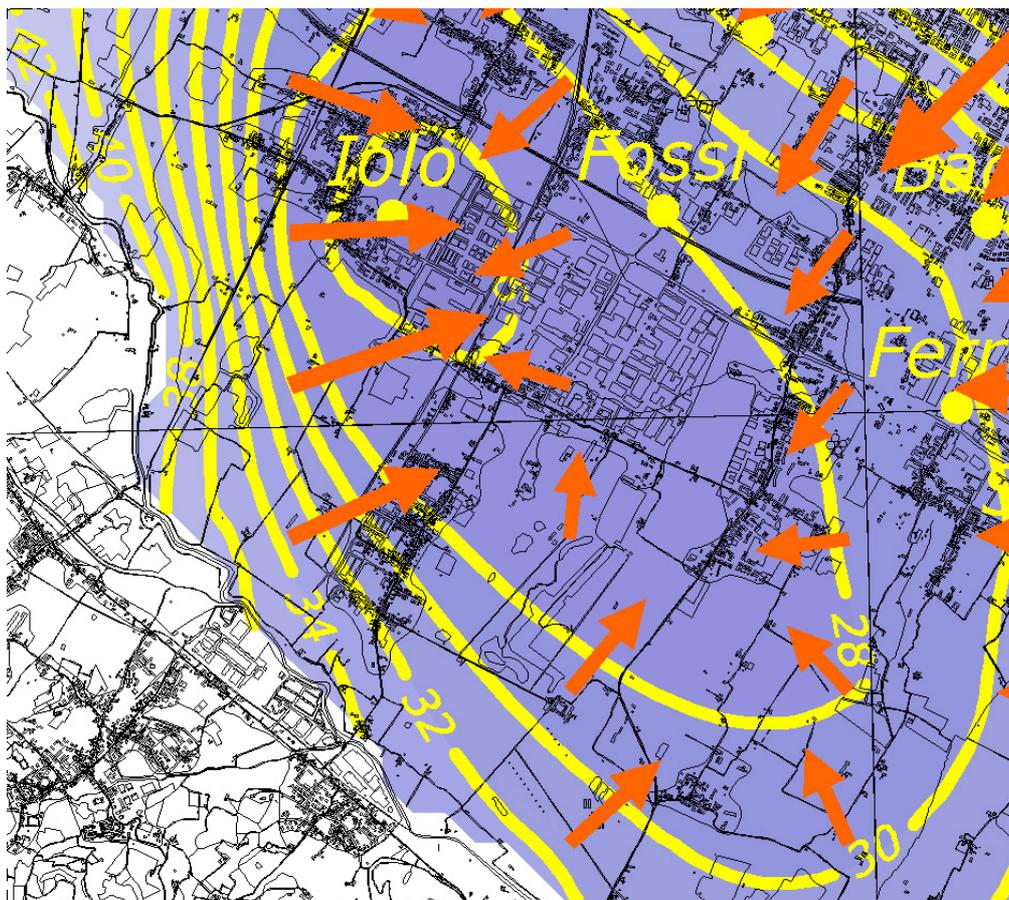


Fig. 1 : carta piezometrica (Fonte : Publiacqua)

### **3.6 Stabilità del substrato geologico**

Occorre innanzitutto rilevare che la discarica si presenta nella sua attuale conformazione morfologica da quasi 20 anni e che pertanto si possono ritenere esauriti i fenomeni di cedimento da parte dei terreni sottostanti; gli interventi di rimodellamento e di realizzazione degli impianti connessi alla futura gestione non andranno a modificare in maniera sostanziale il regime tensionale attualmente esistente.

In relazione agli interventi oggetto del presente progetto, relativamente alla stabilità del substrato, si veda la relazione geologica riportata nel relativo allegato.

### **4. Piano di caratterizzazione**

E' stato approvato con il progetto definitivo, D.G.C. n. 579 del 31 luglio 2006.

Le conclusioni sono di seguito riportate.

Il piano di caratterizzazione, prima e seconda fase, ha evidenziato che il fondo dei due lotti di discarica è costituito da argille che costituiscono una adeguata barriera alla filtrazione del percolato.

Tale dato è confermato dai livelli dei 5 piezometri riscontrati sensibilmente superiori, nel caso del 1° lotto, al p.c. e dal fatto che i piezometri tra loro hanno livelli diversificati.

Le analisi chimiche condotte sul percolato dei 5 piezometri e sul percolato della cisterna di accumulo mostrano dati variabili sui parametri come il COD e conducibilità con chiara evidenza di un carico maggiore sul 1° lotto della discarica rispetto al 2° ed una maggior diluizione del percolato raccolto dalla cisterna :

COD 1° lotto 1400-9000 mg/l

COD 2° lotto 500 – 5800 mg/l

COD cisterna 260 – 570 mg/l

Altri parametri di rilievo riscontrati sono la presenza di cromo, anche se a livelli correlabili ai limiti di scarico di acque reflue in fognatura, di solventi organo-alogenati, soprattutto tricloroetilene 27-96 ug/l oltre a cloruro di vinile 55 ug/l.

La seconda fase del piano di caratterizzazione è stata condotta al fine di verificare l'eventuale contaminazione dei suoli e della falda idrica al di fuori della discarica.

La campagna geognostica che ha permesso di ricostruire l'assetto litostratigrafico e idrogeologico dell'area adiacente al corpo di discarica è stata realizzata mediante la realizzazione di n. 3 sondaggi geognostici ubicati nei terreni adiacenti alla discarica, fino ad una profondità di 25 metri dal piano di campagna.

I tre piezometri sono stati realizzati tenendo conto delle linee del flusso di falda; due piezometri sono stati realizzati a valle del corpo della discarica ed un piezometro è stato realizzato a monte.

A valle, inoltre sono state analizzate le acque del pozzo podere "Pinuzzale".

Le analisi effettuate non hanno individuato nel complesso una situazione ambientale particolarmente critica.

Le concentrazioni tra i campioni prelevati a monte ed a valle, dal punto di vista idrogeologico, rispetto al corpo della discarica, non indicano, tranne in un campione, variazioni particolarmente evidenti.

Soltanto nel caso del campione prelevato in corrispondenza del pozzo n.ro 2 (Podere Pinuzzale) si rileva un superamento del parametro *cloruro di vinile* (15ug/l).

Tale inquinante non si rileva invece nei piezometri.

