

REGIONE VENETO

PROVINCIA DI VICENZA

**PROGETTO DI OTTIMIZZAZIONE DEL FRONTE PERIMETRALE E COMPLETAMENTO
DEL SEDIME DELLA DISCARICA DI GRUMOLO DELLE ABBADESSE CON
INCREMENTO DEI VOLUMI DI CONFERIMENTO**

PROGETTO DEFINITIVO

Descrizione Elaborato

PIANO DI GESTIONE POST-OPERATIVA

Edizione 01	Data: 30.04.2021	Rev.00	Data 30.04.2021
-------------	------------------	--------	-----------------

Ruolo	Tecnico	Ente / Società
Coordinamento Generale Progetto	Ing. Ruggero Casolin	Società Intercomunale Ambiente s.r.l.
Coordinamento Tecnico Progetto	Ing. Stefano Busana	Studio Tecnico Ing. Stefano Busana
Collaboratori:	Ing. Giulia Dal Corso	Valore Ambiente s.r.l.
	Geom. Gianluca Meneghin	
Coordinamento Sicurezza per la Progettazione:	Ing. Mauro Sofia	Studio di Progettazione Ing. Mauro Sofia
Coordinamento Studio di Impatto Ambientale:	Arch. Maria Dei Svaldi	Desam Ingegneria e ambiente s.r.l.
Estensori Studio di Impatto Ambientale:	Ing. Francesco Bertin	Desam Ingegneria e ambiente s.r.l.
	Ing. Andrea dei Svaldi	
	Dott. Paolo Criscione	
	Dott. Marco Zanta	
	Dott.ssa Bianca Pusterla	
Studio LCA Analisi Alternative	Dott. Alex Zabeo	
	Dott. Michele Molon	
Studio di Impatto odorigeno	Ing. Andrea Dian	Umwelt s.r.l.
	Ing. Alessandro Ramon	
Studio di Impatto Acustico (integrazione)	p.i. Antonio Trivellato	

Cod. file: PGPO.pdf	Data emissione: 30.04.2021	Controllato:
---------------------	----------------------------	--------------

Società Intercomunale Ambiente s.r.l.

Via Quadri snc
Grumolo delle Abbadesse (VI)
t. +39.0444.583558 | info@sia.vi.it



Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	DISPOSIZIONI NORMATIVE – D.LGS 121/2020.....	4
2.1	GENERALITÀ.....	4
2.2	CONTENUTI DELL'ALLEGATO 2 AL NUOVO D.LGS 36/2003.....	5
3	CONDIZIONI PER LA DISMISSIONE IN SICUREZZA DELLA DISCARICA.....	9
4	CONTENUTI DEL PIANO	10
4.1	GENERALITÀ.....	10
4.2	GESTIONE DEL PERCOLATO	10
4.3	STIMA DELLA PRODUZIONE DI PERCOLATO IN FASE POST-OPERATIVA	13
4.3.1	<i>Generalità</i>	<i>13</i>
4.3.2	<i>Modello previsionale di produzione del percolato in fase post-operativa.....</i>	<i>13</i>
4.4	TRATTAMENTO FINALE DEL PERCOLATO	16
4.5	GESTIONE DEL BIOGAS.....	16
4.6	ASSESTAMENTI E MORFOLOGIA DELLA COPERTURA E DEL MURO	17
4.7	GESTIONE DEL VERDE	18
5	ATTIVITA' DI MANUTENZIONE DI CUI ALL' ALL.2 DEL NUOVO D.LGS.36/2003.....	19

1 PREMESSA

Il *Piano di gestione post-operativa* si propone di descrivere le modalità di gestione della discarica nel periodo successivo alla chiusura e fino alla sua dismissione in sicurezza.

La struttura e le informazioni contenute in tale *Piano*, in continuità dell'omologo elaborato annesso al *Progetto del 2011*, sono informate alle disposizioni del D.Lgs 36/2003 che, come riferito nella *Relazione tecnico illustrativa*, è stato modificato dal D.Lgs 121/2020 (l'articolato del primo, così emendato, è qui denominato *Nuovo D.Lgs 36/2003*).

Va fin da subito riferito che il contenuto dell'Allegato 2 al *Nuovo D.Lgs 36/2003 - Piani di gestione operativa, di ripristino ambientale, di gestione post-operativa, di sorveglianza e controllo, finanziario*, segnatamente per quanto concerne il presente *Piano*, **è rimasto del tutto identico a quello della precedente versione del D.Lgs 36/2003. Ciò nondimeno, il nuovo Decreto ha il merito di fissare criteri oggettivi di valutazione delle condizioni di dismissione in sicurezza della discarica.**

La modifica del fronte perimetrale con l'introduzione del *Muro* introduce attività non presenti nella precedente versione del Piano, in particolare sul tema della gestione e manutenzione della finitura a verde, che richiedono un'opportuna integrazione.

Va altresì rimarcata l'importante conseguenza della ribaulatura generale della discarica sull'effettiva durata della *Gestione post-operativa*: porzioni di discarica coltivate da molti anni saranno comunque gestite per almeno 30 anni dalla chiusura che, proprio per l'effetto della menzionata ribaulatura, sarà sensibilmente posticipata rispetto alle previsioni, con evidenti riflessi positivi sul piano ambientale.

In sede di formulazione dell'*Aggiornamento tariffario* a valere dal 1° gennaio 2018 è stata redatta una perizia sul Fondo allora accantonato per la *Gestione post-operativa* della discarica; nell'occasione, sono state verificate ed aggiornate le incidenze delle varie attività di manutenzione. Peraltro, a quella data non era ancora stato introdotto il tema della presenza di PFAS nel percolato, con i maggiori costi di smaltimento del percolato connessi alla conseguente implementazione del depuratore in situ (Cfr. Premessa della *Relazione tecnico-illustrativa*). Va ribadito che tali maggiori costi costituiscono la principale motivazione della presente proposta progettuale. L'aggiornamento dei valori economici della succitata perizia costituirà in tema del *Piano economico-finanziario e tariffario*.

Nei seguenti capitoli saranno sviluppati i temi testè delineati, a partire dalle novità normative introdotte dal succitato D.Lgs 121/2020, rimandando all'omologo *Piano* del *Progetto del 2011* per i dettagli dell'impostazione base.

