

COMUNE DI
CASTELVETERE IN VALFORTORE
PROVINCIA DI BENEVENTO

**LAVORI DI BONIFICA E MESSA IN SICUREZZA
PERMANENTE DELLA DISCARICA COMUNALE
IN LOCALITA' LAMA GRANDE**

PROGETTO ESECUTIVO

**RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA
QUADRO ECONOMICO**

TAV. **1**

IL PROGETTISTA

Ing. Domenico Catapano

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Arch. Giancarlo Emma

COMUNE DI CASTELVETERE DI VALFORTORE

Provincia di Benevento

Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 – Parte quarta
Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati

Progetto esecutivo di bonifica e messa in sicurezza permanente della discarica comunale di rifiuti solidi urbani in contrada Lama Grande Cod. Sito CSPI 2020C001

Relazione tecnica illustrativa e quadro economico

Premessa

La presente relazione, riguarda la bonifica e messa in sicurezza permanente della discarica di rifiuti solidi urbani in contrada Lama Grande, ai sensi dell'art. 242 del Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 – Parte quarta (*Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati*).

Nell'ambito del P.O.R. Campania 2000-2006 – Misura 1.8, con la Delibera di Giunta Regionale n° 400 del 28.3.2006 ed il successivo Decreto dirigenziale n° 208 del 3.4.2006 furono finanziate le indagini preliminari delle discariche comunali e consortili inserite nel Censimento dei Siti Potenzialmente Inquinati (CSPI) del Piano regionale di Bonifica pubblicato sul B.U.R.C. del 9.9.2005.

Sulla base delle attività preliminari, con Decreto dirigenziale n° 108 del 19.6.2007, il Settore Tutela Ambientale finanziò l'attività di caratterizzazione incaricando l'ARPAC della successiva validazione dei risultati. Il Comune di Castelvetero di Valfortore incaricò la C.E.A. Chemical Engineering Association s.n.c. della redazione del Piano di Caratterizzazione del sito, le cui risultanze, a seguito di conferenza dei servizi, sono state approvate con Decreto Dirigenziale n° 63 del 16.6.2009.

A conclusione dell'attività di caratterizzazione e della successiva conferenza dei servizi decisoria si è stabilito che:

- per quanto riguarda il suolo, nella fase preliminare si sono riscontrati superamenti delle CSC relativamente al tricloroetilene, cadmio e tallio mentre, nella fase di caratterizzazione, tali contaminanti non sono stati riscontrati; pur tuttavia è stata effettuata l'analisi di rischio e tutti i valori sono rientrati nei limiti delle CSR e dunque di accettabilità del rischio;
- per le acque sotterranee, si hanno contaminazioni con superamenti delle CSC per il solo manganese. Il D.Lgs. n° 4/2008 ha stabilito che, per le acque, le CSR sono equivalenti alle CSC, e quindi ha reso di fatto superflua l'elaborazione dell'Analisi di rischio ai fini della necessità degli interventi di bonifica che vanno realizzati per eliminare la contaminazione della falda.

Per tali motivi, con il medesimo decreto, il Settore Ecologia di Benevento della Giunta Regionale della Campania ha richiesto al Comune di redigere il progetto operativo degli interventi di bonifica e messa in sicurezza permanente da sottoporre per l'approvazione.

1. Inquadramento normativo e procedurale

I riferimenti amministrativi per l'elaborazione del presente progetto di bonifica sono i seguenti:

- Decreto Dirigenziale n° 108 del 19.6.2007- Approvazione del Piano di caratterizzazione;
- Decreto Dirigenziale n° 63 del 16.6.2009 - Approvazione risultanze Piano di Caratterizzazione e documento di analisi di rischio.

Le norme di riferimento principali per la redazione del progetto operativo di bonifica sono le seguenti:

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 - Norme in materia ambientale;
- Decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36 - Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti;
- Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163 e s.m.i. - Codice dei contratti pubblici di lavori, servizi e forniture;
- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163;
- DM 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni;
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81.

Il Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 – Parte quarta (*Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati*) e successive modifiche ed integrazioni, costituisce il nuovo quadro di riferimento normativo delle attività. Il decreto, prevede l'attuazione di norme specifiche in materia di bonifiche definendo in particolare (art. 240, comma 1):

- *sito: l'area o porzione di territorio, geograficamente definita e determinata, intesa nelle diverse matrici ambientali (suolo, materiali di riporto, sottosuolo ed acque sotterranee) e comprensiva delle eventuali strutture edilizie e impiantistiche presenti;*

- *concentrazioni soglia di contaminazione (CSC): i livelli di contaminazione delle matrici ambientali che costituiscono valori al di sopra dei quali è necessaria la caratterizzazione del sito e l'analisi di rischio sito specifica, come individuati nell'Allegato 5 alla parte quarta del presente decreto. Nel caso in cui il sito potenzialmente contaminato sia ubicato in un'area interessata da fenomeni antropici o naturali che abbiano determinato il superamento di una o più concentrazioni soglia di contaminazione, queste ultime si assumono pari al valore di fondo esistente per tutti i parametri superati;*