Non si è evidenziata, inoltre, la presenza in concentrazioni apprezzabili di ulteriori traccianti che le indagini chimiche della prima fase eseguite da ARPAT (ottobre 2002 e febbraio 2003) avevano indicato come presenti e caratterizzanti il percolato (tricloroetilene, tetracloroetilene, cromo, nichel, azoto ammoniacale, tensioattivi non ionici-nonilfenolo). Alcune di queste sostanze, presenti in quantitativi consistenti nel percolato (es: nonilfenolo o cromo) risultano infatti del tutto assenti in ogni punto campionato.

Nei campioni prelevati dai piezometri che, per le loro caratteristiche costruttive prelevano acqua dagli orizzonti acquiferi più profondi e protetti, maggiormente produttivi ed oggetto di sfruttamento, anche per il cloruro di vinile si rilevano concentrazioni nei limiti.

Il pozzo del podere "Pinuzzale" è il pozzo più vicino alla discarica ed in corrispondenza di un punto della discarica che è stato oggetto di episodi di fuoriscita di percolato, attraversamento della sede stradale e confluenza sui terreni limitrofi al pozzo in questione.

Tale pozzo, inoltre, molto verosimilmente, è stato realizzato con tubazioni fenestrate in toto per raccogliere il massimo delle acque disponibili. I piezometri realizzati per la

caratterizzazione del sito prelevano invece acque solo nella parte terminale a circa 23-25 m dal p.c.

Le considerazioni sopra richiamate fanno ritenere che l'inquinamento del pozzo podere "Pinuzzale" abbia origine da infiltrazioni superficiali, per l'eliminazione delle quali sono in fase di realizzazione le opere sotto riportate facenti parte del primo stralcio funzionale.

Il progetto per la messa in sicurezza definitiva prevede una serie di opere per la captazione del percolato sia al perimetro che nel corpo della discarica.

Tali interventi sono ritenuti in questa fase sufficienti a garantire l'isolamento completo della discarica ed il graduale risanamento delle contaminazioni, peraltro di lieve entità, da cloruro di vinile.

Comunque, il progetto prevede, oltre a una campagna di monitoraggio e gestione post-chiusura che consentirà di accertare eventuali variazioni della qualità della matrice ambientale acque sotterranee, intervenute per effetto delle opere realizzate, il campionamento e analisi dei terreni posti in prossimità del pozzo podere "Pinuzzale" al fine di verificare la necessità di eventuali bonifiche puntuali.

## **5. Interventi effettuati con il 1° lotto di lavori**

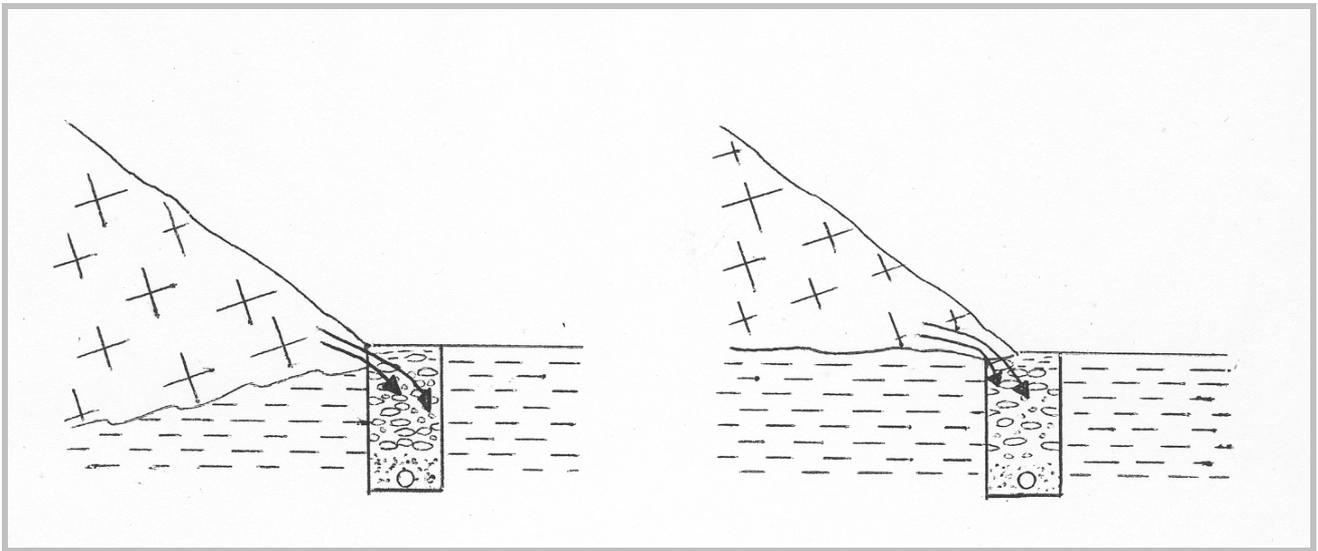
In sintesi nella prima fase sono compresi i seguenti interventi in corso di ultimazione:

a) realizzazione di un canale di drenaggio alla base del corpo della discarica fino alla profondità massima di circa 1,5 metri; la parete sul lato esterno dello scavo ed il fondo della trincea drenante sono stati opportunamente impermeabilizzati per migliorare sia l'afflusso del percolato verso la tubazione di raccolta che per costituire una ulteriore barriera impermeabile;

b) convogliamento dei liquami in pozzetti di raccolta e cisterne e da questi alla pubblica fognatura mediante condotta in pressione.

c) realizzazione di pozzi drenanti sul corpo della discarica allo scopo di poter emungere il percolato dalle sacche poste a livelli più bassi della trincea drenante.

Per quanto attiene al convogliamento del percolato nella pubblica fognatura, è previsto un sistema di controllo automatico del battente idraulico all'interno alla stessa, che automaticamente interromperà l'afflusso del percolato in pubblica fognatura nei momenti in cui il sistema fognario scolma direttamente in acque superficiali, a causa di pioggia.



- Figura 1: Schema di captazione del percolato nella trincea -

## 6. Analisi della produzione del biogas

Di seguito verrà descritto il fenomeno produttivo alla base della formazione del biogas e sviluppato il calcolo previsionale dei quantitativi di gas captabile dalla discarica in oggetto.

### **Fenomeni microbiologici nella produzione del biogas**

La decomposizione dei rifiuti solidi in uno scarico controllato assume spesso aspetti vari e complessi; principalmente processi fisici, chimici e biologici, che agiscono simultaneamente fino alla degradazione dei rifiuti stessi.

Per degradazione fisica s'intende la trasformazione delle componenti del rifiuto che comporta il mutamento delle caratteristiche fisiche del rifiuto stesso, fra cui la riduzione del volume. Fra i fenomeni fisici si possono inoltre ricordare la precipitazione di sostanze, nonché i fenomeni di assorbimento e di rilascio di sostanze.