Nel presente elaborato sono utilizzate le seguenti principali abbreviazioni dei termini più frequentemente utilizzati:

- Il presente *Progetto definitivo* = **Progetto**;
- Società Intercomunale Ambiente S.r.l. = **SIA SRL**;

- Discarica per rifiuti non pericolosi/urbani di Grumolo delle Abbadesse = **Discarica**;
- Rifiuti solidi urbani = **RSU**;
- Progetto definitivo di ampliamento della discarica di cui al Decreto di approvazione della Giunta provinciale n.149 del 27 aprile 2010, inizialmente intestato al *Consorzio per l'Igiene dell'Ambiente e del Territorio di Vicenza* e successivamente volturato a *SIA SRL* con deliberazione della Giunta Provinciale n.75 del 5 aprile 2011, così come emendato dalle modifiche introdotte dal *Progetto esecutivo di ampliamento e piano economico finanziario e tariffario a valere dal 01 gennaio 2012* e dal *Progetto esecutivo della finitura a verde* (Cfr. cap. 3) = **Progetto del 2011**;
- *Composti perfluoroalchilici* = **PFAS**;
- Decreto Legislativo 36/2003, così come riconfigurato dal D.Lgs 121/2020 = **Nuovo D.Lgs 36/2003**;
- Argine perimetrale in terra rinforzata = **Muro**.

L'elaborato è articolato nella seguente gerarchia, denominazione e formattazione dei titoli:

X CAPITOLO

X.X PARAGRAFO

x.x.x Sottoparagrafo

2 DISPOSIZIONI NORMATIVE – D.LGS 121/2020

2.1 Generalità

Come accennato in *Premessa*, il D.Lgs 36/2003 è stato modificato dal D.Lgs 121/2020, talchè l'articolato del primo, così emendato, è qui denominato *Nuovo D.Lgs 36/2003*.

Sul tema in esame, va innanzitutto riferito che il contenuto dell'Allegato 2 - *Piani di gestione operativa, di ripristino ambientale, di gestione post-operativa, di sorveglianza e controllo, finanziario* è rimasto del tutto identico a quello della precedente versione del *D.Lgs 36/2003*.

Con ciò, viene confermata l'impostazione e il contenuto dell'omologo Piano annesso al *Progetto del 2011*.

È tuttavia necessario riferire che il *Nuovo D.Lgs 36/2003* ha il merito di introdurre un'importante novità, destinata a condizionare la durata¹ del periodo di *Gestione post-operativa*: la proposizione di criteri oggettivi per la valutazione della dismissione in sicurezza della discarica.

Infatti, l'Art.1, lett. o del D.Lgs 121/2020 introduce una modifica all'Art. 13 del *D.Lgs 36/2003 – Gestione operativa e post-operativa*, aggiungendo il comma 6-bis:

«6-bis. La fine del periodo di gestione post — operativa deve essere proposta dal gestore e deve essere ampiamente documentata con una valutazione del responsabile tecnico sull'effettiva assenza di rischio della discarica, con particolare riguardo alle emissioni da essa prodotte (percolato e biogas). In particolare, deve essere dimostrato che possono ritenersi trascurabili gli assestamenti della massa di rifiuti e l'impatto ambientale (anche olfattivo) delle emissioni residue di biogas. Per quanto riguarda il percolato deve essere dimostrato che il potere inquinante del percolato estratto è trascurabile, ovvero che per almeno due anni consecutivi la produzione del percolato è annullata. Tali valutazioni debbono essere effettuate attraverso apposita analisi di rischio effettuata ai sensi dell'allegato 7 al presente decreto. Deve inoltre essere verificato il mantenimento di pendenze adeguate al fine di consentire il deflusso superficiale diffuso delle acque meteoriche.»

Appare di tutta evidenza la rilevanza di questa aggiunta, che ha il merito di indicare i criteri di completamento della *Gestione post-operativa* della discarica. Segnatamente, introduce lo strumento dell'Analisi di rischio nella valutazione in oggetto, indicando gli obiettivi da conseguire al termine del periodo di *Gestione post-operativa* della discarica.

A tal proposito, è opportuno rilevare che i suddetti obiettivi:

- ⇒ la trascurabilità del potere inquinante del percolato estratto
- ⇒ l'annullamento della produzione di percolato per almeno due anni consecutivi

non devono necessariamente manifestarsi contestualmente: **il conseguimento di uno solo di tali obiettivi è sufficiente per conseguire le condizioni di dismissione in sicurezza della discarica.**

¹ Con ciò si intende l'eventuale maggior durata rispetto al minimo fissato dalla norma, di 30 anni.

2.2 Contenuti dell'Allegato 2 al Nuovo D.Lgs 36/2003

Nell'Allegato 2 al D.Lgs 36/2003: *Piani di gestione operativa, di ripristino ambientale, di gestione post-operativa, di sorveglianza e controllo, finanziario*, che, come accennato nel precedente paragrafo, è rimasto invariato nel Nuovo D.Lgs 36/2003, i riferimenti al Piano in oggetto sono i seguenti:

Nel punto 1: *Principi Generali*, sono contenuti elementi comuni a tutti i *Piani*, che, per la loro importanza, vale la pena di richiamare:

«1. Principi generali

Il presente allegato stabilisce le modalità di gestione e le procedure comuni di sorveglianza e controllo durante la fase operativa e post-operativa di una discarica, al fine di prevenire qualsiasi effetto negativo sull'ambiente ed individuare le adeguate misure correttive.

Disciplina inoltre gli adempimenti a carico del gestore relativi alle procedure di chiusura di una discarica e individua gli adempimenti durante la fase post-operativa e per il ripristino ambientale del sito medesimo. Definisce inoltre le modalità per individuare il prezzo corrispettivo minimo per lo smaltimento in discarica previsto dall'articolo 15.

I piani di gestione operativa, di ripristino ambientale, di gestione post-operativa e di sorveglianza e controllo sono lo strumento con il quale l'autorità responsabile per il rilascio dell'autorizzazione verifica che:

- *le operazioni condotte siano conformi all'autorizzazione;*
- *la discarica non comporti nel tempo effetti negativi sull'ambiente;*
- *il sito sia sottoposto ad adeguati interventi di ripristino ambientale al termine delle attività.*

I piani di gestione operativa, di ripristino ambientale, di gestione post-operativa e di sorveglianza e controllo, che rappresentano uno dei contenuti essenziali dell'autorizzazione e devono essere approvati dall'Autorità procedente, definiscono compiutamente le fasi di gestione operativa, di ripristino ambientale e di gestione post-operativa della discarica affinché:

- *i rifiuti siano ammessi allo smaltimento in conformità ai criteri stabiliti per ciascuna categoria di discarica;*
- *i processi di stabilizzazione all'interno della discarica avvengano regolarmente;*
- *i sistemi di protezione ambientale siano operativi ed efficaci;*
- *le condizioni di autorizzazione della discarica siano rispettate;*
- *il monitoraggio delle matrici ambientali e delle emissioni sia condotto periodicamente con l'obiettivo di determinare l'andamento dei parametri significativi e di accertare l'eventuale superamento di soglie limite di accettabilità;*
- *il sito sia sottoposto ad interventi di ripristino ambientale.*

