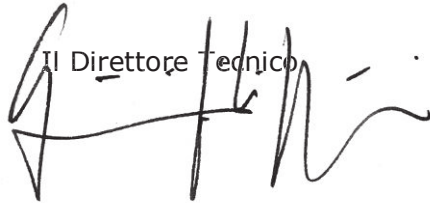


Bergamo pulita

Relazione annuale

**ai sensi dell'articolo 13, comma 5
D.Lgs. 13 gennaio 2003, n.36**

**Integrazioni valutazione percolato
e ricircolo**

Il Direttore Tecnico


ottobre 2020

BERGAMO PULITA S.r.l.

Sede legale

Piazza della Repubblica n. 2 - 24122 Bergamo

Sede operativa

Località Biancinella - 24050 Cavernago (BG)

T[+39]035 4498471

F[+39]035 840040

PEC bergamopulita@pec.a2a.eu

Capitale Sociale euro 10.329,20 i.v.
codice fiscale, partita IVA e numero di iscrizione
nel Registro delle Imprese di Bergamo n. IT02249820164
R.E.A.: Bergamo n. 0274442



INDICE

PREMESSA.....	1
BILANCIO IDROLOGICO ANNI 2011-2019.....	2
SISTEMA DI GESTIONE RICIRCOLO DEL PERCOLATO E GESTIONE DEL BIOGAS	10
VALUTAZIONI CONCLUSIVE	13

PREMESSA

Bergamo Pulita S.rl. è autorizzata con A.I.A. di cui al Decreto n. 7117 del 19/07/2010 rilasciata da Regione Lombardia e s.m.i.

Annualmente, come previsto dalla normativa vigente, la Direzione Tecnica elabora la relazione annuale come prevista dal D.Lgs. 36/2006 in relazione ai risultati del programma di sorveglianza ed ai controlli effettuati.

In merito al punto di GESTIONE DEL PERCOLATO, è previsto che siano integrate le informazioni relative a:

- bilancio idrico che, valutando le precipitazioni infiltrate, l'umidità dei rifiuti, i quantitativi di percolato prodotti dalla degradazione dei rifiuti e quelli riciccolati, l'evaporazione superficiale, il percolato avviato a smaltimento, verifichi l'assenza di infiltrazioni rilevanti di percolato nel sottosuolo e l'efficacia dei sistemi di captazione ed asportazione;
- valutazioni dell'effetto del ricircolo su quantitativi e caratteristiche del biogas, caratteristiche del percolato.

Il presente documento, pertanto, integra quanto agli atti con le informazioni relative al bilancio idrologico della discarica, suddividendo lo stesso in due differenti elaborazioni: la prima relativa agli anni in cui il fronte di discarica era ancora significativamente aperto ed il recupero sommitale in fase di realizzazione, la seconda successiva alla sigillatura della discarica avvenuta a fine 2015.

BILANCIO IDROLOGICO ANNI 2011-2019

Il bilancio idrologico di una discarica relativo ad un certo periodo è generalmente identificato dalle seguenti componenti:

$$\text{Perc} = \text{Inf} + \text{Wint} + \text{Wend}$$

dove i diversi elementi assumono i seguenti significati:

- Perc: percolato prodotto;
- Inf: quota parte della precipitazione che si infiltra nel corpo del deposito originando il percolato;
- Wint: volume d'acqua presente nel deposito al momento T0 assunto quale inizio delle valutazioni.
- Wend: produzione di acqua di origine endogena al deposito correlata con i processi di degradazione biochimica della sostanza organica.

La stima della produzione del percolato richiede, pertanto, la valutazione di diversi fenomeni che si verificano all'interno del deposito e al contorno dello stesso.

Di seguito si fornisce valutazione di quanto sopra rispetto alla discarica Bergamo Pulita s.r.l. di Cavernago nel periodo 2011-2019. Tali valutazioni sono state sviluppate considerando le diverse modalità di risposta del deposito alle sollecitazioni esterne in funzione della sua evoluzione strutturale. Nel periodo 2011-2015, infatti, la discarica presentava un fronte aperto e una copertura solo parziale che è stata progressivamente completata fino a raggiungere le condizioni di piena sigillatura a fine 2015. L'evoluzione nel tempo delle superfici del deposito chiuse e coperte è riassunta nella tabella che segue:

anno	superficie recuperata [mq]	superficie in coltivazione [mq]
2011	28.000	40.100
2012	34.000	34.100
2013	40.000	28.100
2014	49.000	19.100
2015	58.000	10.100
2016	68.100	0
2017	68.100	0
2018	68.100	0
2019	68.100	.0
2020	68.100	0