Per degradazione chimica s'intende il complesso delle reazioni che avvengono tra le diverse sostanze componenti il rifiuto; ha riflessi anche nella qualità dei percolati, con variazione della solubilità, del potenziale redox e del pH.

Il principale meccanismo di decomposizione dei rifiuti in discarica è però la degradazione biologica, cioè la trasformazione della materia per opera di microrganismi, quali i batteri. Essa controlla inoltre la velocità di degradazione chimica e fisica influenzando variabili come pH e potenziale redox.

La degradazione biologica si svolge in varie fasi, le principali delle quali risultano:

- la fase aerobica;
- la fase facoltativa anaerobica;
- la fase metanigena anaerobica.

### **Fase aerobica**

La degradazione aerobica avviene subito dopo il deposito dei rifiuti nello scarico controllato a seguito dell'impiego, da parte dei microrganismi, dell'ossigeno libero. Questo viene prelevato dall'aria inglobata nella discarica durante la deposizione del rifiuto o penetrata dopo la chiusura (ad es. per l'aspirazione eccessiva del sistema di captazione del biogas). Detto processo utilizza altresì l'ossigeno disciolto nell'acqua meteorica infiltrata dal capping di chiusura della discarica.

Il processo di degradazione aerobica è legato alla disponibilità di ossigeno ed è quindi normalmente di breve durata.

Nella prima fase il fenomeno è favorito dalla presenza nel rifiuto di sostanze facilmente e rapidamente degradabili.

Nell'ambito del processo aerobico si ha produzione di energia termica (con temperature comprese tra i 50 e 70° C), di anidride carbonica e di sostanze organiche parzialmente degradate.

Il percolato prodotto durante questa fase decompositiva è leggermente acido (pH compreso tra 6 e 7) e normalmente mantiene un elevato contenuto di COD, anche per la presenza delle sostanze organiche parzialmente degradate. Tuttavia, di norma, durante la prima fase decompositiva ne viene prodotto un limitato quantitativo, sia perché il rifiuto non ha raggiunto la stabilizzazione idrologica, sia perché il fenomeno stesso tende a far assorbire i liquidi presenti. Alla produzione di percolato, che dipende principalmente dalla piovosità e dalle caratteristiche costruttive della discarica (tipo di copertura, modalità gestionali), contribuisce anche l'umidità già presente nei rifiuti all'atto della deposizione.

## **Fase facoltativa anaerobica**

La decomposizione facoltativa anaerobica avviene quando la disponibilità di ossigeno è ridotta al punto in cui non è più possibile un processo aerobico.

Gli organismi presenti, definiti facoltativi, prediligono l'ossigeno libero ma, se esso è assente, possono utilizzare l'ossigeno "legato".

Caratteristiche di questa fase sono la produzione di anidride carbonica, una minore generazione di energia termica rispetto al processo aerobico e una notevole produzione di sostanza organica parzialmente degradata, la maggior parte della quale è costituita da acidi organici. Detti acidi, con l'anidride carbonica disciolta, si ritrovano inoltre nel percolato a cui conferiscono un certo livello di acidità. Il valore del pH, durante questa fase di decomposizione, è generalmente compreso tra 5.5 e 6.5.

## **Fase metanigena anaerobica**

Lo stadio finale della decomposizione dei R.S.U. consiste nella decomposizione metanigena anaerobica. In questa fase gli organismi convertono la sostanza organica, parzialmente degradata dagli organismi aerobici facoltativi, in metano ed anidride carbonica.

Stante l'utilizzo degli acidi organici, il COD del percolato si riduce ed il pH aumenta fino ad avvicinarsi alla neutralità. A seguito del consumo dei substrati solubili, la produzione di metano diviene dipendente dall'idrolisi della cellulosa; peraltro detta frazione contiene la più alta quantità di carbonio potenzialmente convertibile in metano.

Le caratteristiche di questa fase sono sempre la produzione di energia termica, l'utilizzazione di materia organica disciolta, la produzione di metano ed anidride carbonica, nonché l'aumento del pH con valori vicini alla neutralità. La conseguenza dell'innalzamento del pH è la diminuita "aggressività" chimica del percolato, nonché la riduzione delle concentrazioni delle materie inorganiche (a causa dell'influenza del pH sulla solubilità). Come ricordato in precedenza, la decomposizione del rifiuto è un processo assai complesso a causa della frequente concomitanza dei processi sopra descritti in zone limitrofe della stessa discarica; inoltre le variabili connesse al conferimento dei rifiuti (compressione, umidità, temperatura, tempi di ricopertura, ecc.)

possono influire considerevolmente nei fenomeni citati.

Gli effetti della decomposizione metanigena sono quelli che maggiormente interessano la presente relazione.

Gli studi condotti da numerosi ricercatori hanno accertato che di norma questa fase si instaura dopo un periodo variabile tra i 3 e i 9 mesi dalla deposizione del rifiuto. Tale indicazione temporale è correlata, come già anticipato, alle caratteristiche gestionali e intrinseche dell'impianto di smaltimento. Infatti, a titolo di esempio, un pretrattamento di frantumazione e pressatura dei rifiuti comporta una notevole riduzione dei vuoti all'interno dell'ammasso, riducendo quindi le quantità di ossigeno libero disponibile per le fasi di decomposizione aerobica. E' quindi presumibile che in tali condizioni possa instaurarsi rapidamente la fase metanigena.

Anche l'umidità dei rifiuti può condizionare l'azione batterica metanigena: sono stati riscontrati casi ove la ridotta presenza di umidità ha inibito l'instaurarsi della fase anaerobica, "congelando" quindi il fenomeno decompositivo.

Una volta avviata la fase metanigena, la produzione di biogas si manifesta, normalmente, per parecchi anni (anche 30-40), secondo un andamento che evidenzia la massima produzione nei primi anni e un progressivo esaurimento asintotico fino alla completa degradazione della sostanza organica o fino a quando esistono le condizioni ambientali idonee al processo.

### **Caratteristiche qualitative del biogas**

Nel paragrafo precedente sono stati illustrati i fenomeni chimici, fisici e biologici che presiedono alla formazione della miscela di aeriformi comunemente denominata "biogas". Nel seguito verranno analizzate le caratteristiche dei vari componenti del biogas.