Alle scadenze indicate nell'autorizzazione, e comunque con periodicità almeno annuale, il gestore provvede ad inviare all'autorità di controllo i risultati complessivi dell'attività della discarica con riferimento ai seguenti dati:

- *quantità e caratteristiche (codice di identificazione) dei rifiuti smaltiti;*
- *volumi dei materiali eventualmente utilizzati per la copertura giornaliera e finale delle celle;*
- *volume finale disponibile;*
- *produzione di percolato (m^3 /anno) e sistemi utilizzati per il trattamento/smaltimento;*
- *quantità di gas prodotto ed estratto (Nm^3 /anno) ed eventuale recupero d'energia (kWh/anno);*
- *risultati analitici del monitoraggio delle matrici ambientali e delle emissioni.»*

Seguono poi, al punto 4: *Piano di gestione in fase post-operativa* i dettagli relativi al Piano in oggetto:

«4. Piano di gestione in fase post-operativa

Il piano di gestione post-operativa individua tempi, modalità e condizioni della fase di gestione post-operativa della discarica e le attività che devono essere poste in essere durante tale fase, con particolare riferimento alle attività di manutenzione delle opere e dei presidi, in modo da garantire che anche in tale fase la discarica mantenga i requisiti di sicurezza ambientale previsti.

4.1 Elementi del piano

Il piano deve riportare la descrizione delle manutenzioni da effettuare da parte del gestore finalizzate a garantire che anche in questa fase il processo evolutivo della discarica - nei suoi vari aspetti - prosegua sotto controllo in modo da condurre in sicurezza la discarica alla fase ultima, in cui si può considerare praticamente inesistente l'impatto dell'impianto sull'ambiente.

Dovranno pertanto essere individuate in particolare le operazioni relative a:

manutenzione per mantenere in buona efficienza:

- *recinzione e cancelli di accesso;*
- *rete di raccolta e smaltimento acque meteoriche;*
- *viabilità interna ed esterna;*
- *sistema di drenaggio del percolato;*
- *rete di captazione, adduzione, riutilizzo e combustione del biogas;*
- *sistema di impermeabilizzazione sommitale;*
- *copertura vegetale, procedendo ad innaffiature, periodici sfalci, sostituzione delle essenze morte;*

- *pozzi e relativa attrezzatura di campionamento delle acque sotterranee;*
- *modalità e frequenza di asportazione del percolato, garantendo comunque il mantenimento dello stesso al livello minimo possibile.»*

Da quanto finora emerso, non compare un'indicazione della durata del periodo di gestione post-operativa.

Il riferimento ad un periodo effettivamente quantificato si ha all'art.8 – *Domanda di autorizzazione*, laddove, in riferimento ai documenti progettuali, si cita al c.1 lett. m, **così come modificato² dal D.Lgs 121/2020:**

*«...m) il piano economico-finanziario, redatto secondo i criteri stabiliti dall'allegato 2 che preveda che tutti i costi derivanti dalla realizzazione dell'impianto e dall'esercizio della discarica, i costi connessi alla costituzione della garanzia finanziaria di cui all'articolo 14, i costi stimati di chiusura, nonché quelli di gestione post-operativa per un periodo di almeno **trenta anni**, siano coperti dal prezzo applicato dal gestore per lo smaltimento, tenuto conto della riduzione del rischio ambientale e dei costi di post-chiusura derivanti dalla adozione di procedure di registrazione ai sensi del regolamento (CE) n. 1221/2009 del Parlamento e del Consiglio del 25 novembre 2009;...»* (enfaticizzazione dello scrivente)

A proposito di garanzia finanziaria, l'art.14 del Nuovo D.Lgs 36/2003³ ribadisce, e meglio dettaglia, tale impostazione:

«1. *La garanzia per l'attivazione e la gestione operativa della discarica, comprese le procedure di chiusura, assicura l'adempimento delle prescrizioni contenute nell'autorizzazione e deve essere prestata per una somma commisurata alla capacità autorizzata della discarica ed alla classificazione della stessa ai sensi dell'articolo 4. In caso di autorizzazione per lotti della discarica, come previsto dall'articolo 10, comma 3, la garanzia può essere prestata per lotti.*

2. *La garanzia per la gestione successiva alla chiusura della discarica assicura che le procedure di cui all'articolo 13 siano eseguite ed è commisurata al costo complessivo della gestione post-operativa. In caso di autorizzazione della discarica per lotti la garanzia per la post-chiusura può essere prestata per lotti.*

3. *Fermo restando che le garanzie di cui ai commi 1 e 2, nel loro complesso, devono essere trattenute per tutto il tempo necessario alle operazioni di manutenzione e di gestione successiva alla chiusura della discarica e salvo che l'autorità competente non preveda un termine maggiore qualora ritenga che sussistano rischi per l'ambiente:*

a) la garanzia di cui al comma 1 è trattenuta per almeno due anni dalla data della comunicazione di cui all'articolo 12, comma 3;

*b) la garanzia di cui al comma 2 è trattenuta per almeno **trenta anni** dalla data della comunicazione di cui all'articolo 12 comma 3.»* (enfaticizzazione dello scrivente)

² Peraltro, anche l'originaria lett. m riportava il riferimento ai trent'anni, ma si è preferito riportare il testo aggiornato.

³ Articolo immutato rispetto alla precedente versione.

Per ciò che concerne le attività da svolgere nel periodo di gestione post-operativa, vi sono chiari riferimenti alla gestione delle acque e del percolato, nonché del biogas, nell'Allegato 1; si noti come il termine temporale di 30 anni sia però imposto solo alla gestione del percolato:

«2.3. Controllo delle acque e gestione del percolato⁴

*[...] Il percolato ed eventuali acque di ruscellamento diretto sul corpo dei rifiuti devono essere captati, raccolti e smaltiti per tutto il tempo di vita della discarica (gestione e post-gestione), secondo quanto stabilito nell'autorizzazione, e comunque per un tempo non inferiore a **30 anni** dalla data di chiusura definitiva dell'impianto.»* (enfaticizzazione dello scrivente).

Nella gestione del biogas, invece, è stato adottato il principio secondo cui la sospensione della gestione è subordinata alla valutazione dell'Ente di controllo. Il *Nuovo D.Lgs 36/2003* ha dettagliato, nel finale, l'eventuale fase di ossidazione in biofiltro:

«2.5. Controllo dei gas

[...] Il sistema di estrazione e trattamento del gas deve essere mantenuto in esercizio per tutto il tempo in cui nella discarica è presente la formazione del gas e comunque per il periodo necessario, come indicato all'articolo 13, comma 2⁵.