Evoluzione temporale delle superfici in coltivazione/recuperate

1) QUANTIFICAZIONE DELL'INFILTRAZIONE

L'area non è dotata di impianto di irrigazione, se non per ridotti quantitativi in brevi periodi durante lo spurgo dei piezometri (contributi irrisorio e trascurabile); l'unico apporto di acqua dall'ambiente esterno è dettato dalla quota parte di acque meteoriche che può entrare nel giacimento allestito per infiltrazione attraverso il pacchetto di copertura (quando questo realizzato) o il fronte in coltivazione. Una volta raggiunta la superficie, in ragione dei diversi fenomeni chimico-fisici e biologici che vi si sviluppano, le acque meteoriche si ripartiscono in diverse componenti secondo la seguente relazione che esprime la continuità della massa:

$$P = R + ET + \text{Inf} \quad (1)$$

Dove i diversi parametri assumono le seguenti valenze:

P: precipitazione occorsa sull'area;

Bergamo pulita

R: aliquota allontanata dal deposito per ruscellamento superficiale o sub-superficiale. In considerazione della dinamica dei processi, tale componente è da considerarsi solo sulle superfici già dotate del pacchetto di copertura finale, appositamente studiato per favorire il ruscellamento. È, invece, nulla sulle superfici ancora in coltivazione in quanto il deposito è costruttivamente conformato perché le acque dilavanti il rifiuto siano trattenute al suo interno;

ET: aliquota dispersa in atmosfera per evapotraspirazione sulle superfici già recuperate a verde e per semplice evaporazione dalle superfici in coltivazione;

Inf: aliquota infiltrata nel corpo del giacimento, all'origine del percolato che si raccoglie sul fondo della discarica a meno del contributo, in queste fasi ancora molto importante, legato alla degradazione della sostanza organica e alla progressiva compattazione dei materiali posti a discarica. Fenomeno, quest'ultimo, che origina la lenta espulsione delle acque intercluse all'epoca del conferimento o intrappolate nelle successive fasi di coltivazione in cui, l'assenza della copertura impermeabilizzante, comportava l'ingresso nel deposito della quasi totalità delle acque meteoriche.

Note le precipitazioni e stimate le componenti relative al ruscellamento e all'evapotraspirazione, sviluppando la relazione (1) rispetto al parametro (Inf) è, quindi, possibile determinare la quota parte di precipitazione che, infiltrandosi nel deposito, può originare il percolato.

1.1) Quantificazione degli apporti meteorici.

Ai fini della quantificazione degli apporti meteorici, si è fatto riferimento ai dati misurati dalla stazione meteorologica installata presso la discarica in esame. In particolare, stanti le finalità delle valutazioni si è lavorato sui dati di piovosità giornaliera raggruppati per singolo evento inteso come manifestazione delimitata temporalmente, prima e dopo, da almeno un giorno di asciutta.

1.2) Quantificazione delle perdite per ruscellamento superficiale o subsuperficiale

Come sopra indicato, la stima delle perdite per ruscellamento è stata effettuata per le sole superfici del deposito chiuse e recuperate, le uniche che possono originare l'allontanamento di quota parte delle acque meteoriche verso l'esterno del deposito.

Tra i diversi modelli disponibili in letteratura tecnica, per le valutazioni in esame si è fatto utilizzo del metodo del numero di Curva sviluppato negli USA dal Soil Conservation Service (SCS). Esso si basa sull'ipotesi che per ogni bacino drenante esista una capacità limite di trattenere l'acqua (per infiltrazione o ritenzione superficiale) che dipende dalle caratteristiche del bacino, degli usi delle superfici e delle condizioni meteorologiche pregresse.

Tale limite è espresso tramite la seguente relazione

$$F_s = \frac{25400}{CN} - 254$$

Dove:

- CN è il Numero di Curva da assumersi mediante specifici abachi in funzione dell'uso del suolo, delle condizioni idrologiche e di drenaggio, della tipologia dei terreni interessati;
- F_s [mm] è l'altezza massima immagazzinabile nel e sul terreno a saturazione.