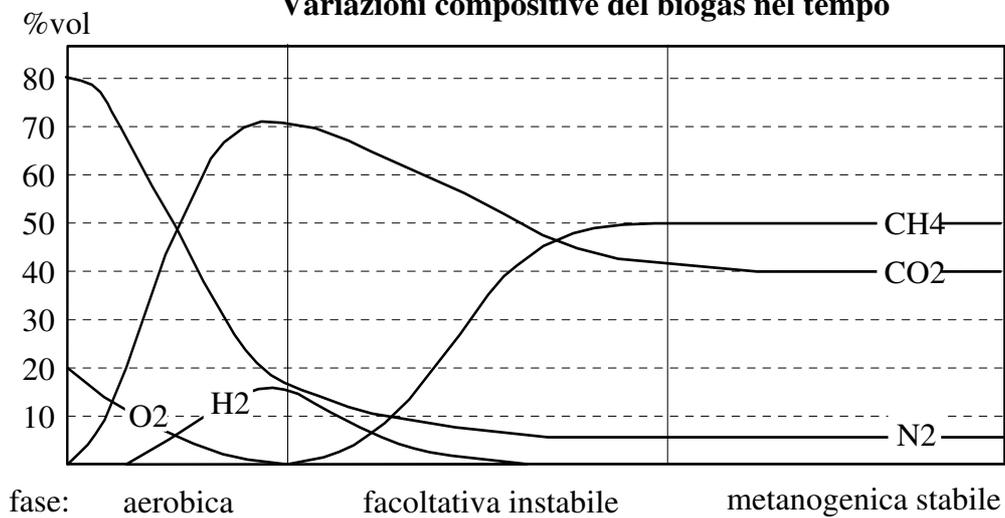
E' possibile definire che il gas biologico è composto da due gas prevalenti: il metano ( $\text{CH}_4$ ) e l'anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ).

Combinati con tali gas sono spesso presenti anche l'ossigeno ( $\text{O}_2$ ) e l'azoto ( $\text{N}_2$ ) in quanto presenti sottoforma di aria negli interstizi liberi dei rifiuti al momento della deposizione oppure richiamati dall'atmosfera da azioni dinamiche di aspirazione.

Più raramente è presente l'idrogeno ( $\text{H}_2$ ), prodotto in limitate quantità e per brevi periodi, attraverso processi acetogenici.

Il grafico riportato di seguito indica, con ampia approssimazione, l'andamento dello sviluppo temporale relativo ai macrocomponenti del biogas.

### Variazioni compositive del biogas nel tempo



GAS	Metano	Anidride carbonica	Ossigeno	Azoto	Ossido di carbonio	Mercaptano Etilio	Idrogeno	Idrogeno solforato
Formula chimica	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> SH	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S
Concentrazione	50-60%	30-50 %	0 – 20 %	0 – 80 %	Tracce	Tracce	0 – 20 %	Tracce
Massa molare	16,04 g/mole	44,01 g/mole	31,99 g/mole	28,01 g/mole	28,10 g/mole	-	2,02 g/mole	34,08 g/mole
Densità	0,717 kg/m <sup>3</sup>	1,977 kg/m <sup>3</sup>	1,429 kg/m <sup>3</sup>	1,250 kg/m <sup>3</sup>	1,250 kg/m <sup>3</sup>	- kg/m <sup>3</sup>	0,090 kg/m <sup>3</sup>	1,54 kg/m <sup>3</sup>
Densità relativa all'aria	0,56	1,53	1,11	0,97	0,97	-	0,07	1,20
Potere calorifico	9,58 kWh7m <sup>3</sup>	-	-	-	3,50 kWh7m <sup>3</sup>	-	2,98 kWh7m <sup>3</sup>	-
Infiammabilità in aria	5 – 15 %	-	-	-	12 - 74 %	-	4 – 74 %	4 – 44 %
Velocità fiamma	0,4 m/s	-	-	-	0,5 m/s	-	2,8 m/s	-
Energia accensione	0,6 mJ	-	-	-	-	-	0,02 mJ	-
Temperatura di accensione	600 °C	-	-	-	630 °C	-	570 °C	290 °C
Temperatura fiamma	1.875 °C	-	-	-	2.650 °C	-	2.045 °C	-
Solubilità in acqua	0,065 g/l	1,688 g/l	0,043 g/l	0,019 g/l	0,028 g/l	-	0,001	4,190 g/l
Tossicità	No	5.000 ppm	No	No	50 ppm	-	No	10 ppm
Odore	Inodore	Inodore	Inodore	Inodore	Inodore	Sgradevole	Inodore	sgradevole

**Tabella 3.3: Caratteristiche gas componenti**

## valutazioni quantitative della produzione di biogas.

Per prima cosa è necessaria la caratterizzazione merceologica dei rifiuti smaltiti, propedeutica all'elaborazione del modello previsionale di produzione del biogas per una tonnellata di rifiuto. Sulla base della cronologia e dell'entità degli afflussi, a partire dalla produzione unitaria, sarà determinata la produzione di biogas nel tempo per l'intero impianto.

Il modello "ideale" dovrebbe fornire la stima relativa alla variazione della produzione di biogas al mutare della composizione dei rifiuti, e quindi del contenuto di carbonio organico, nonché determinare l'influenza, sulla stessa produzione, di fattori fisici quali l'umidità, la temperatura, la densità e la pezzatura dei R.S.U. depositati.

### **Fattori che influenzano la produzione di biogas.**

Fra i molti fattori che influenzano la produzione di biogas se ne possono principalmente individuare tre distinti gruppi:

Caratteristiche ambientali	Precipitazioni Temperatura dell'aria
Caratteristiche dei rifiuti	Composizione Granulometria allo scarico Densità Pretrattamenti Umidità
Modalità di gestione	Profondità dello scarico controllato Modalità di deposito dei rifiuti
Materiali di copertura provvisoria	

### **Modello di calcolo**

Il modello di calcolo utilizzato per la valutazione della produttività di biogas oggetto delle presente relazione è basato su un metodo misto teorico-pratico, messo a punto da aziende leader del settore a seguito anche di test eseguiti in campo su numerose discariche.

## Valutazioni probabilistiche

Come dichiarato in precedenza, lo studio delle previsioni di produzione è normalmente basato sull'attribuzione di un considerevole numero di variabili.

Di conseguenza l'attendibilità delle previsioni fornite dal modello è funzione dell'affidabilità dei suddetti valori.

### Caratterizzazione dei rifiuti smaltiti

Al fine di caratterizzare i rifiuti considerati nel modello previsionale, sono state valutate le sole componenti organiche dei rifiuti, suddivise in due categorie principali:

- **rifiuti organici velocemente putrescibili (RVP)** comprendenti i rifiuti da mensa, gli scarti da giardino ed agricoli;
- **rifiuti organici lentamente putrescibili (RLP)** comprendenti la carta ed i cartoni, il legno i tessili ed i pellami;
- una terza categoria, comprendente i **rifiuti non putrescibili (RNP)**, viene così definita come complemento al 100%.