In presenza di una produzione di metano inferiore a $0,001 \text{ Nm}^3/\text{m}^2/\text{h}$, sarà possibile far ricorso alla ossidazione biologica in situ, mediante l'utilizzo di biofiltri o l'allestimento di coperture bioossidative adeguatamente progettate e dimensionate». (enfaticizzazione dello scrivente).

⁴ Testo così come emendato nel *Nuovo D.Lgs 36/2003*.

⁵ La manutenzione, la sorveglianza e i controlli della discarica devono essere assicurati anche nella fase della gestione successiva alla chiusura, fino a che l'Ente territoriale competente accerti che la discarica non comporta rischi per la salute e l'ambiente. In particolare, devono essere garantiti i controlli e le analisi del biogas, del percolato e delle acque di falda che possano essere interessate.

3 Condizioni per la dismissione in sicurezza della discarica

Prima di procedere con la definizione delle attività oggetto della gestione post-operativa, è opportuno riassumere quanto argomentato, alla luce delle succitate prescrizioni normative e in continuità con i contenuti dell'omologo *Piano* annesso al *Progetto del 2011*, in tema di condizioni che rendono "abbandonabile" la discarica, in modo da impostare correttamente un *Piano di gestione post-operativa* atto a conseguire tali condizioni.

Da quanto dedotto dal precedente capitolo, una discarica può essere dimessa quando vengano meno le potenziali cause di "pericolosità" comprovata dalle seguenti circostanze:

- ✓ completamento degli assestamenti;
- ✓ produzione di percolato con caratteristiche chimiche compatibili con lo scarico negli eventuali ricevitori **oppure** stabilizzazione per almeno due anni consecutivi di un livello di sicurezza del percolato stabilito dall'Autorità di controllo⁶;
- ✓ emissione di biogas in misura tale da non generare pericolo né molestie odorose.

Alla luce di quanto affermato, è possibile trarre le seguenti conclusioni:

- un corretto *Piano di gestione post-operativa* deve conseguire l'obiettivo della dismissione, in condizioni di sicurezza, della discarica;
- ferma restando la durata temporale del periodo di gestione post-operativa, pari a 30 anni, le operazioni di gestione devono essere finalizzate al conseguimento dell'obiettivo di cui al precedente punto, testando negli ultimi anni di gestione le condizioni di dismissione dell'impianto.

In quest'ultima fase dovranno essere poste in atto le seguenti azioni:

- implementazione di azioni di manutenzione, anche straordinaria, volte a garantire l'azzeramento della produzione del percolato. Come dimostrato da innumerevoli studi⁷, infatti, il perseguimento della completa mineralizzazione di una discarica per RSU in condizioni anaerobiche e di scarsa lisciviazione, condizione per la generazione di un percolato con caratteristiche chimiche compatibili con lo scarico negli eventuali ricevitori, pur richiesto da talune prescrizioni⁸, non è ragionevolmente in un periodo di 30 anni;
- elaborazione dell'Analisi di rischio finalizzata all'attestazione delle condizioni di dismissione, come meritoriamente introdotto nel recente *D.Lgs 36/2003*.

⁶ Che corrisponde all'assenza di produzione di percolato.

⁷ Cfr., ad es.: A. Pivato – *Emissioni di lungo periodo* - Seminario di Aggiornamento "La Bonifica delle Vecchie Discariche" - Facoltà di Ingegneria, Padova; 10 - 12 giugno 2002, soprattutto per le note bibliografiche.

⁸ Cfr., ad es., le *Linee guida per la progettazione e gestione sostenibile delle discariche*, emesse dalla Regione Lombardia - Bollettino Ufficiale Serie Ordinaria n. 41 - venerdì 10 ottobre 2014.

4 CONTENUTI DEL PIANO

4.1 Generalità

Il precedente capitolo si conclude fissando un importante principio: nell'ambito del periodo "minimo" di *Gestione post-operativa* (30 anni) è opportuno perseguire "attivamente" gli obiettivi di dismissione della discarica.

Pertanto, nell'impostazione del *Piano* in esame, saranno definiti scenari basati su realistiche simulazioni dei fenomeni di assestamento della discarica e di degradazione dei rifiuti ivi allocati, alla luce degli obiettivi tracciati in precedenza, con il duplice scopo di impiegare proficuamente il periodo di gestione imposto dalla normativa e di stimarne, il più possibile correttamente, i costi. Questi ultimi saranno esposti nel dettaglio nel *Piano economico-finanziario e tariffario*.

È necessario ora approfondire un altro importante principio, anticipato in *Premessa*, che condizionerà i contenuti del presente *Piano*: **la ribaulatura generale della discarica si rifletterà sull'effettiva durata della *Gestione post-operativa* dei sottostanti rifiuti, determinandone, su gran parte della discarica, un significativo aumento.**

In altri termini, tutti i lotti coltivati (e da coltivare), segnatamente quelli posti in porzioni di discarica coltivate da molti anni (alcuni anche da oltre vent'anni), saranno comunque gestiti per almeno ulteriori 30 anni dalla chiusura che, proprio per l'effetto della menzionata ribaulatura, sarà sensibilmente posticipata rispetto alle primigenie previsioni, con evidenti riflessi positivi sul piano ambientale.

Tratteremo nel seguito, separatamente, i tre principali capitoli connessi agli effetti della degradazione dei rifiuti, enunciati nel precedente capitolo; gestione del percolato, del biogas e dell'assestamento della copertura.

4.2 Gestione del percolato

In somma sintesi, i principali prodotti della degradazione dei RSU in discarica sono i seguenti:

- Acqua
- Ammoniaca
- Anidride carbonica
- Metano
- Idrogeno solforato
- Materiale solido non solubile (rifiuto mineralizzato)

Riprendendo i concetti generali sulla trasformazione dei RSU in discarica, è possibile valutare l'andamento temporale del fenomeno degradativo stesso alla luce delle caratteristiche chimiche e biochimiche del percolato.

Ad esempio, il rapporto BOD₅/COD è tanto più basso quanto più l'attività biologica è avanzata (ad esempio nella fase metanigena "matura" delle vecchie discariche); anche la concentrazione di ammoniaca è tipica di siffatte realtà.

Nella tabella della pagina successiva sono riportati i valori dei principali componenti del percolato reperiti in letteratura per la fase metanigena⁹.

Le considerazioni svolte in vari studi¹⁰ portano alla conclusione che il carico inquinante del percolato nelle discariche per RSU, soprattutto per la presenza di ammoniaca e di metalli liberati nella fase aerobica finale, non è solitamente compatibile con la loro consegna ad un ricevitore naturale nel medio periodo (30 anni).

Pertanto, anche a fronte del cospicuo periodo di gestione post-operativa previsto dalla normativa, 30 anni, non è sempre possibile assicurare le condizioni di dismissione in sicurezza di siffatte discariche.