Definito come sopra F_s , Il modello si basa sulle seguenti assunzioni:

- il deflusso superficiale si attiva solo al raggiungimento di una precipitazione pari a:

$$I_a = 0,2 * F_s \quad [mm] \quad (2)$$

- il deflusso totale netto H_n associato alla precipitazione totale H è definito dalla seguente relazione

$$H_n = \frac{(H - 0,2 * F_s)^2}{H + 0,8 * F_s} \quad [mm] \quad (3)$$

Bergamo pulita

Ai fini della stima delle perdite per ruscellamento si rende necessario valutare come il sistema copertura del deposito reagisce all'evento meteorico. Quest'ultimo è costituito da diversi strati funzionali a:

- limitare l'ingresso di acqua nel corpo del deposito (argilla e sovrastante strato di drenaggio con locale interposizione anche di telo in HDPE);
- consentire il recupero vegetazionale dell'area (strato di coltivo esterno).

Ai fini pratici, si è ritenuto schematizzare il pacchetto di copertura come un unico elemento con associate le seguenti caratteristiche medie:

- uso del suolo: superficie interamente ripristinata a verde con ampia zona a prato stabile e locali macchie arbustive;
- buone condizioni idrologiche con sistema di drenaggio superficiale efficiente;
- struttura media del terreno di copertura: limoso-argilloso;
- umidità del terreno: in considerazione delle finalità delle valutazioni in essere, orientate alla stima globale delle perdite per ruscellamento e non già alla schematizzazione di come queste si verificano all'interno del singolo evento, si è fatto riferimento a condizioni di umidità di base del terreno medie nel periodo autunnale-invernale e basse nel periodo primaverile/estivo.

Sulla base di tali assunzioni, all'area in esame sono stati, quindi, attribuiti i seguenti numeri di curva:

- Condizioni di bassa umidità (periodo primaverile ed estivo): CN: 86 da cui risulta $F_s = 41,34$ mm e $l_a = 8,27$ mm;
- Condizioni di media umidità (periodo autunnale ed invernale): CN: 91, da cui risulta $F_s = 25,12$ mm e $l_a = 5,024$ mm.

Applicando le relazioni (2) e (3) alla serie storica delle precipitazioni registrate negli anni successivi alla chiusura della discarica, e nota la superficie del deposito recuperata al periodo temporale di riferimento, è stato, quindi, possibile stimare per ogni evento il deflusso per ruscellamento netto e, per accorpamento dei singoli dati, i deflussi netti su base mensile ed annua.

1.3) Quantificazione delle perdite per evapotraspirazione/evaporazione

Nelle aree dotate del pacchetto di copertura e recuperate a verde, importante aliquota dell'acqua che si infiltra nel terreno non raggiunge di fatto il corpo del deposito in quanto la stessa viene rilasciata in atmosfera per tramite di fenomeni chimico-fisici e biologici che si sviluppano negli strati superficiali e che sono identificati con il termine Evapotraspirazione.

Essa dipende dalle condizioni climatiche del sito, dal tipo di pianta e dalla effettiva disponibilità di acqua nel terreno.

Per la stima dei quantitativi d'acqua evapotraspirati sono disponibili diversi modelli matematici di volta in volta utilizzabili in funzione della disponibilità di informazioni e del grado di dettaglio richiesto. In generale, i modelli fanno riferimento al concetto di evapotraspirazione potenziale ET_p riferita a condizioni standard (prato stabile, regolarmente mantenuto e ben irrigato) da cui viene ricavata l'evapotraspirazione attuale ET per tramite del coefficiente culturale rappresentativo della coltura in atto e delle condizioni di umidità del terreno.

L'evapotraspirazione potenziale è stata nel caso specifico valutata con il metodo di TURC esprimibile con la seguente relazione:

$$ET_p = 0,40 * \left(\frac{T}{T + 15} \right) * (H_{sh} + 50) \quad [mm/mese]$$

Dove:

- H_{sh} è l'indice di radiazione definito tramite la seguente relazione:

$$H_{sh} = H_{sh}^{top} * (0,2 + 0,53 * n/N)$$

Bergamo pulita

Con H_{sh}^{top} energia incidente al top dell'atmosfera ed n/N rapporto di insolazione, entrambi funzione della latitudine e della stagione.

- T è la temperatura media dell'aria.

Applicando tale relazione con la serie storica della temperatura media registrata dalla stazione meteorologica installata nell'area è stato, quindi, possibile procedere a stima del valore giornaliero di ETp dai quali è poi possibile risalire al valore di ET sito specifico per tramite del coefficiente colturale.