Sulla base dei dati assunti ed a seguito di una ripartizione nelle due categorie specifiche per la produzione del biogas (RVP e RLP) è stata svolta una valutazione delle componenti del rifiuto.

La valutazione è riferita alla globalità dei rifiuti smaltiti nel periodo 1969 – 1979 .

Nell'ipotesi è stata inoltre inserita la valutazione relativa all'umidità dei rifiuti essendo tale variabile di notevole importanza nella successiva prospezione produttiva come precedentemente descritto.

La valutazione complessiva della merceologia dei rifiuti dipende inoltre dai quantitativi differiti tra le diverse categorie di rifiuti smaltiti nel corso degli anni nei moduli di coltivazione.

E' quindi necessario valutare nel dettaglio le caratteristiche di capacità di ogni singolo modulo al fine di considerare l'incidenza dello stesso sul totale in funzione della tipologie di rifiuto in esso smaltito.

## **Produzione specifica**

Il modello di calcolo utilizzato consente di calcolare la produzione specifica di una singola tonnellata di rifiuto smaltito in discarica, nell'arco della propria vita "decompositiva".

Il modello è in grado di valutare il diverso comportamento delle due componenti organiche caratteristiche (RVP e RLP), oltre che in termini di capacità complessiva di produrre biogas, anche per la cinetica entro la quale il fenomeno si compie: i rifiuti organici RVP trasformano molto più velocemente il carbonio disponibile dei rifiuti RLP.

Il dato analitico di variabilità della cinetica di fermentazione è definito come tempo di semitrasformazione  $T_s$  coincidente con il tempo (in anni) necessario al dimezzamento della sostanza organica biogassificabile originale.

Il modello di calcolo attribuisce differenti  $T_s$  alle due frazioni RVP e RLP in funzione delle variabili imposte, in primo luogo l'umidità interna delle discarica.

Definito il tempo di semitrasformazione è possibile calcolare con una serie di passaggi il picco di produzione ed il coefficiente di regressione che determina la curva di produzione specifica.

## **Determinazione degli afflussi**

Dopo aver valutato la produzione di biogas per ogni singola tonnellata di rifiuto, occorre effettuare la previsione sulla produzione dell'intera discarica, sovrapponendo le singole cinetiche ai quantitativi di rifiuti smaltiti nel tempo.

La ricostruzione della tabella di afflussi è stata elaborata partendo dalla capacità volumetrica dei due lotti .

I dati di partenza sono i seguenti:

- la capacità volumetrica stimata è di 800.000 mc
- la discarica è stata completata prima del 1980 e il 30% dei rifiuti è di origine industriale
- il 10% sono inerti e il restante 60% trattasi di rifiuti solidi urbani

Il Comune di Prato nell'anno 1971 aveva circa 140.000 abitanti mentre nel 1981 circa 160.000 , si assume come elemento medio un valore di circa 150.000 abitanti . Supponendo una produzione procapite di 0,90 kg/ab (media del periodo ) ne consegue una produzione giornaliera di RSU pari a 135 t/gg corrispondente a circa 49.000 t/anno .

Agli RSU vanno aggiunti i rifiuti tessili (50% degli urbani ) per circa 24.500 t/anno , gli inerti (1/6 degli urbani ) pari a 8.166 t/anno , per un **totale stimato di 82.000 t/anno** .

Si presume che la discarica di 800.000 mc sia interessata da volumi di copertura nell'ordine del 5% ne consegue un volume "netto" di circa 760.000 mc . Ad oggi tale volume ha già subito gli assestamenti del caso e pertanto si valuta una densità del rifiuto di circa 0,85 t/mc , ne consegue una capacità di circa 895.000 tonnellate .

Suddividendo tale capacità netta per l'afflusso stimato ricaviamo una durata media di vita pari a 11 anni che supponiamo tra il 1969 ed 1980 .

Per la composizione dei rifiuti si suppone che gli urbani di allora fossero composti dal 50% di rifiuti velocemente putrescibili e per il 10 % da rifiuti lentamente putrescibili .

Per i rifiuti industriali tessili si suppone solo il 30% di componente lentamente putrescibile mentre per gli inerti non si prevede un peso nella produzione del biogas .

La media pesata indicherebbe una componente velocemente putrescibile del 30% e una lentamente putrescibile del 15%.