- *concentrazioni soglia di rischio (CSR): i livelli di contaminazione delle matrici ambientali, da determinare caso per caso con l'applicazione della procedura di analisi di rischio sito specifica secondo i principi illustrati nell'Allegato 1 alla parte quarta del presente decreto e sulla base dei risultati del piano di caratterizzazione, il cui superamento richiede la messa in sicurezza e la bonifica. I livelli di concentrazione così definiti costituiscono i livelli di accettabilità per il sito;*

- *sito contaminato: un sito nel quale i valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR), determinati con l'applicazione della procedura di analisi di rischio di cui all'Allegato 1 alla parte quarta del presente decreto sulla base dei risultati del piano di caratterizzazione, risultano superati;*
- *sito dismesso: un sito in cui sono cessate le attività produttive;*
- *messa in sicurezza permanente: l'insieme degli interventi atti a isolare in modo definitivo le fonti inquinanti rispetto alle matrici ambientali circostanti e a garantire un elevato e definitivo livello di sicurezza per le persone e per l'ambiente. In tali casi devono essere previsti piani di monitoraggio e controllo e limitazioni d'uso rispetto alle previsioni degli strumenti urbanistici;*
- *bonifica: l'insieme degli interventi atti ad eliminare le fonti di inquinamento e le sostanze inquinanti o a ridurre le concentrazioni delle stesse presenti nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee ad un livello uguale o inferiore ai valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR);*
- *ripristino e ripristino ambientale: gli interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica, anche costituenti complemento degli interventi di bonifica o messa in sicurezza permanente, che consentono di recuperare il sito alla effettiva e definitiva fruibilità per la destinazione d'uso conforme agli strumenti urbanistici;*

L'art. 242 del Titolo V del Decreto indica le procedure operative ed amministrative che devono essere seguite ai fini della bonifica dei siti inquinati ed in particolare, stabilisce al comma 7 che, come nel caso di specie, “ *qualora gli esiti della procedura dell'analisi di rischio dimostrino che la concentrazione dei contaminanti presenti nel sito è superiore ai valori di concentrazione soglia di rischio (CSR), il soggetto responsabile sottopone alla regione, nei successivi sei mesi dall'approvazione del documento di analisi di rischio, il progetto operativo degli interventi di bonifica o di messa in sicurezza, operativa o permanente, e, ove necessario, le ulteriori misure di riparazione e di ripristino ambientale, al fine di minimizzare e ricondurre ad accettabilità il rischio derivante dallo stato di contaminazione presente nel sito*”.

Con il medesimo Decreto Legislativo (allegato 3 alla parte IV) sono stati adottati specifici criteri generali per la selezione e l'esecuzione degli interventi di bonifica e ripristino ambientale, di messa in sicurezza (d'urgenza, operativa o permanente), nonché per l'individuazione delle migliori tecniche d'intervento a costi sopportabili.

In particolare per gli interventi di bonifica e messa in sicurezza permanente precisa che la scelta della soluzione da adottare tiene conto del processo di valutazione dei benefici ambientali e della sostenibilità dei costi delle diverse tecniche applicabili anche in relazione alla destinazione d'uso del sito.

La definizione di un programma di bonifica/messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale di un sito inquinato può essere schematizzata in questo modo:

- *definizione della destinazione d'uso del sito prevista dagli strumenti urbanistici;*
- *acquisizione dei dati di caratterizzazione del sito, dell'ambiente e del territorio influenzati, secondo i criteri definiti nell'allegato 2;*

- *definizione degli obiettivi da raggiungere, secondo i criteri definiti nell'allegato 1, e selezione della tecnica di bonifica.*
- *selezione della tecnica di bonifica e definizione degli obiettivi da raggiungere, secondo i criteri definiti nell'allegato 1;*
- *selezione delle eventuali misure di sicurezza aggiuntive;*
- *studio della compatibilità ambientale degli interventi;*
- *definizione dei criteri di accettazione dei risultati;*
- *controllo e monitoraggio degli interventi di bonifica/messa in sicurezza permanente e delle eventuali misure di sicurezza;*
- *definizione delle eventuali limitazioni e prescrizioni all'uso del sito.*

Gli interventi di bonifica/messa in sicurezza permanente devono assicurare il raggiungimento degli obiettivi previsti col minor impatto ambientale e la maggiore efficacia, in termini di accettabilità del rischio di eventuali concentrazioni residue nelle matrici ambientali e di protezione dell'ambiente e della salute pubblica.

Il sistema di classificazione generalmente adottato per individuare la tipologia di intervento definisce:

- interventi in-situ: effettuati senza movimentazione o rimozione del suolo;
- interventi ex situ on-site: con movimentazione e rimozione di materiali e suolo inquinato, ma con trattamento nell'area del sito stesso e possibile riutilizzo;
- interventi ex situ off-site: con movimentazione e rimozione di materiali e suolo inquinato fuori dal sito stesso, per avviare i materiali e il suolo negli impianti di trattamento autorizzati o in discarica.

Il collaudo degli interventi di bonifica/messa in sicurezza permanente dovrà valutare la rispondenza tra il progetto e la realizzazione in termini di:

- raggiungimento delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) o di concentrazioni soglia di rischio (CSR) in caso di intervento di bonifica;
- efficacia delle misure di sicurezza in caso di messa in sicurezza permanente, in particolare di quelle adottate al fine di impedire la migrazione degli inquinanti all'esterno dell'area oggetto dell'intervento;
- efficienza di sistemi, tecnologie, strumenti e mezzi utilizzati per la bonifica/messa in sicurezza permanente, sia durante l'esecuzione che al termine delle attività di bonifica e ripristino ambientale o della messa in sicurezza permanente.