Nel Progetto dell'impianto di depurazione a osmosi inversa in situ si proponeva, fra le altre soluzioni di impiegare il *permeato*, reimpresso dalle zone adacquatrici nel dilavamento dei rifiuti, avviando così il processo virtuoso della mineralizzazione accelerata. È infatti opinione di svariati autorevoli studi che un'energica attività di lisciviazione dei rifiuti, da effettuarsi anche nella fase post-operativa, contribuisca ad accelerare la riduzione del carico inquinante nel rifiuto.

In quest'ottica si colloca il concetto, nato in Inghilterra, detto "Flushing Bioreactor Landfill", semplificato in *flushing*. Tale concetto stabilisce che, alimentando i rifiuti con significative quantità di liquido lisciviante (acqua, percolato, ecc.) si agevoli la rimozione delle sostanze inquinanti dalla massa solida favorendo al contempo il trasporto delle stesse in fase liquida.

Le condizioni di saturazione favoriscono l'interconnessione dei pori all'interno del materiale, agevolando così i processi di diffusione e consentendo una distribuzione migliore degli elementi nutrienti. In più, viene fornito un contenuto di umidità ottimale (solitamente attorno al 50%) per lo sviluppo delle reazioni di degradazione batterica.

Il dilavamento dei rifiuti è una tecnica che, applicata su lisimetri sperimentali, ha consentito di ridurre molto velocemente le concentrazioni di sostanza organica e ammoniaca nel percolato. Purcell et Al. hanno mostrato che, ad un incremento dell'apporto idrico da 436 a 1.320 mm/anno, è conseguita una riduzione del 67% del carico di TOC nel percolato, dopo un periodo di 206 giorni. Nello stesso periodo di tempo, una riduzione della concentrazione di ammoniaca del 99% è stata raggiunta incrementando ulteriormente l'afflusso d'acqua al lisimetro fino a 2.195 mm/anno.

⁹ Tratta da: L. Feronato, A. Gastaldello, M.C. Lavagnolo – *Trattamento del percolato da vecchie discariche* - Seminario di Aggiornamento "La Bonifica delle Vecchie Discariche" - Facoltà di Ingegneria, Padova; 10 - 12 giugno 2002.

¹⁰ Si veda, ad es.: A. Pivato – *Emissioni di lungo periodo* - Seminario di Aggiornamento "La Bonifica delle Vecchie Discariche" - Facoltà di Ingegneria, Padova; 10 - 12 giugno 2002, soprattutto per le note bibliografiche.

Parametro	Un. mis.	(Ehrig, 1990) int.-media	(Kruse, 1994) int.-media
<i>pH</i>		7,5-9 8	7,0-8,3 7,6
<i>C.O.D.</i>	<i>mg/l</i>	500-4.500 3.000	460-8.300 2.500
<i>BOD₅</i>	<i>mg/l</i>	20-550 180	20-700 230
<i>TOC</i>	<i>mg/l</i>	200-5.000 1.300	150-1.600 660
<i>Ammoniaca</i>	<i>mg/l</i>	30-3.000 750	17-1.650 740
<i>TKN</i>	<i>mg/l</i>	40-3.425 1.350	250-2.000 920
<i>Nitrati</i>	<i>mg/l</i>	0,1-50 3	-
<i>Solfati</i>	<i>mg/l</i>	10-240 80	25-2.500 240
<i>Cloruri</i>	<i>mg/l</i>	50-5.000 2.100	315-12.400 2.150
<i>Sodio</i>	<i>mg/l</i>	50-4.000 1.350	1-6.800 1.150
<i>Potassio</i>	<i>mg/l</i>	10-2.500 1.100	170-1.750 880
<i>Magnesio</i>	<i>mg/l</i>	40-350 180	25-300 150
<i>Calcio</i>	<i>mg/l</i>	20-600 60	50-1.100 200
<i>Fosforo totale</i>	<i>mg/l</i>	0,1-30 6	0,3-54 6,8
<i>Cromo</i>	<i>mg/l</i>	0,3-1,6 0,3	0,002-0,52 0,155
<i>Ferro</i>	<i>mg/l</i>	3-280 15	4-125 25
<i>Nichel</i>	<i>mg/l</i>	0,02-2,05 0,2	0,01-1 0,19
<i>Rame</i>	<i>mg/l</i>	0,004-2,05 0,2	0,005-0,56 0,09
<i>Zinco</i>	<i>mg/l</i>	0,03-4 0,6	0,09-3,5 0,6
<i>Cadmio</i>	<i>mg/l</i>	0,0005-0,14 0,006	0,0007-0,525 0,0375
<i>Piombo</i>	<i>mg/l</i>	0,008-1,02 0,09	0,008-0,4 0,16

Il sostenuto ricircolo del *permeato*, pertanto, può generare condizioni promettenti per contenere la fase di mineralizzazione entro i 30 anni previsti dalla normativa come periodo minimo di gestione post-operativa.

Una tale opzione, da attivare nel caso di mantenimento nel tempo di elevate concentrazioni di contaminanti nel percolato, richiede l'avviamento di una fase sperimentale, da implementare in un settore chiuso, in cui, sempre nel rispetto del mantenimento del battente idraulico sul fondo nei limiti dell'A.I.A., si attivi un'abbondante lisciviazione del corpo rifiuti, con contestuale monitoraggio dei parametri del percolato. All'uopo, si possono utilizzare specifici "traccianti", quali l'azoto ammoniacale e il TOC, che segnalano l'avanzamento delle condizioni di mineralizzazione dei rifiuti.

Come più volte accennato, tuttavia, l'opzione più praticabile per conseguire le condizioni di dismissione in sicurezza entro i 30 anni è l'azzeramento della produzione del percolato, garantita dalla sostanziale invarianza del battente sul fondo per almeno un biennio.

In tutti i casi, il raggiungimento delle suddette condizioni richiede la formulazione dell'Analisi di rischio introdotta dal *Nuovo D.Lgs 36/2003* (Cfr. sopra).

4.3 Stima della produzione di percolato in fase post-operativa

4.3.1 Generalità

La corretta stima della produzione di percolato nella fase di gestione post-operativa è il principale presupposto per un adeguato "dimensionamento" del Fondo per la *Gestione post-operativa* che, a propria volta, rappresenta una voce assai rilevante della tariffa di conferimenti dei rifiuti.

Nel caso in oggetto, trattasi di porre le basi per la stima dell'eventuale integrazione del Fondo già costituito, tenendo conto, come più volte accennato, della problematica dei PFAS nel percolato, che comporta la lievitazione del costo unitario di smaltimento (Cfr. *Piano economico-finanziario e tariffario*).

Nel successivo sottoparagrafo sarà proposto un modello di valutazione nel tempo della produzione di percolato, basato sull'andamento della produzione in fase operativa trattata nel par. 15.2 della *Relazione tecnico-illustrativa*.