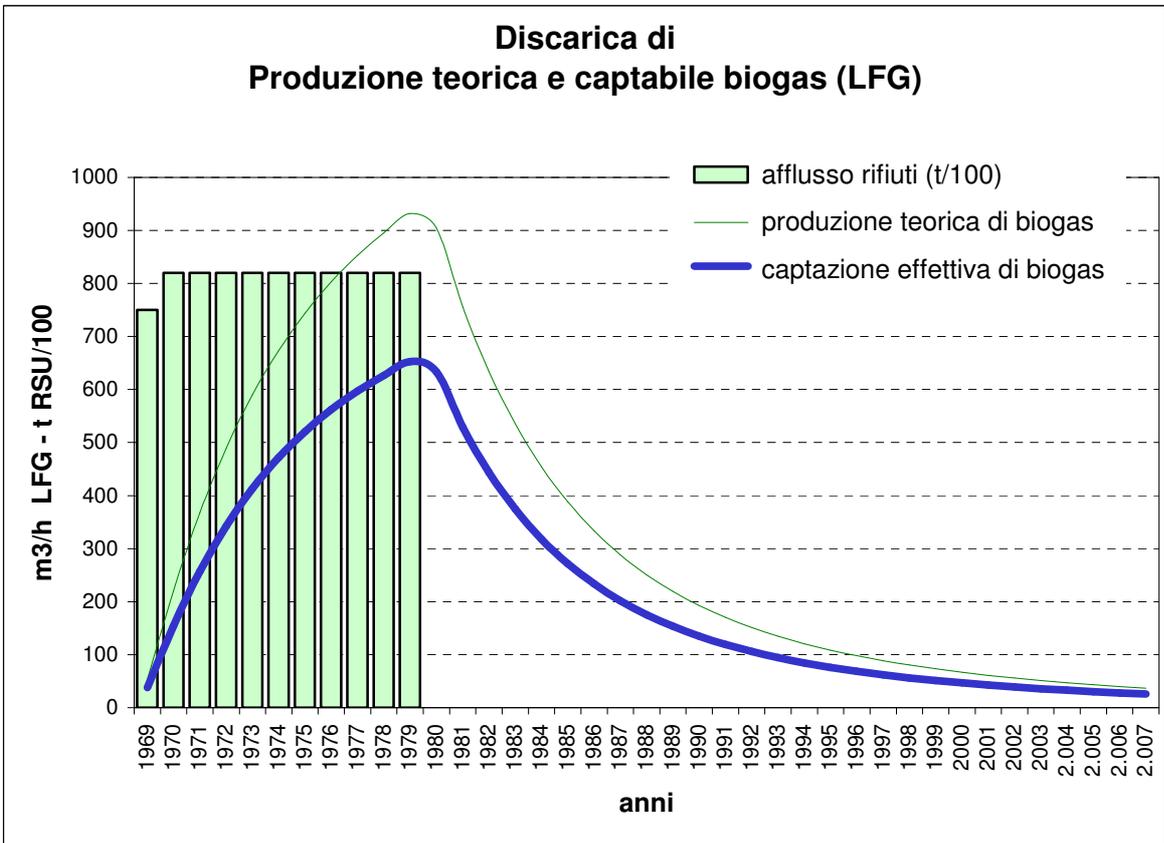
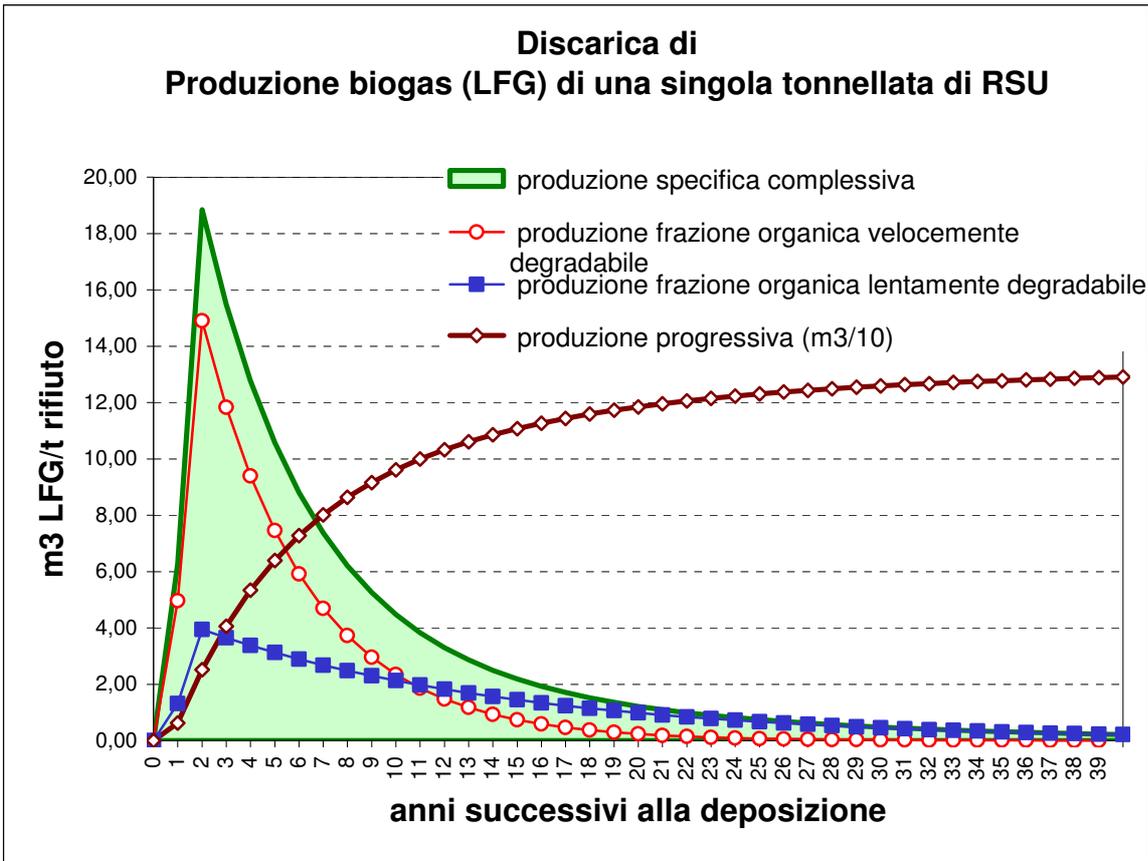
Utilizzando i dati ricavati da queste considerazioni si elabora la curva del biogas allegata .

Il risultato di captazione teorico atteso per il 2008 è di 34 mc/h , tale valore risulta molto basso anche se può essere possibile che in una fase iniziale il valore effettivamente captato possa essere maggiore causa l'effetto gasometro, anche se limitato, della discarica .

Il dato teorico è sovrastimato, inoltre, per il fatto che circa ¼ del primo lotto della discarica fu utilizzato, nella seconda metà degli anni 80 come deposito di inerti.

In prima ipotesi si pensa che sia necessario validare le stime teoriche con la verifica sperimentale. Pertanto il progetto prevede la realizzazione di camini di monitoraggio distanziati di circa 40 metri .

Nel caso vengano confermati i livelli di produzione di biogas si provvederà ad una diluizione ulteriore del biogas ed a un suo invio ad un sistema di biofiltrazione.



Come si evince dai grafici, la discarica del Coderino, per quanto riguarda la produzione di biogas è in una fase residuale. I volumi complessivi teoricamente captabili sono riportati di seguito:

- la massima portata captabile di biogas (metano al 50%) : 652 mc/h
- anno di massima produzione : 1979
- **portata captabile attuale anno 2008 CH4 50% : 34 mc/h**

Il dato teorico è sovrastimato, inoltre, per il fatto che circa  $\frac{1}{4}$  del primo lotto della discarica fu utilizzato, nella seconda metà degli anni 80 come deposito di inerti.

In prima ipotesi si pensa che sia necessario validare le stime teoriche con la verifica sperimentale.

Le valutazioni sulla produzione teorica di biogas portano a considerare la necessità, in questa fase, di realizzare un sistema di sfiato del biogas che da una parte serva mantenere la via di uscita aperta e non permetta il crearsi di sacche di accumulo, dall'altra serve ad un successivo monitoraggio in campo necessario per la progettazione di un sistema di captazione specifico.

Nel caso vengano confermati i livelli di produzione di biogas si provvederà ad una diluizione ulteriore del biogas ed a un suo invio ad un sistema di biofiltrazione.