Le azioni di monitoraggio e controllo devono essere effettuate nel corso e al termine di tutte le fasi previste per la messa in sicurezza, per la bonifica e il ripristino ambientale del sito inquinato, al fine di verificare l'efficacia degli interventi nel raggiungere gli obiettivi prefissati. In particolare:

- al termine delle azioni di messa in sicurezza d'emergenza e operativa;
- a seguito della realizzazione delle misure di sicurezza a valle della bonifica, per verificare che: i valori di contaminazione nelle matrici ambientali influenzate dal sito corrispondano ai livelli di concentrazione residui accettati in fase di progettazione; non siano in atto fenomeni di migrazione dell'inquinamento; sia tutelata la salute pubblica;
- nel corso delle attività di bonifica/messa in sicurezza permanente per verificare la congruità con i requisiti di progetto;
- a seguito del completamento delle attività di bonifica/messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale, per verificare, durante un congruo periodo di tempo, l'efficacia dell'intervento di bonifica e delle misure di sicurezza.

2. Informazioni generali sul sito

La discarica esistente è ubicata alla località Lama Grande, a nord del centro abitato, distante circa 500 m dal perimetro urbano, in zona isolata. Il sito risulta agevolmente raggiungibile dalla viabilità provinciale (SP n° 87) attraverso una carrareccia comunale sterrata.

L'area è posta a circa 710 metri di altitudine sul livello del mare, ha giacitura acclive con una inclinazione media di circa 40°. Essa è localizzata sul versante in sinistra orografica del torrente Lamagranne o Zucariello, affluente in sinistra del fiume Fortore.

Catastalmente il fondo interessato dall'intervento è contraddistinto dalla particella 116 del foglio 16, di proprietà comunale, e la zona interessata dai rifiuti occupa una superficie di circa 5000 mq.

Nel PRG l'area risulta essere individuata come “zona agricola”, è sottoposta a vincolo idrogeologico ed è inserita, inoltre, nella Zona di Protezione Speciale ZPS IT 8020006 “Bosco di Castelvete in Valfortore”.

L'area, infine, ricade nel Progetto di Piano Stralcio del fiume Fortore dell'Autorità di bacino dei fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore.

Storia della discarica

A partire dalla prima metà degli anni '80, il Comune di Castelvete, per lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani, cominciò ad utilizzare l'area di proprietà in località Lama Grande con operazioni di sversamento dei rifiuti lungo il pendio senza effettuare preventivamente alcuna opera di protezione delle matrici ambientali.

A seguito della dichiarazione dello stato di emergenza per lo smaltimento dei rifiuti in Campania, il Sindaco di Castelvete, in data 16.5.1996, emanò l'Ordinanza Sindacale n° 13, ai sensi dell'art. 12 del D.P.R. n° 915/1982, con la quale fu disposto l'utilizzo dell'area per lo smaltimento dei rifiuti a tutela della salute pubblica o dell'ambiente in deroga alle disposizioni vigenti.

L'area, ai fini dello smaltimento dei rifiuti, fu utilizzata fino al 15 gennaio 1999; da tale data, infatti, con Ordinanza Sindacale n° 4, si dispose il ricorso temporaneo ad un idoneo container per lo stoccaggio provvisorio ed il successivo trasporto in discarica. A partire dal 28.1.1999 il Comune di Castelvete fu autorizzato a sversare i rifiuti nella discarica consortile di San Bartolomeo in Galdo.

La discarica comunale in esame, pertanto, è un sito di smaltimento non adeguato esercito con Ordinanza Sindacale ex art. 12 del D.P.R. n° 915/1982 dal Comune di Castelvete, per circa 15 anni, a partire dalla prima metà degli anni '80 fino al gennaio 1999.

Agli atti del Comune non sono stati rinvenuti dati certificati sullo smaltimento dei rifiuti. Nel piano di caratterizzazione è stata stimata, sulla base della sovrapposizione

cartografica e della correlazione effettuata con indagini dirette, una quantità di rifiuti smaltiti di circa 1900 mc.

Stato di fatto

L'area è limitrofa alla strada provinciale ed è attualmente accessibile solo nella parte alta perché verso valle l'eccessiva pendenza non consente il transito di mezzi gommati.

Nel rilievo piano altimetrico è riportata la situazione attuale dell'impianto. L'area, di bassa montagna (circa 700 m slm), è situata quasi in corrispondenza di un crinale e la discarica effettiva occupa un'area sommitale di forma romboidale della superficie di circa 5000 mq; nel tempo, però, a causa delle acque di pioggia e delle elevate pendenze del sito, si è verificato uno slittamento di parte dei rifiuti più a valle lungo il pendio.