Tale stima, beninteso, va utilizzata a titolo indicativo per le valutazioni economiche, giacchè, nella seconda modalità di dismissione in sicurezza sopra contemplata, la produzione tende ad azzerarsi nel tempo.

4.3.2 Modello previsionale di produzione del percolato in fase post-operativa

Nella recente Perizia sulla congruità del Fondo per la *Gestione post-operativa* citata in *Premessa*, elaborata nell'ambito della preparazione del Piano tariffario a valere dal 1° gennaio 2018, si proponeva un modello di produzione di percolato a copertura definitiva completata, basato sull'ipotesi che l'infiltrazione da tale copertura si attestasse sul 2% del piovuto. Questa assunzione appariva più conservativa di quella del *Progetto*

del 2011, allorchè tale percentuale era dell'1,75% del piovuto. Secondo autorevoli riscontri di letteratura¹¹, una copertura con drenaggio ipodermico e geomembrana posta sopra lo strato minerale argilloso è in grado di limitare l'infiltrazione di acque meteoriche nell'ordine di grandezza massimo dell'1% del piovuto.

Assumendo la medesima piovosità media annua del *Progetto del 2011*, pari a 1.100 mm/anno¹², il calcolo delle portate di infiltrazione a regime nell'intera discarica è dettagliato nella seguente tabella:

Precipitazione media annua [mm/anno]	1.100
Precipitazione annua di calcolo [m ³ /m ² · anno]	1,10
% di infiltrazione attraverso la barriera impermeabile	2%
Quantità unitaria di percolato prodotta [m ³ /m ² · anno]	0,02200
Area totale della copertura [m ²]	157.000
Produzione annua di percolato sull'intera area [m³/anno]	3.454
Produzione giornaliera di percolato sull'intera area [m³/g]	9,46

È di tutta evidenza però che tale produzione è attesa "a regime", vale a dire allorquando a generare la produzione di percolato sia solamente tale portata di infiltrazione, venendo a cessare il contributo della migrazione del percolato di imbibizione verso il sistema di drenaggio ed emungimento di fondo.

Si ipotizza, pertanto, una graduale diminuzione della produzione di percolato dal valore riscontrato nell'anno di chiusura definitiva dei settori, assunto pari a 15.000 m³(¹³), a quello a regime testè stimato.

Sempre nel par. 15.2 della *Relazione tecnico-illustrativa* si stimava in 1-2 anni il periodo di migrazione del percolato verso il fondo, in particolare nella parte in ampliamento, dotata di drenaggio intermedio costituito in fase di coltivazione.

Ciò nondimeno, stante la notevole potenziale alea che permea siffatte elaborazioni, si è ritenuto cautelativamente di considerare un periodo di transizione di 10 anni, così da sopravvalutare la produzione di percolato nel periodo di transizione.

¹¹ Stefan Melchior - «*In situ studies of the performance of landfill caps (compacted soil liners, geomembranes, geosynthetic clay liners, capillary barriers)*» - 1997 EPP Publications Ltd. Tale studio considera un periodo dal 1988 al 1995. Un successivo studio, esteso al 2005: «*Results from 18 Years of In Situ Performance Testing of Landfill Cover Systems in Germany*» (Melchior et al. – ASCE 2010), non modificava le conclusioni del primo lavoro.

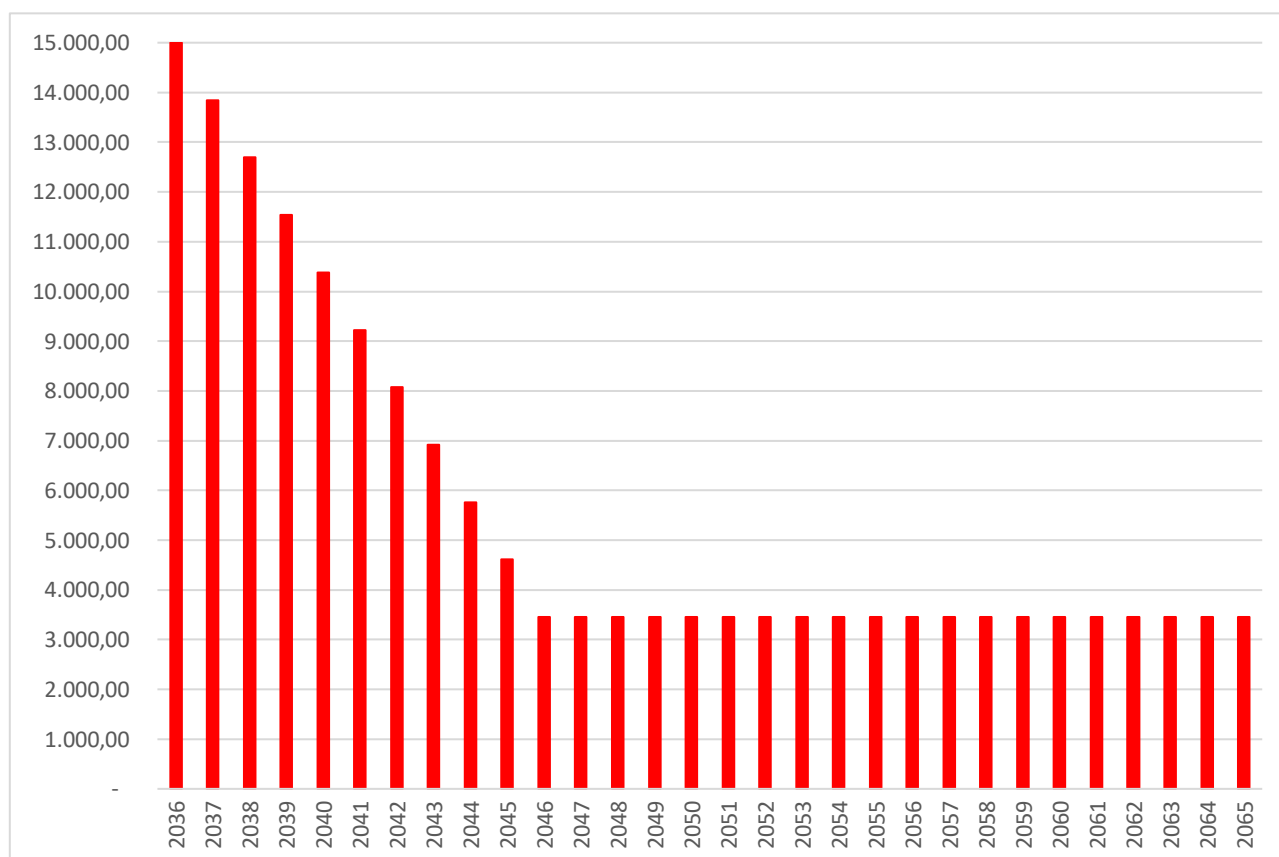
¹² Anche questa assunzione è conservativa, poiché nell'ultimo decennio [2010-2019] il valore medio delle precipitazioni annue è pari a 1.030 mm/anno, mentre, nell'ultimo quinquennio, tale media si assesta su 917 mm.