## **7. 2° lotto di interventi**

Gli interventi riguardanti il presente progetto si riferiscono alle fasi 2 e 3 del progetto preliminare. La fase 4 del progetto preliminare comprendente la captazione del biogas, viene trattata solo da un punto di vista teorico rimandando l'eventuale realizzazione del sistema di captazione a successivi lotti di lavori.

Di seguito sono riassunti gli interventi previsti.

### **1 ° e 2 ° lotto della discarica**

Gli interventi prevedono:

regolarizzazione della superficie, rimozione di materiali e rifiuti posti in superficie; posizionamento dei sistemi di contenimento delle scarpate (gabbionate) ove indicato nelle tavole grafiche per contenere l'allargamento al piede della discarica.

Sulle scarpate si opererà, quindi, compattando uno strato di terreno impermeabile largo 3-6 m in proiezione orizzontale sino alla quota di copertura della discarica.

Tale orizzonte verrà sovrapposto alla copertura esistente, anch'essa realizzata con terreni di scavo, per la quale si stima in corrispondenza delle scarpate, uno spessore non inferiore a 1 metro.

La copertura della discarica sarà quindi realizzata, ai sensi del punto 2.4.3 allegato 1 al D.Lgs. 36/03, con uno strato di terreno drenante di 0.5m per la diffusione del biogas, uno strato di terreno impermeabile di 0.5m, un ulteriore strato di drenante 0.5m ed uno strato di copertura superficiale di almeno 1m sino alla quota finale di progetto.

Per il deflusso e la raccolta delle acque meteoriche è prevista la realizzazione di pozzetti di raccolta superficiali lungo il perimetro della copertura dei due lotti di discarica, comprensivo delle canalizzazioni di scarico nella canaletta perimetrale e scarico finale nei fossi e corsi d'acqua superficiali. Gli scarichi finali, tutti dotati di pozzetti di campionamento, dei quali tre nel primo lotto di discarica e due nel secondo lotto, avranno recapito nel fosso Coderino.

Le acque di infiltrazione nello strato drenante posto sotto il terreno vegetale verranno scaricate attraverso tubazioni nello stesso sistema sopra richiamato.

La sistemazione della discarica prevede, inoltre uno o due gradoni intermedi perimetrali per le manutenzioni dei pendii, la viabilità di accesso alla sommità dei due lotti e la pista perimetrale di servizio al piede della discarica.

Infine i due lotti di discarica verranno dotati di recinzione e cancelli di accesso per le manutenzioni e controlli.

## **7.1. COPERTURA DELLA DISCARICA, MODALITA' DI UTILIZZO DEI MATERIALI**

I materiali utilizzati per il risanamento dovranno possedere caratteristiche diverse in funzione dello strato di copertura. Il progetto si propone la realizzazione di una copertura multistrato, come previsto dal D.Lgs. n.36/2003, composta, come sopra già richiamato, dai seguenti componenti :

- 1) strato inferiore drenante del biogas : realizzato con materiale arido sulla sommità della discarica. Il biogas avrà libera circolazione nello strato di sommità. Regolarmente, ad una distanza di circa 40m verranno posizionati camini di sfiato e monitoraggio ;

- 2) strato impermeabile di separazione : posto tra lo strato drenante inferiore del biogas e lo strato drenante superiore;
- 3) strato superiore drenante : realizzato con materiale arido, assolve lo scopo di ridurre il carico d'acqua sullo strato impermeabilizzante di separazione riducendo inoltre la pressione interstiziale nella copertura e migliorandone la stabilità;
- 4) strato superficiale : costituito da materiali con caratteristiche compatibili con la destinazione d'uso finale (vegetale od altro tipo).

Al fine di ottimizzare da un punto di vista ambientale l'uso dei materiali verranno utilizzate le seguenti tipologie di materiali sia per la realizzazione della copertura che delle gabbionate di contenimento:

- terre e rocce da scavo
- materiali inerti riciclati

Il progetto prevede la possibilità di ridurre gli impatti ambientali derivanti dai trasporti di materiali, in particolare per gli inerti drenanti, attraverso l'attivazione di un impianto di frantumazione in area di cantiere.

Anche per le terre e rocce da scavo saranno ricercate soluzioni che riducano i trasporti attraverso accordi locali già sottoscritti tra Amministrazione Comunale e associazioni del settore edile.

Le modalità operative e i disciplinari di lavoro, sia per le terre e rocce da scavo che per i materiali inerti riciclati, sono riportati negli allegati progettuali specifici.

## 8. Piano di monitoraggio

### 8.1 Effetti sulla falda e sul terreno

La contaminazione della falda è possibile per filtrazione del percolato formatosi in discarica.

L'intervento di isolamento superficiale impedisce le infiltrazioni delle piogge nel cumulo dei rifiuti.

Le acque di pioggia, favorendo la solubilizzazione di molti prodotti delle reazioni in corso (ad esempio i metalli) ne favoriscono la successiva infiltrazione nel terreno sottostante provocando una contaminazione dapprima del terreno e quindi della falda.

L'impossibilità delle acque meteoriche di filtrare nel corpo della discarica riduce il volume di percolato in percentuali variabili dal 50 al 80%, impedendo al contempo la solubilizzazione di sostanze inquinanti.

Il Piano di caratterizzazione aveva evidenziato la presenza di cloruro di vinile al di sopra dei limiti previsti per i campioni prelevati dal pozzo "Podere Pinuzzale".

Il pozzo del podere "Pinuzzale" è il pozzo più vicino alla discarica ed in corrispondenza di un punto della discarica che è stato oggetto di episodi di fuoriscita di percolato, attraversamento della sede stradale e confluenza sui terreni limitrofi al pozzo in questione.

Tale pozzo, inoltre, molto verosimilmente, è stato realizzato con tubazioni fenestrate in toto per raccogliere il massimo delle acque disponibili. I piezometri realizzati per la caratterizzazione del sito prelevano invece acque solo nella parte terminale a circa 23-25 m dal p.c.

Le considerazioni sopra richiamate fanno ritenere che l'inquinamento del pozzo podere "Pinuzzale" abbia origine da infiltrazioni superficiali che potranno essere eliminate a seguito degli interventi di copertura della discarica previsti dal presente progetto.

Successivi campionamenti consentiranno di verificare l'efficacia delle opere realizzate.

Ai fini di un monitoraggio post-operativo verranno mantenuti accessibili i piezometri realizzati in fase di caratterizzazione della discarica e saranno analizzate le acque del pozzo "podere Pinuzzale" al termine dei lavori di copertura (dopo circa un mese) e dopo ulteriori sei mesi. Nel caso si rilevi ancora contaminazione da cloruro di vinile si procederà ad un ulteriore programma di bonifica.