L'accumulo di rifiuti, prevalentemente RSU, è privo di impermeabilizzazione di fondo, di sistemi di drenaggio e di raccolta dei fluidi (biogas e percolato) e di sistemi di copertura impermeabile. La pendenza della scarpata è molto alta (circa 40°). L'età dei rifiuti è tale che la parte organica umida è ormai quasi mineralizzata; infatti nella fase della caratterizzazione e l'esecuzione delle indagini, compresa l'escavazione dei saggi, non si sono rilevati cattivi odori e tanto meno l'odore caratteristico del biogas. Per le stesse ragioni il percolato primario è praticamente assente, mentre il percolato presente è costituito dalle acque meteoriche di infiltrazione. Sui rifiuti non ha attecchito vegetazione che è presente, invece, nelle aree immediatamente limitrofe.

Il torrente Lamagranne, a valle della discarica è piuttosto inciso e la pendenza dei versanti alta, con una relativa diminuzione della pendenza nella parte più alta verso il crinale.

Inquadramento geologico

Da un punto di vista geologico, l'area di studio risulta ubicata sulla fascia di affioramento del termine della formazione della Daunia rappresentato dai flisc di S. Bartolomeo in Galdo. Essa è interessata da una formazione calcareo marnosa – scagliosa, con liste di selce, alternato a livelli argillosi. Le condizioni generali di stabilità del sito non sono buone, soprattutto per i depositi di rifiuti interessati da fenomeni di slittamento a valle.

Nel progetto di Piano Stralcio dell'Autorità di Bacino le aree in esame sono individuate come un ampio distretto franoso con un corrispondente livello di pericolosità da estremamente elevato PF3 ed un valore di Rischio variabile da R2 (moderato) a R3 (medio).

Nell'area non vi sono falde acquifere con capacità significativa; la circolazione idrica sotterranea è circoscritta alle formazioni fliscoidi superficiali ed ai livelli clastici; la falda idrica è episuperficiale e di portata esigua alimentata dalle acque di ruscellamento e di precipitazione.

Dalle prove di Lefranc eseguite in fase di caratterizzazione, risulta che il valore della permeabilità dei terreni varia nell'intervallo da **4 - 7x10E-04**, ad una profondità di circa 2 metri, a **0,4 – 3 x 10E-07** alla profondità di 8,50 m.

Risultanze del piano di caratterizzazione

Nell'ambito del Piano di caratterizzazione sono state eseguite le seguenti indagini:

- n° 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 10-12 m con la successiva installazione di piezometri (S1 a monte della discarica, a valle S2);
- n° 4 prelievi di campioni di suolo (2 per ciascun sondaggio);
- n° 1 campioni di acqua sotterranea.

Dai risultati delle analisi ottenuti emerge che:

- nei campioni di terreno analizzati sono stati riscontrati superamenti delle CSC nella fase preliminare relativamente al tricloroetilene, cadmio e tallio mentre, nella fase di caratterizzazione, tali contaminanti non sono stati riscontrati; pur tuttavia è stata effettuata l'analisi di rischio e tutti i valori sono rientrati nei limiti delle CSR e dunque di accettabilità del rischio;
- per le acque sotterranee, si hanno contaminazioni con superamenti delle CSC per il solo manganese. Il D.Lgs. n° 4/2008 ha stabilito che, per le acque, le CSR sono equivalenti alle CSC, e quindi ha reso di fatto superflua l'elaborazione dell'Analisi di rischio ai fini della necessità degli interventi di bonifica che vanno realizzati per eliminare le contaminazioni della falda.

Alla luce delle risultanze di cui sopra, avendo rilevato un rischio per la falda non accettabile (essendo le concentrazioni dei contaminanti presenti nel sito superiori ai valori di CSC) si rende necessario avviare le procedure ai sensi dell'art. 242 punto 7) del D. Lgs. 152/06 e s.m.i..

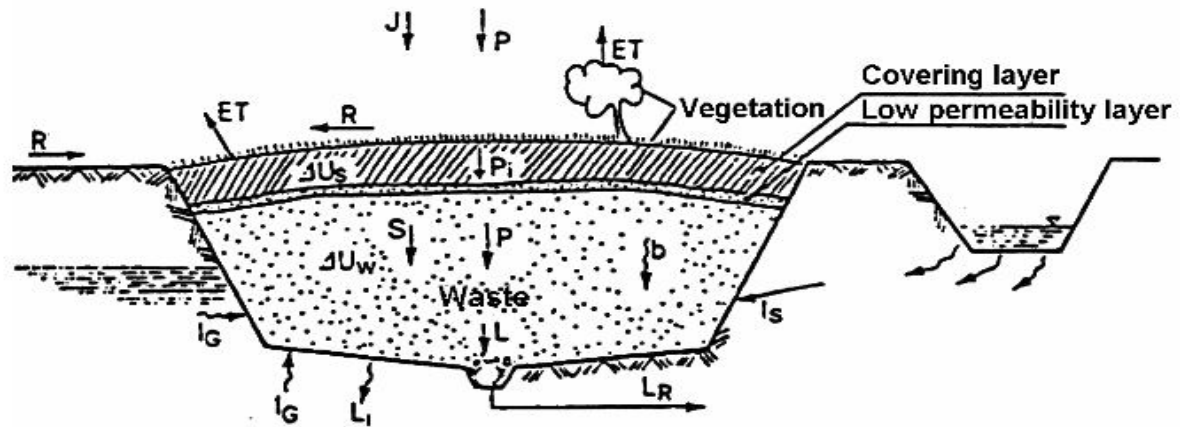
Ricavate dal piano di caratterizzazione approvato, in allegato alla presente relazione si riportano:

- la cartografia di base con l'ubicazione dei campionamenti;
- la delimitazione delle aree contaminate.