Esso dipende:

- dalle caratteristiche della coltura;
- dalla gestione agronomica della coltura;
- dalle modalità di assorbimento della radiazione solare da parte della coltura;
- dal grado di copertura del suolo;
- dalla fisiologia della coltura;
- dall'umidità del terreno.

Nel caso specifico, la copertura vegetale del deposito è perlopiù costituita da prato stabile, paragonabile, quindi alla configurazione standard utilizzata per la stima di ETp. Le principali variazioni rispetto a queste ultime sono legate alla presenza di condizioni non sempre ottimali all'accrescimento e sviluppo della vegetazione sia in termini di disponibilità idrica (l'area non è, infatti, irrigata) sia in termini di pratiche colturali (la vegetazione erbacea è soggetta a periodico sfalcio, a prescindere dallo stato vegetativo). A livello pratico si è tenuto conto di tali fattori riduttivi per l'evapotraspirazione applicando un coefficiente colturale come di seguito articolato:

- $Kc=0,8$ nei periodi in cui l'umidità contenuta nel suolo e lo stato vegetativo si avvicinano a quelle rappresentate dalle condizioni standard (generalmente da ottobre a maggio/giugno);
- $Kc=0,5$ nei restanti periodi, caratterizzati da limitata disponibilità d'acqua e/o dai fattori di stress operati dai tagli colturali (tipicamente nella stagione estiva).

Per le aree in coltivazione, la componente legata alla traspirazione cellulare non è presente e la dispersione dell'acqua in atmosfera è, pertanto, limitata alla sola evaporazione dell'acqua trattenuta negli strati più superficiali dell'ammasso. Considerata la significativa eterogeneità dei rifiuti, una valutazione analitica risulta poco efficace e scarsamente significativa. Riferendosi a dati di letteratura relativi a studi sui processi di afflusso/deflusso, ai fini delle valutazioni in essere si è considerato che le perdite per evaporazione siano in media pari al 20% delle acque meteoriche.

2) PRODUZIONE DI PERCOLATO IN RELAZIONE A REAZIONI BIOCHIMICHE INTERNE AL DEPOSITO

Il contributo alla produzione del percolato derivante dai processi di degradazione della sostanza organica contenuta nei rifiuti è da ritenersi secondario rispetto ai restanti contributi in gioco (rilascio di acqua assorbita nel corpo del deposito nelle fasi di gestione dello stesso e infiltrazione acque meteoriche).

Si deve, infatti, considerare che:

- la discarica era adibita allo smaltimento di rifiuti speciali non pericolosi, con limitazioni sul contenuto di sostanza organica accettabile in ingresso. La sostanza organica disponibile per la degradazione è, pertanto, contenuta e, comunque, inferiore rispetto a quanto atteso in una discarica per rifiuti solidi urbani;
- la maggior parte delle reazioni di digestione anaerobica della sostanza organica vede come prodotti finali CH_4 e CO_2 ; solo alcune reazioni marginali originano una limitata produzione di acqua che risulta, peraltro, ampiamente controbilanciata dal consumo operato da altre reazioni.

3) PRODUZIONE DI PERCOLATO PER RILASCIO DI ACQUA CONTENUTA NEL DEPOSITO

In fase di gestione di una discarica, il contenuto d'acqua all'interno del deposito è legato alla normale presenza di acqua nei rifiuti all'atto del loro conferimento e, soprattutto, all'acqua meteorica. Quest'ultima, infiltrandosi nell'ammasso ancora sprovvisto del pacchetto di copertura, va a saturare progressivamente la capacità di campo dell'ammasso originando, quindi, il surplus di percolato che si osserva classicamente nelle fasi di conduzione delle discariche.

Gli effetti di tale surplus non si esauriscono con la chiusura del deposito ma per effetto del ritardo generato dai processi di infiltrazione e consolidamento, si protraggono nel tempo anche per più anni. Le modalità con cui tale rilascio si manifesta sono dipendenti da molteplici fattori tra i quali:

- le condizioni di umidità del rifiuto al T_0 ;
- la natura dei rifiuti;
- le modalità di deposizione, lavorazione e compattazione dei rifiuti;
- le dimensioni dell'ammasso;
- la durata del periodo di gestione;
- le pratiche di gestione del biogas;
- le modalità di gestione dei sistemi di ricircolo del percolato eventualmente presenti.