¹³ Trattasi ancora di una assunzione conservativa visto che, come riportato nel par.15.2 della *Relazione tecnico-illustrativa*, il volume prodotto con settori aperti e ampie porzioni di copertura provvisoria di stima sui 18.000 m³/anno e che la copertura definitiva si ipotizza completata a fine del 2034. Pertanto, per un lungo periodo prima dell'avviamento della *Gestione post-operativa* non vi saranno settori aperti.

Per quanto riguarda i tempi di avviamento della *Gestione post-operativa*, dal par. 15.3 della *Relazione tecnico-illustrativa* si evince che questa è prevista dal 1° gennaio 2036 e si protrarrà per almeno 30 anni, quindi fino a tutto il 2065.

Alla luce di ciò, la produzione di percolato stimata nell'intero periodo di *Gestione post-operativa* è riassunta nella seguente tabella e nel successivo grafico.

ANNO	PRODUZIONE (m ³)
2036	15.000,00
2037	13.845,40
2038	12.690,80
2039	11.536,20
2040	10.381,60
2041	9.227,00
2042	8.072,40
2043	6.917,80
2044	5.763,20
2045	4.608,60
2046 ÷ 2065	3.454,00



4.4 Trattamento finale del percolato

Il percolato generato dalla discarica sarà trattato in un impianto di depurazione a osmosi inversa in situ, attualmente in fase di montaggio.

In *Gestione post-operativa* l'impianto sarà oggetto di gestione e manutenzione come da capitolato che fornirà la ditta costruttrice, in continuità con le omologhe attività effettuate in fase operativa.

4.5 Gestione del biogas

L'inizio del periodo di *Gestione post-operativa* avviene spesso in una fase di piena attività del recupero energetico del biogas. Pertanto, la piena efficienza del sistema di captazione del gas rientra nelle attività di gestione di tale fase, non compresa nel presente Piano.

Con la riduzione del tenore di metano nel biogas e la dismissione dell'impianto di recupero energetico si rientra nella fase di "bonifica" della discarica dal gas, oggetto del *Piano*, la cui gestione, nella fase post-operativa, è di seguito descritta.

La necessità di aspirare efficacemente il biogas condiziona, oltre alle attività connesse a tale comparto, la gestione del sistema del percolato, ed in particolare:

- il mantenimento del livello minimo medio di 1 m dal fondo dei settori;
- l'eventuale spurgo dei pozzi di captazione del biogas temporaneamente poco efficienti.

In tale fase dovranno altresì svolgersi le consuete attività di manutenzione ordinaria dei pozzi, delle linee e della centrale di aspirazione e combustione, in assoluta continuità con quanto all'uopo effettuato nella fase di *Gestione operativa*. Parimenti, quindi, il Tecnico responsabile dovrà provvedere all'aggiornamento del quaderno di manutenzione.

L'insieme delle suddette attività di gestione e manutenzione si rendono necessarie fino al raggiungimento delle condizioni di "non pericolosità" del biogas.

Per quanto concerne la definizione dei limiti di pericolosità del biogas, il *Nuovo D.Lgs 37/2003* ha mantenuto l'impostazione precedente, che demanda alla valutazione dell'Ente di controllo la dismissione del trattamento del biogas.

A titolo di riferimento, le già citate *Linee guida per la progettazione e gestione sostenibile delle discariche*, emesse dalla Regione Lombardia (Cfr. nota p.p. n.8), individuano un valore limite ammissibile dell'emissione superficiale di metano, ad impianto di estrazione spento, di $0,0005 \text{ Nm}^3/\text{m}^2/\text{h}$.

A questo proposito, il *Nuovo D.Lgs 37/2003* ha dettagliato i limiti analitici al di sotto dei quali sarà possibile far ricorso alla ossidazione biologica in situ, mediante l'utilizzo di biofiltri: allorché la produzione di metano sia inferiore a $0,001 \text{ Nm}^3/\text{m}^2/\text{h}$.

Quest'ultima indicazione è assai opportuna, poiché è ben noto che, a bassi tenori di metano, il funzionamento del combustore non è ottimale e potrebbero verificarsi frequenti problemi di accensione, particolarmente fastidiosi in siti non più presidiati. Pertanto, il ricorso a un biofiltro, allorché sussistano le succitate condizioni, potrà rendere la gestione della fase terminale di produzione di biogas molto più semplice ed affidabile.

Il procedimento da seguire per l'attivazione della fase di ossidazione del biogas è il seguente:

- convogliamento naturale delle emissioni residue, una volta disattivata la torcia e il sistema di aspirazione, utilizzando le esistenti linee di trasporto, in un biofiltro, in modo da abbattere gli eventuali odori ed ottenere l'ossidazione del metano a biossido di carbonio + acqua;
- monitoraggio della produzione residua nei successivi anni fino al raggiungimento delle succitate condizioni di dismissione dell'impianto.

4.6 Assestamenti e morfologia della copertura e del Muro

Va innanzitutto premesso che, come più volte accennato, la ribaulatura generale della discarica introdotta con il presente *Progetto* avverrà su un corpo rifiuti per gran parte già assestato e, comunque, la copertura finale dovrà essere realizzata dopo che gran parte dei cedimenti, ascrivibili essenzialmente ai nuovi rifiuti, siano maturati, anche per garantire la compatibilità con il *Muro* perimetrale.

Come trattato nel cap. 10 del *Piano di gestione operativa*, il completamento degli assestamenti, nell'accezione qui considerata, è previsto dopo i primi anni dal termine dei conferimenti e, pertanto, entro il succitato periodo di maturazione; ciò, a maggior ragione, se si considera che la discarica accoglie prevalentemente rifiuti confezionati in cubi compattati.

Ciò nondimeno, il monitoraggio dei punti di misura delle quote della copertura finale, integrati con punti nella porzione di ampliamento planimetrico, andrà proseguito finché gli assestamenti della copertura potranno definirsi "completati". Detto "completamento" del fenomeno deformativo in oggetto, in continuità con l'impostazione del precedente *Piano* ispirato alle Linee guida CTD (1997), è attestato dal rilievo di un abbassamento medio percentuale nell'ultimo anno inferiore al 5% del totale registrato dal termine dei conferimenti; per "abbassamento medio" s'intende la media aritmetica degli abbassamenti dei punti di rilievo.