Stima produzione percolato

La stima della produzione di percolato in una discarica deriva da un bilancio idrologico teorico ed è funzione di numerosi parametri come rappresentato nello schema

seguente:



$$L = P - R + R^* - ET + J + I_s + I_g + (\Delta U_s - \Delta U_w) \pm b$$

dove:

L = Volume del percolato

P = Pioggia

R = Ruscellamento

R* = Ruscellamento delle aree esterne alla discarica

ET = Evapotraspirazione

J = Irrigazione e/o ricircolo del percolato

I_s = Infiltrazione da acque superficiali

I_g = Infiltrazione da acque sotterranee

ΔU_s = Variazione del contenuto di acqua dei materiali di copertura

ΔU_w = Variazione del contenuto di acqua dei rifiuti

b = Produzione/consumo di acqua dovuto a reazioni di biodegradazione

In realtà il principale fattore che determina la formazione di percolato è ovviamente l'apporto idrico dovuto ad infiltrazioni di acque di pioggia dalle coperture ed eventualmente l'ingresso di acque sotterranee dal fondo.

Per quanto riguarda l'apporto dovuto ai processi fisici e biochimici che avvengono all'interno dell'ammasso dei rifiuti, sulla base delle esperienze reali di discariche analoghe e tenuto conto delle caratteristiche specifiche dei rifiuti dei quali è previsto il conferimento, si può sicuramente affermare che la quantità prodotta o consumata è sostanzialmente trascurabile rispetto alle altre cause.

Nel caso specifico le caratteristiche geomorfologiche dei luoghi e la natura dei terreni costituenti il fondo portano ad escludere la possibilità di apporti dovuti all'ingresso di acque sotterranee, pertanto l'unico fattore di produzione del percolato è costituito dall'infiltrazione di acque meteoriche dalle coperture, in funzione dei seguenti parametri:

- Area e pendenza delle superfici esposte;
- Efficacia della rete di scolo delle acque superficiali;

- Grado di impermeabilità della copertura finale;
- Capacità di ritenzione idrica dei rifiuti.

Il calcolo della produzione del percolato viene effettuato partendo dai dati pluviometrici per il periodo 1990-1999 della vicina stazione di San Giorgio la Molara (e per gli anni 1999 e 19991 mancanti da quella di Colle Sannita) di cui si sintetizzano di seguito i valori assunti a base del calcolo:

Anno	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Mensile	95,8	161,0	60,0	109,0	87,2	97,6	128,6	153,8	104,2	228,4
Annuale	516,2	631,8	476,6	458,8	508,0	651,6	769,8	686,6	637,0	988,0

- Media dei valori massimi mensili mm 199,80
- Media dei valori massimi annuali mm 632,40

Il primo valore viene utilizzato per la stima di produzione di percolato nella fase di gestione operativa e per il dimensionamento del serbatoio del percolato mentre il secondo valore viene utilizzato per la stima della produzione di percolato nella fase di gestione post-operativa.

Dal punto di vista della produzione di percolato, la fase di gestione post-operativa si divide in realtà in due periodi principali:

Lo stato attuale dopo la chiusura e prima di eseguire il “capping”. In questo periodo l'ammasso dei rifiuti restituisce una quota significativa dei liquidi assorbiti durante la fase operativa e permangono apporti esterni.

Con riferimento ai dati della piovosità annuale, considerando una superficie complessiva pari a circa 5000 mq e un coefficiente di ruscellamento 0,85, in questo periodo gli apporti esterni sono di circa 2.687,50 mc/anno da cui ne deriva un volume di percolato pari a 475 mc. Non tutto il quantitativo di liquidi si trasformeranno in percolato in quanto una parte sarà trattenuto dall'ammasso dei rifiuti in funzione della permeabilità dell'ammasso stesso e delle caratteristiche dei rifiuti e una parte parteciperà ai processi biodegradazione ed evapotraspirazione per cui si ritiene ragionevole ipotizzare una quantità residua di solo il 70% del totale.

Sotto questa ipotesi il quantitativo di percolato da portare alla depurazione risulta di circa **333 mc** per cui risultano necessari circa 11 viaggi effettuati con una autocisterna da 30 mc. Lo smaltimento finale, conformemente alla normativa, avverrà mediante conferimento presso piattaforme autorizzate.

Stima produzione biogas

Ai fini della sicurezza delle attività da svolgere sul sito è necessario valutare la produzione di biogas.

Sulla base della stima effettuata col il criterio della “ Reazione semplificata “, allegata alla presente relazione, si evince che la produzione annuale, a distanza di diversi anni dalla chiusura della discarica, è ormai nulla e, pertanto, le eventuali modeste piccole quantità che si dovessero generare, sono assolutamente trascurabili.

3. I principi informatori del progetto di bonifica

Il sito è stato interessato da attività di discarica fino alla fine degli anni '90 e presenta chiari segni di inquinamento ambientale che non consentono il suo utilizzo. Il progetto si pone un duplice obiettivo: la messa in sicurezza permanente del sito ed il ripristino delle condizioni ambientali precedenti al suo utilizzo come sversatoio.