La stima diretta del rilascio d'acqua accumulata all'interno del deposito è generalmente poco efficace in quanto richiede un gran numero di dati che non sono normalmente disponibili o che sono difficilmente quantificabili. Nel caso specifico, le difficoltà sono ulteriormente amplificate dalla significativa eterogeneità dei rifiuti posti in discarica e dall'ampio periodo di gestione dell'impianto stesso.

In luogo della stima diretta, per la quantificazione delle acque rilasciate dall'ammasso nelle fasi successive alla chiusura, si è, pertanto, proceduto per correlazione con gli assestamenti nel deposito osservati nei periodici rilievi topografici.

Il processo di compattazione dell'ammasso comporta, infatti, una progressiva riduzione dei vuoti presenti al suo interno che in buona parte al T_0 risultavano occupati dall'acqua. Conoscendo la riduzione di volume del deposito in un dato periodo è, quindi, possibile avere una prima stima del corrispondente volume d'acqua rilasciato e raccolto come percolato.

Nella tabella che segue, si riportano i volumi annualmente persi considerando la superficie ponderata complessiva (circa 44.700 m² avendo considerato il cedimento pari al valore effettivo per il pianoro sommitale e pari alla metà sulle aree di scarpata) e gli abbassamenti medi rilevati nel medesimo periodo in corrispondenza delle piastre assestimetriche posizionate sulla sommità della discarica.

Ipotizzando che il volume perso sia riconducibile per il 50% all'espulsione di acqua dal corpo del deposito e per la restante parte alla compressione di spazi occupati dall'aria ovvero dalla sostanza organica degradata dai processi di fermentazione anaerobica, dal volume totale è possibile stimare il volume di acqua rilasciato dal deposito sotto forma di percolato.

Piastre assestometriche	cedimento 2016	cedimento 2017	cedimento 2018	cedimento 2019
PA1	-0,16	-0,04	0,00	-0,01
PA2	-0,14	-0,02	-0,01	0,00
PA3	-0,2	-0,07	-0,04	-0,04
PA4	-0,21	-0,1	-0,06	-0,07
PA5	-0,17	-0,06	-0,03	-0,04
PA6	-0,21	-0,11	-0,06	-0,04
PA7	-0,25	-0,1	-0,06	-0,06
PA8	-0,28	-0,12	-0,09	-0,05
PA9	-0,33	-0,16	-0,10	-0,06
PA10	-0,4	-0,2	-0,10	-0,09
PA11	-0,46	-0,21	-0,13	-0,11
cedimento medio [m]	-0,26	-0,11	-0,06	-0,05
Volume perso [mc]	11.426	4.838	2.765	2.330
Contenuto in acqua perso [mc]	5.713	2.419	1.382	1.165

4) ACQUE DA CONDENSE BIOGAS

Il contributo da condense del biogas viene gestito unitamente alle acque di percolazione (in ricircolo oppure in smaltimento) e, pertanto, a livello di bilancio idrico non viene differenziato dai flussi associati.

A livello impiantistico le condense si generano:

- ai pozzi di captazione e ricadono in discarica attraverso gli stessi;
- nei separatori delle sottostazioni del biogas, con rilancio dalle stesse nel circuito del percolato verso i serbatoi di stoccaggio;
- a monte della centrale di aspirazione in separatore con successivo rilancio nel circuito del percolato verso i serbatoi di stoccaggio.

Le acque di condensa rappresentano, infatti, quota parte dell'acqua presente nel corpo del deposito per effetto dei processi di infiltrazione e di rilascio e viene, quindi, con essi cumulativamente conteggiata.

5) SINTESI DEI RISULTATI ANNI 2011-2015

Nella tabella che segue si fornisce sintesi dei risultati ottenuti su base annuale nel periodo 2011-2015: risultando la discarica ancora in attività, il percolato viene quantificato come somma dei due contributi principali ascrivibili all'infiltrazione delle acque meteoriche per tramite delle superfici recuperate e di quelle ancora in coltivazione e, quindi, sprovviste del pacchetto di copertura.