## 8.2 Effetti sull'atmosfera

L'impermeabilizzazione superficiale, oltre a non far filtrare le acque meteoriche esterne, impedirà il flusso di gas potenzialmente inquinanti, dal corpo della discarica verso l'esterno in maniera diffusa.

Il sistema di evacuazione previsto, con realizzazione di condotti di sfiato collocati ad una distanza di circa 40 metri l'uno dall'altro, permetterà, come già detto, di evitare la formazione di sovrappressioni dei gas prodotti dalla discarica, il monitoraggio della attività residua di produzione di biogas e quindi la progettazione del sistema di captazione e trattamento del medesimo.

## 8.3 Effetti sul paesaggio e sull'attività antropica

La sistemazione finale dell'area comporta la ridefinizione dei profili dei due corpi della discarica.

La superficie sarà inerbita e piantumata in maniera opportuna al fine di permettere un accettabile inserimento nell'ambiente circostante.

Potrà essere valutata la possibilità di destinare il sito, al completamento degli interventi di bonifica, per attività di tipo ricreativo.

## 8.4 Periodicità e tipologia dei controlli

Il criterio progettuale adottato, nel rispetto del D.Lgs.36/2006, si è posto l'obiettivo di ridurre al minimo le successive attività di manutenzione; tuttavia vi sono aree, la cui funzionalità viene ritenuta critica, per le quali viene prevista una successiva attività di gestione e monitoraggio.

Si ritiene che le criticità maggiori siano relative al controllo sulle acque ed alle verifiche tese a evidenziare eventuali smottamenti dei materiali di riporto.

La pericolosità di questi fenomeni è data dalla possibilità che anche piccoli movimenti degli strati di copertura possano ridurre l'efficienza degli strati e degli impianti di raccolta di gas e percolato, oltre che dell'orizzonte di impermeabilizzazione.

La stabilità dei rilevati sarà pertanto verificata periodicamente tramite misurazione di eventuali spostamenti assoluti e relativi di punti fissi predeterminati (identificabili in prima istanza con i pozzetti di drenaggio esterni al corpo della discarica, pozzetti delle opere di captazione del percolato e del biogas sul corpo della discarica).

Per quanto riguarda il controllo delle acque meteoriche, sarà effettuato un campionamento delle stesse attraverso i pozzetti utilizzati per la loro raccolta a monte del punto di immissione nel fosso a cielo aperto.

Relativamente alle acque di falda, riteniamo opportuno calibrare le modalità e la frequenza dei controlli in base ai risultati analitici conseguenti alle indagini programmate.

Dovranno anche essere previsti controlli periodici, opportunamente annotati su apposito registro, sull'efficienza dei sistemi di pompaggio del percolato nella pubblica fognatura onde evitare eventuali fuoriuscite dalle sedi di raccolta, e sull'efficienza del sistema di misurazione del livello del liquame all'interno della fognatura.

## 9. Gestione degli interventi

### 9.1 Piano Temporale

Il presente piano temporale si riferisce alla realizzazione delle opere relative al secondo stralcio funzionale.

Allo scopo di garantire lo smaltimento del percolato con il procedere della realizzazione dell'impianto si prevede di realizzare le opere connesse al primo stralcio secondo un programma in grado di garantire l'attivazione e l'immediato smaltimento del percolato prodotto dalle singole tratte di trincea drenante. Per questo motivo le attività saranno organizzate in maniera da realizzare, secondo lo schema sottoindicato, i vari tratti drenanti immediatamente funzionanti:

<b>Fasi</b>	<b>Opere da realizzare</b>
1	Regolarizzazione della copertura attuale e rimozione dei rifiuti
2	Realizzazione pista perimetrale alla base dei due corpi della discarica, e di accesso alla sommità
3	Posizionamento delle gabbionate di contenimento, innalzamento dei pozzetti di drenaggio del percolato, dei piezometri di monitoraggio e di captazione del percolato. Posizionamento dei camini di dispersione del biogas.

4	Stendimento e compattazione dei materiali impermeabili sui pendii. Stendimento dei materiali drenanti sulla sommità
5	Stendimento e compattazione dei materiali impermeabili sulla sommità
6	Stendimento di drenanti sulla sommità
7	Copertura finale con terreni vegetale
8	Realizzazione del sistema di deflusso delle acque meteoriche, canaletta perimetrale, installazione delle recinzioni e sistemazione finale

## 10. Costi degli interventi

Per il costo degli interventi si rimanda al computo metrico estimativo e all'Elenco Prezzi unitari allegato alla presente relazione tecnica.

## 11. Misure di sicurezza in fase di realizzazione

Le opere di cantierizzazione prevederanno la messa in opera dei seguenti accorgimenti per garantire lo svolgimento dei lavori secondo standard di sicurezza ottimali.

### Dotazione di Dispositivi di Protezione Individuale (D.P.I.)

Tutti gli operatori saranno dotati di Dispositivi di Protezione Individuale che dovranno essere indossati durante le lavorazioni.

In questa fase si prevede di fornire agli operatori i seguenti DPI:

Guanti protettivi;

Scarpe antinfortunistiche;

Abbigliamento da lavoro;

Occhiali protettivi.

Tuta in tyvek

Cuffie o inserti otoprotettivi.

Durante la fase di progettazione esecutiva sarà redatto il Piano di Sicurezza e Coordinamento, ai sensi del D.Lgs 494/96, in tale fase si valuterà la necessità di ricorrere ad ulteriori dispositivi per l'eliminazione dei rischi residui, computando anche dal punto di vista economico tali oneri.

### Confinamento del cantiere

Il cantiere, in prossimità dei tratti interessati dalle lavorazioni, sarà adeguatamente recintato per impedire l'accesso ad eventuali estranei e segnalato con la cartellonistica di Legge.

In prossimità dei tratti stradali sarà utilizzata segnaletica mobile conforme alle Normative, per segnalare la presenza del cantiere e di eventuali mezzi in movimento.

### Distribuzione del Piano di Sicurezza e Coordinamento, controllo dei Piani Operativi di Sicurezza (POS)

A tutte le Ditte che parteciperanno alla realizzazione dei lavori sarà richiesto il POS, per evidenziare i rischi relativi di ciascuna fase di lavorazione ed evitare rischi legati alla concomitanza di più lavorazioni.

Il Piano di Sicurezza e Coordinamento sarà distribuito a tutte le Ditte che lavoreranno presso il cantiere.