Così come previsto nell'allegato 3 alla parte IV titolo V del D.Lgs. n° 152 / 2006, *“la bonifica di un sito inquinato è finalizzata ad eliminare l'inquinamento delle matrici ambientali o a ricondurre le concentrazioni delle sostanze inquinanti in suolo, sottosuolo, acque sotterranee e superficiali, entro i valori soglia di contaminazione (CSC) stabiliti per la destinazione d'uso prevista o ai valori di concentrazione soglia di rischio (CSR) definiti in base ad una metodologia di Analisi di Rischio condotta per il sito specifico sulla base dei criteri indicati nell'Allegato 1.”*

La normativa, inoltre, indica i criteri tecnici con cui deve essere condotta la progettazione dell'intervento che, con riferimento al caso di specie, sono in particolare i seguenti:

- privilegiare le tecniche di bonifica tendenti a trattare e riutilizzare il suolo nel sito, trattamento in-situ ed on-site del suolo contaminato, con conseguente riduzione dei rischi derivanti dal trasporto e messa a discarica di terreno inquinato;
- privilegiare le tecniche di bonifica che permettono il trattamento e il riutilizzo nel sito anche dei materiali eterogenei o di risulta utilizzati nel sito come materiali di riempimento;
- adeguare gli interventi di ripristino ambientale alla destinazione d'uso e alle caratteristiche morfologiche, vegetazionali e paesistiche dell'area.

I principi informatori per il raggiungimento degli obiettivi suesposti, sono:

- abbattere, riportandoli a termini di legge, inquinamento e rischio ambientale presenti;
- realizzare le opere necessarie alla messa in sicurezza permanente rendendole durature e compatibili con gli usi futuri dell'area;
- raggiungere un inserimento paesaggistico gradevole e duraturo;
- garantire la stabilità generale del sito nei confronti dei fenomeni di frana ed erosione.

Le opzioni di intervento su una vecchia discarica possono essere molteplici, caratterizzate da costi diversi e da differenti gradi di protezione dell'ambiente, in funzione della situazione analizzata (caratteristiche morfologiche e strutturali della discarica, definizione globale delle emissioni, grado di sensibilità dell'ambiente circostante e rischio per la salute dell'uomo, disponibilità economica per l'intervento, etc.).

In linea di massima si possono configurare le seguenti tipologie di interventi:

a) *interventi passivi che mirano all'isolamento dall'ambiente circostante dell'ammasso dei rifiuti, senza rimuovere la causa del potenziale inquinamento attraverso:*

- la copertura superficiale per la minimizzazione delle emissioni gassose e dell'infiltrazione delle acque meteoriche;
- la realizzazione di un sistema di isolamento laterale e di fondo della discarica, per il contenimento delle potenziali emissioni;
- il controllo idraulico del pennacchio dei contaminanti per la salvaguardia della falda acquifera;

b) interventi attivi, che mirano alla attenuazione/rimozione della sorgente inquinante consentendo una soluzione definitiva del rischio di inquinamento, quali:

- la realizzazione in un'area limitrofa meno acclive una discarica in conformità al D.Lgs. n° 36/2003 e spostando i rifiuti in questo invaso dove possono essere smaltiti in sicurezza;
- lo scavo dei rifiuti depositati, ed il loro successivo trattamento, che oltre a rimuovere la fonte potenzialmente contaminante consente di recuperare risorse ed aree (tecnologia del Landfill Mining).

Al riguardo va rilevato che:

- l'ammasso di rifiuti, ottenuto per scarico dall'alto, su dei versanti che presentano un'elevata pendenza, determinano, da un lato condizioni potenziali di instabilità, dall'altro grandi difficoltà ad intervenire con opere di adeguamento e bonifica dell'area a costi sopportabili;
- scartata tale ipotesi per gli evidenti problemi di instabilità del versante, l'ipotesi di realizzare un nuovo invaso, seppur possibile, è di difficile realizzazione in relazione alla classificazione dell'area come "Zona di Protezione Speciale";
- non rimane, quindi, altra scelta se non il Landfill Mining (LFM) e cioè, una tecnologia di intervento che consiste nell'escavazione dei rifiuti depositati e nel loro successivo trattamento finalizzato all'inertizzazione delle frazioni pericolose e alla separazione e selezione delle diverse componenti (materiale fine, frazioni recuperabili e residui) destinate ad essere successivamente smaltite in impianti autorizzati. Con un intervento di questo tipo si ottiene la completa rimozione del deposito di rifiuti (fonte di contaminazione) e, pertanto, la risoluzione totale e definitiva del problema.

La realizzazione di un intervento di LFM comporta numerosi vantaggi:

- la rimozione dell'ammasso dei rifiuti consente una risoluzione totale e definitiva del problema ambientale, essendo eliminata completamente la fonte di potenziale contaminazione;
- si recuperano materiali suscettibili di essere riciclati (metalli ferrosi e alluminio);
- si recuperano materiali ad alto potere calorifico (carta, plastica, tessili, legno) che potrebbero essere convenientemente utilizzati a fini energetici;
- si recuperano materiali inerti direttamente reimpiegabili (sassi, ghiaia, cocci, ecc.);
- vengono ridotti al minimo i costi derivanti da operazioni di monitoraggio e post-chiusura della discarica;
- qualora la zona della discarica rivesta particolare interesse territoriale si ha il recupero di aree da destinare a diverso sviluppo funzionale.