	Pioggia [mm]	superficie recuperata [mq]	Ruscellamento [mm]	ET [mm]	Infiltrazione [mm]	Infiltrazione superficie recuperata [mc]	infiltrazione superficie in coltivazione [mc]	Totale percolato teorico [mc]
2011	1.000,40	28.000	489,97	490,23	20,20	565,58	32.092,83	32.658,42
2012	1.263,00	34.000	601,44	591,31	70,25	2.388,59	34.454,64	36.843,23
2013	1.433,20	40.000	686,31	572,55	174,34	6.973,57	32.218,33	39.191,91
2014	1.791,20	49.000	1.020,06	630,98	140,16	6.868,06	27.369,53	34.237,60
2015	659,20	58.000	171,92	456,84	30,44	1.765,62	5.326,33	7.091,96
Totale 2011-2015:								150.023,11

In coerenza con il progressivo completamento della copertura superficiale, si osserva una riduzione della produzione specifica di percolato. Nonostante ciò, nel periodo 2011-2014 il dato di produzione annuale si mantiene tra i 30-40.000 m³ in quanto la riduzione specifica è compensata dalla crescente piovosità manifestatasi negli anni in esame.

La piovosità decisamente contenuta, unitamente alla ormai quasi completata copertura del deposito abbattano, invece, in modo significativo il dato di produzione teorica per l'anno 2015.

6) SINTESI DEI RISULTATI ANNI 2016-2019

Nella tabella che segue si fornisce sintesi dei risultati ottenuti su base annuale nel periodo 2016-2019: risultando la discarica interamente coperta e recuperata secondo le previsioni progettuali, i contributi principali rispetto alla produzione del percolato sono identificati nel rilascio di acque intrappolate nel deposito per progressivo assestamento dello stesso e nell'infiltrazione delle acque meteoriche attraverso le superfici recuperate.

anno	Pioggia [mm]	Ruscellamento [mm]	ET [mm]	Infiltrazione [mm]	Infiltrazione [mc]	drenaggio acqua contenuta [mc]	Totale percolato teorico [mc]
2016	1.282,40	465,24	682,06	135,10	9.200,12	5.713,00	14.913,12
2017	1.066,60	297,40	650,54	118,66	8.080,63	2.419,00	10.499,63
2018	1.061,00	273,89	621,58	165,52	11.272,19	1.382,00	12.654,19
2019	1.152,40	517,87	558,71	75,83	5.163,92	1.165,00	6.328,92
Totale 2016-2019:							44.395,86

In considerazione dell'avvenuto completamento del pacchetto di copertura superficiale, si osserva una significativa contrazione dei volumi d'acqua complessivamente infiltrati nel corpo del deposito. Dai 30-40.000 m³/anno del periodo 2011-2014 si passa, infatti, a circa 15.000 m³/anno nel 2016, in progressiva riduzione negli anni successivi per effetto anche di un minore contributo dato dal rilascio di acqua trattenuta all'interno dell'ammasso.

7) CONFRONTO TRA PRODUZIONE E SMALTIMENTO DEL PERCOLATO

Nella tabella che segue si fornisce confronto tra i volumi teorici di percolato prodotto su base annua e i corrispondenti volumi conferiti a smaltimento misurati al carico delle autobotti.

anno	Percolato prodotto teorico [mc]	Percolato smaltito [mc]
2011	32.658,42	40.751
2012	36.843,23	28.966
2013	39.191,91	25.101
2014	34.237,60	33.600
2015	7.091,96	37.952
2016	14.913,12	16.168
2017	10.499,63	13.063
2018	12.654,19	10.139
2019	6.328,92	4.438
Totali periodo	194.418,97	210.177,40

Dall'analisi dei risultati si evince una buona corrispondenza tra i dati, confermando una gestione dell'impianto volta ad estrarre il percolato dal bacino impermeabilizzato e quindi ridurre drasticamente rischi ambientali.

Sia i dati di produzione che quelli di smaltimento risultano coerenti con lo stato di avanzamento della discarica; in particolare, le differenze riscontrate sono, infatti, di minima entità e comunque riconducibili all'effetto di ritardo generato dal deposito.

L'infiltrazione dell'acqua all'interno del corpo del deposito è, infatti, processo molto più lento di quello schematizzato con i modelli matematici. Questo crea uno sfasamento temporale tra le componenti in afflusso e quelle in uscita che, unitamente alla discretizzazione temporale adottata, crea facilmente scostamenti di valutazione dei volumi da un anno all'altro. A titolo esemplificativo, una pioggia verificatasi a novembre si traduce verosimilmente in percolato raccolto al fondo della discarica dopo alcuni mesi, nell'anno successivo. Ulteriore sfasamento tra ingressi ed uscite è, inoltre, dettato dalla presenza di:

- serbatoi di compenso di significativo volume che rendono possibile la programmazione dei conferimenti e, quindi, il conteggio dei volumi di percolato in uscita, indipendentemente dall'effettiva velocità di produzione del percolato stesso;
- sistema di ricircolo del percolato all'interno del deposito.