Per quanto attiene il *Muro*, trattasi, come argomentato nel par. 7.1 della *Relazione tecnico-illustrativa*, di parte della copertura definitiva della discarica e, pertanto, anch'esso oggetto di monitoraggio degli assestamenti, con i medesimi criteri ed obiettivi testé indicati per la parte sommitale della copertura. **A tal proposito, saranno individuati 3 punti di misura dei cedimenti posti nel piano sommitale del Muro, da sottoporre a monitoraggio.**

Si ritiene che il programma di monitoraggio degli assestamenti possa essere protratto non oltre i 10 anni dalla chiusura della discarica, cui seguiranno i test di dismissione.

Per tutta la durata della gestione post-operativa dovranno essere mantenute pendenze della copertura tali da consentire il deflusso superficiale e ipodermico delle acque meteoriche; eventuali assestamenti e/o avvallamenti localizzati della copertura dovranno essere oggetto di adeguati interventi per impedire ristagni d'acqua.

Allorquando la morfologia della copertura finale dovesse rivelare zone con pendenza media inferiore a quella di progetto sarà necessario rimuovere il pacchetto di copertura superficiale, fino allo strato minerale compreso, e ripristinare la pendenza di progetto apportando materiale nell'ambito dello strato di drenaggio del biogas, cui far seguire il rifacimento della copertura.

4.7 Gestione del Verde

Nel periodo di *Gestione post-operativa* è previsto il controllo dell'esecuzione, della gestione e della manutenzione delle opere di ripristino ambientale previste nel *Progetto*, quali canali di raccolta dell'acqua, ricopertura, inerbimento, piantumazione, impianto di irrigazione, ecc. così come prospettato nel *Piano di ripristino ambientale*.

5 ATTIVITA' DI MANUTENZIONE DI CUI ALL' ALL.2 DEL NUOVO D.LGS.36/2003

Oltre alle già illustrate nei precedenti capitoli, il *Piano di gestione post-operativa* contempla le attività di manutenzione previste dall'Allegato 2 al *Nuovo D. Lgs.36/2003* (Cfr. par. 2.2 del Decreto), di seguito, richiamate:

Manutenzione per mantenere in buona efficienza:

- *recinzione e cancelli di accesso;*
- *rete di raccolta e smaltimento acque meteoriche;*
- *viabilità interna ed esterna;*
- *sistema di drenaggio del percolato;*
- *rete di captazione, adduzione, riutilizzo e combustione del biogas;*
- *sistema di impermeabilizzazione sommitale;*
- *copertura vegetale, procedendo ad innaffiature, periodici sfalci, sostituzione delle essenze morte;*
- *pozzi e relativa attrezzatura di campionamento delle acque sotterranee;*
- *sistema di drenaggio, emungimento e depurazione del percolato, garantendo comunque il mantenimento dello stesso al livello minimo possibile.*

La responsabilità dell'attuazione del presente Piano è in capo alla figura del Tecnico responsabile, che si prende carico di tutti gli aspetti della *Gestione post-operativa* sopra dettagliati.

Le attività previste saranno materialmente svolte da operatori, dipendenti o esterni, agli ordini del succitato Responsabile.

Il Tecnico responsabile effettuerà visite periodiche presso l'impianto, nell'ambito delle quali registrerà i parametri di funzionamento dell'impianto su apposite schede, aggiornerà il registro delle manutenzioni e provvederà ad avviare le attività specifiche (manutenzioni, riparazioni e sostituzioni di elementi, ecc.).

Le attività soggette a riscontro periodico (analisi di aria, acque, percolato, rilievo delle quote della copertura, ecc.) saranno effettuate da soggetti individuati dal Tecnico responsabile, che valuterà i risultati e provvederà a intraprendere le eventuali azioni correttive.

Inoltre, il tecnico dovrà tenere i rapporti con l'Ente di controllo, cui fornire le relazioni e i rapporti che l'Ente stesso provvederà a formalizzare in un apposito capitolato, prima dell'avviamento della fase di *Gestione post-operativa*.

La possibilità di trasmissione dei dati relativi alla gestione del percolato e del biogas consentirà al Tecnico responsabile di conoscere i parametri di funzionamento dei suddetti impianti in tempo reale, presso un terminale remoto.

Riguardando i più importanti elementi di controllo della discarica, non v'è dubbio che quest'ultima possibilità determina un controllo assai efficace del "sistema nervoso" dell'impianto; ciò nondimeno, si ritiene che frequenti sopralluoghi periodici presso l'impianto costituiscano elemento insostituibile per la corretta gestione di tale fase.

Ciò premesso, alla luce di esperienze maturate nel periodo di gestione operativa, si ritiene di assegnare le seguenti frequenze dei sopralluoghi all'impianto:

<i>periodo</i>	<i>Frequenza verifica dati dal terminale remoto</i>	<i>Frequenza sopralluoghi presso l'impianto</i>
0 ÷ 5 anni	quotidiana	bisettimanale
6 ÷ 10 anni	quotidiana	settimanale
11 ÷ 30 anni	settimanale	quindicinale

È inteso che tale programmazione si riferisce alle condizioni "standard" di routine; nel caso insorgessero problemi e/o anomalie nei dati rilevati, il Tecnico dovrà assicurare la sua presenza fino al ritorno delle condizioni di regime.

Nell'ambito delle suddette verifiche, nello spirito del *Nuovo D. Lgs.36/2003*, il Tecnico responsabile dovrà accertarsi dello stato di manutenzione, nonché di eventuali anomalie, dei seguenti elementi:

- recinzione e cancelli di accesso;
- barriera arborea perimetrale;
- rete di raccolta e smaltimento acque meteoriche;
- viabilità interna ed esterna;
- sistema di drenaggio, emungimento e depurazione del percolato, garantendo comunque il mantenimento dello stesso al livello minimo possibile;
- rete di captazione, adduzione, riutilizzo e combustione del biogas;
- copertura vegetale, procedendo ad innaffiature, periodici sfalci, sostituzione delle essenze morte;
- pozzi e relativa attrezzatura di campionamento delle acque sotterranee.

Il Tecnico responsabile, alla luce dell'esito del suddetto accertamento, dovrà provvedere alle eventuali attività di ripristino.

Ai fini economici, si ritiene che i costi del Tecnico responsabile da attribuire alla gestione post-operativa debbano essere computati a partire dalla chiusura della discarica (Cfr. *Piano economico-finanziario e tariffario*).

L'impianto, nel periodo di *Gestione post-operativa* dovrà essere oggetto di sorveglianza da parte di primaria ditta di vigilanza.

Le attività di monitoraggio e controllo da effettuare nel periodo di gestione post-operativa sono dettagliate nel relativo *Piano*. Ai fini economici esse andranno computate nei costi di *Gestione post-operativa* a partire dalla chiusura della discarica.