I maggiori rischi ambientali posti dall'intervento di Landfill Mining sono legati, in ordine crescente di importanza ai seguenti fenomeni:

- instabilità dei rifiuti. I rifiuti si configurano come un terreno sciolto, con tessitura molto eterogenea. In genere le peculiarità meccaniche del materiale, alta compressibilità e buon angolo di attrito, sono tali, in condizioni ben drenate, di consentire scavi anche con pareti in forte pendenza. Materiali quali plastica, carta e tessili fungono infatti come una sorta di armatura del materiale. Tuttavia in presenza di elevati livelli idrici nel corpo rifiuti, o di sacche di biogas e falde sospese di percolato o di depositi di materiali incoerenti (ceneri, fanghi di depurazione, terre, gessi, ecc) sono possibili locali fenomeni di instabilità che possono mettere a rischio l'incolumità fisica degli addetti;

- presenza di biogas (miscela di metano, anidride carbonica e di altri gas in traccia) dovuto alla degradazione anaerobica dei rifiuti. Ciò può comportare rischi di asfissia e di tossicità per gli addetti alle operazioni di scavo e diffusione di cattivi odori, con disagi per gli individui esposti (operai, abitanti nelle vicinanze della discarica); inoltre il metano forma con l'aria, in un intervallo di concentrazione compreso tra il 5 ed il 15% vol, miscele esplosive, analoghe al grisou che si forma nelle miniere di carbone;
- la movimentazione dei rifiuti può dar luogo ad emissione di polveri, creando dei fastidi soprattutto agli operatori;
- possono registrarsi tracimazioni di percolato nel caso sia presente un battente piuttosto elevato o la presenza di falde sospese;
- in discariche incontrollate, come quella in esame, possono incontrarsi rifiuti pericolosi smaltiti quando le normative erano meno restrittive.

Per quanto già detto per la discarica in argomento, a parte l'instabilità dei rifiuti dovuta alla notevole pendenza del versante, si può affermare che le altre problematiche (biogas, polveri, percolato e rifiuti pericolosi) non sono assolutamente rilevanti. Riguardo, infine, al rischio di contaminazione da germi e batteri, in diverse esperienze condotte, è risultato molto basso, paragonabile a quello che si presenta durante le operazioni di deposito o di trattamento dei rifiuti e non rappresenta, quindi, un rilevante pericolo per i lavoratori e per la popolazione risiedente nelle vicinanze della zona di intervento.

4. Descrizione degli interventi

I principi ordinatori del progetto, pertanto, sono:

- abbattere, riportandoli a termini di legge, inquinamento e rischio ambientale presenti attraverso la completa rimozione dei rifiuti ed il loro trattamento ai fini di un eventuale recupero o smaltimento in sicurezza in impianti autorizzati;
- realizzare le opere necessarie alla messa in sicurezza permanente rendendole durature e compatibili con gli usi futuri dell'area;
- garantire la stabilità generale del sito nei confronti dei fenomeni di frana ed erosione, che potrebbero danneggiare le strutture di controllo e monitoraggio, la cortina erbosa, la vegetazione arbustiva;
- raggiungere un inserimento paesaggistico gradevole e duraturo.

Scavo e movimentazione dei rifiuti

Il versante utilizzato come sversatoio va liberato dai rifiuti per procedere alla bonifica dell'area e rendere possibile la successiva sistemazione e ripristino ambientale. L'ammasso di rifiuti, ottenuto per scarico dall'alto, presenta elevatissime pendenze e gli stessi versanti presentano un'elevata pendenza. Le eccessive pendenze determinano, da un lato condizioni potenziali di instabilità, dall'altro grandi difficoltà ad intervenire con opere di stabilizzazione.

E' opportuno rimarcare, inoltre, che il sito è esposto durante tutto l'anno, seppure con diversa frequenza, ad improvvise ed intense precipitazioni; inoltre nei mesi invernali spesso rimane coperto anche per molti giorni consecutivi dal manto nevoso. Per tali motivi sarà necessario concentrare lo scavo e la successiva movimentazione dei rifiuti nei mesi tardo primaverili ed estivi.

La rimozione dovrà iniziare nella parte più meridionale del sito dove si sono accumulati per rotolamento modeste quantità di rifiuti. La movimentazione, considerando le limitate distanze medie da percorrere lungo il pendio di circa 60-80 m, potrà avvenire in parte con più escavatori in fila (2 – 3 escavatori) per passi successivi, in parte, in sommità, per spostamento diretto con una ruspa. Altri metodi come carico e scarico su dumpers sono possibili ma forse più problematici.

I rifiuti movimentati verranno stoccati nella zona alta dello sversatoio, dove insiste la preesistente piazzola di scarico, opportunamente predisposta per le operazioni di carico sui mezzi di trasporto. Durante la fase di scavo e movimentazione dei rifiuti verranno allontanate dal flusso di rifiuti anche le eventuali componenti pericolose quali pile, batterie per autoveicoli etc., per avviarle ad opportuno trattamento e smaltimento.