Valutando il bilancio su un lasso temporale più esteso, i diversi effetti legati allo sfasamento si compensano e il quantitativo complessivo calcolato si approssima ancora meglio al volume di percolato estratto ed avviato a smaltimento. Lo scarto tra le due quantità valutato nel periodo 2011-2019 risulta, infatti, sostanzialmente trascurabile (circa il 7% del volume teorico) tenuto conto delle incertezze associate alle stime dei singoli fattori che compongono il bilancio.

SISTEMA DI GESTIONE RICIRCOLO DEL PERCOLATO E GESTIONE DEL BIOGAS

Con l'Autorizzazione Integrata Ambientale n. 7117 del 19/07/2010 Bergamo Pulita è stata autorizzata ad attuare il ricircolo del percolato della discarica con lo scopo di favorire l'efficienza del sistema di captazione del biogas.

Tale gestione è stata avviata dall'agosto 2012, rilanciando nel sistema realizzato sui lotti 1 e 2 i primi quantitativi per verificarne l'efficienza; l'invio di percolato al sistema di ricircolo è stato poi esteso anche sugli altri lotti, secondo le fasi di progressione del recupero superficiale.

La tubazione principale che rilancia dai serbatoi di stoccaggio del percolato è dotata di contatore volumetrico e successivamente di due valvole, che consentono di indirizzare il ricircolato in due differenti rami: uno che irriga la porzione di discarica costituita dai lotti 1÷4 e una che raggiunge i lotti 5÷7. Tali tubazioni, a loro volta, si diramano nel corpo di discarica in tubi dispersori fessurati, anch'essi dotati di valvola per regolare la distribuzione.

I dati relativi ai quantitativi di percolato smaltiti ed avviati a ricircolo sono stati indicati nelle diverse relazioni annuali agli atti e vengono qui riassunti in forma tabellare.

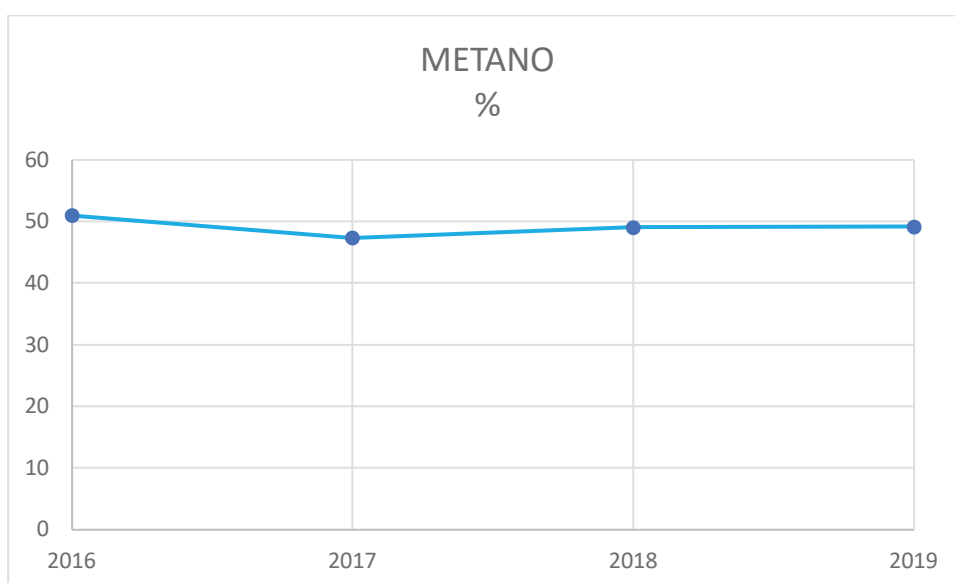
	PERCOLATO	
	SMALTITO	RICIRCOLATO
	t	mc
2014	33.599,69	520
2015	37.951,59	0
2016	16.168,45	460
2017	13.062,74	860
2018	10.139,18	5.132
2019	4.438,29	4.263

In relazione alla conformazione della discarica ed alla tipologia di rifiuti conferiti, il ricircolo del percolato è stato indirizzato prevalentemente nei lotti 5, 6 e 7, in quanto nei lotti da 1 a 4 sono stati abbancati rifiuti con ridotta propensione alla biodegradazione.

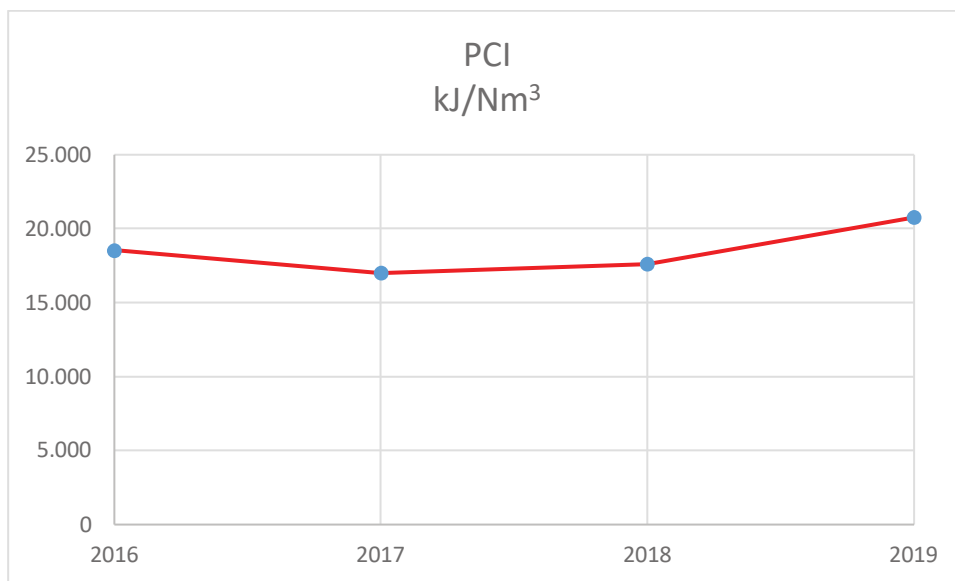
L'esame dei dati di produzione di biogas avviato a cogenerazione evidenzia che il sistema attuato consente di mantenere ad un livello accettabile i quantitativi di biogas destinati a recupero energetico. Allo stesso modo, le verifiche analitiche effettuate periodicamente sul biogas stesso mostrano il raggiungimento di caratteristiche qualitative in termini di tenore di metano e potere calorifico continuano su valori buoni nel tempo e tali da ottimizzare il processo di combustione.

Si riportano nel seguito tabella riassuntiva dei dati raccolti per anno e grafici che consentono di visualizzare quanto sopra esposto.

BIOGAS			
ANNO	QUANTITATIVO	METANO	PCI
	Nm ³	%	kJ/Nm ³
2016	2.917.911	51,01	18.535,50
2017	2.970.184	47,4	17.028,33
2018	2.931.243	49,05	17.615,00
2019	2.822.257	49,15	20.784,50



Bergamo pulita



VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Le elaborazioni sopra esposte, sia in termini di bilancio idrologico della discarica che di modalità di gestione di percolato e biogas prodotti dal deposito, consentono di valutare che il sistema di gestione della discarica nella sua conduzione sia in fase di gestione operativa che post-operativa è efficiente e consente il controllo efficace dei prodotti del bioreattore.

I quantitativi di percolato sollevati dal sistema di captazione e convogliati ai serbatoi di stoccaggio e al sistema di ricircolo sono coerenti con i volumi attesi, confermando che le reti di intercettazione e raccolta funzionano efficacemente. Allo stesso modo, i contatori installati sul sistema di ricircolo ed all'uscita dai serbatoi di stoccaggio del percolato sono operativi e funzionanti e registrano valori coerenti con i carichi di rifiuto pesati in uscita dall'impianto.

Le attività di ricircolo del percolato sono concentrate sui lotti 5, 6 e 7 in quanto sede di rifiuti con maggior propensione alla biodegradazione. I quantitativi di biogas estratto dai suddetti lotti sono considerevoli ed hanno consentito alla discarica di cogenerare energia in quantità pari a circa 10 volte i consumi annui richiesti dall'impianto in fase di gestione operativa. Il trend di produzione si è mantenuto costante negli ultimi anni, confermando che il sistema di captazione e controllo del biogas è funzionante e prestante.

I presidi installati per il funzionamento delle due reti (pompe, tubazioni, contatori, ...) rientrano nel piano di monitoraggio e controllo periodico ai punti critici e rientrano nella registrazione del sistema di gestione ambientale e nelle procedure interne.

Queste valutazioni saranno aggiornate con i dati relativi all'anno 2020 nella relazione annuale che verrà presentata ai sensi del D.Lgs. 36/2003.