Tutta la fase di rimozione e trasporto deve essere iniziata e conclusa in breve tempo. Tali misure sono atte a minimizzare i rischi connessi ad eventi piovosi intensi, non sempre gestibili senza danno.

Durante le operazioni di LFM, si possono configurare dei rischi per la salute degli operatori e della popolazione limitrofa, principalmente connessi all'eventualità di:

- emissioni di polveri in atmosfera;
- contaminazione delle acque superficiali e sotterranee attraverso il ruscellamento delle acque meteoriche nella zona di scavo e nelle aree di stoccaggio temporaneo dei materiali scavati eventualmente presenti;
- trasferimento di contaminanti all'esterno del sito nel caso di una non adeguata pulizia dei mezzi di trasporto;
- presenza di livelli piuttosto elevati di rumori e vibrazioni durante le operazioni;
- presenza di traffico veicolare nella zona di interesse.

La gravità degli effetti dipende, ovviamente, da numerosi fattori quali: la natura e il livello di contaminazione dei rifiuti scavati; la durata delle operazioni; le condizioni climatiche; il grado di vicinanza della popolazione all'area di interesse; l'eventuale presenza di falde sotterranee o di aree particolarmente sensibili o di interesse, e l'importanza e l'efficienza delle misure messe in atto per il contenimento dei suddetti rischi. Per il controllo dei rischi ambientali nell'area dell'intervento, saranno adottate le seguenti misure:

- monitoraggio delle polveri e dei rumori;
- utilizzo di macchinari e materiali ignifughi nell'impianto di estrazione del percolato;
- regimazione delle acque meteoriche ricadenti sui moduli di scavo e sulle aree di stoccaggio temporaneo dei materiali scavati e dei materiali residui, al fine di contenere la diffusione dei contaminanti eventualmente presenti verso le zone limitrofe;
- utilizzo di opportune misure di contenimento delle emissioni di polveri nell'area di scavo con l'adozione di un sistema di bagnatura dell'area di intervento;
- copertura con teli impermeabili dell'area di discarica scavata;
- copertura temporanea dei cumuli di rifiuti scavati o dei materiali residui stoccati, attraverso l'utilizzo di teli impermeabili per proteggerli dagli agenti atmosferici ed

impedire, quindi, il rilascio di polveri e, nel caso di rifiuti pericolosi, la diffusione di contaminanti;

- la recinzione del cantiere al fine di impedire eventuali accessi non autorizzati.

Oltre a quanto sopra riportato, è necessario anche un monitoraggio giornaliero delle condizioni meteorologiche locali e dei livelli di emissioni di gas nell'area di discarica, rilevando in particolare le concentrazioni di metano, ossigeno e composti organici volatili (VOC).

Per quanto riguarda, infine, la sicurezza del personale operante in discarica, non occorrono di solito particolari misure oltre a quelle utilizzate nelle aree contaminate. E' necessario, comunque, che i mezzi siano dotati di un sistema di aerazione artificiale e di cabine pressurizzate, onde evitare che gli operatori vengano direttamente in contatto con batteri, polveri, o altri contaminanti eventualmente rilasciati durante le operazioni di scavo.

L'attività di bonifica del sito prevederà, oltre le attività citate, anche la verifica sulle caratteristiche dei terreni di fondo scavo ai fini della valutazione e definizione eventuali interventi di bonifica dell'area di sedime prima della sua definitiva sistemazione ai fini del ripristino ambientale.

Trattamento dei rifiuti

L'applicazione del LFM come tecnica di intervento su vecchie discariche prevede la realizzazione di un impianto on site di trattamento meccanico o l'invio delle frazioni separate ad idoneo impianto di trattamento esterno. Nel caso di specie, tenuto conto, dell'orografia del sito e della mancanza di un'area idonea si farà ricorso ad un impianto mobile installato nei lotti disponibili dell'esistente area PIP del Comune di Castelvetro in cui, pur ultimata, non sono ancora stati insediati stabilimenti produttivi.

Durante questa fase, le frazioni contenute nei rifiuti verranno separate in una frazione fine ad elevato contenuto di sostanza organica biodegradabile, una frazione leggera costituita da materiale a potere calorifico inferiore medio-alto, metalli (frazione recuperabile) e un materiale di scarto non recuperabile. L'attrezzatura utilizzata in operazioni semplificate di Landfill Mining, come quella di specie, sarà costituita generalmente da vagli, nastri trasportatori e deferrizzatori.

Per concludere, l'obiettivo della fase di selezione è la suddivisione del materiale scavato nelle seguenti classi principali:

- un materiale ad elevato peso specifico, della consistenza di un terriccio e di matrice prevalentemente organica, il cui grado di stabilizzazione varia a seconda del caso in dipendenza da vari fattori (processi di degradazione del rifiuto in discarica, pre-trattamento in situ dei rifiuti depositati, etc.);
- un materiale leggero caratterizzato da un elevato potere calorifico (materiale cellulosico e plastiche), classificabile (a titolo indicativo) come un CDR grezzo da sottoporre a termovalorizzazione;
- metalli;
- scarti ed inerti.

In generale, si può dire che la bassa qualità e la scarsa versatilità dei materiali scavati renderanno difficile un opportuno inserimento nel mercato e per essi è previsto il successivo trasporto e smaltimento in discarica autorizzata.

Bonifica delle acque sotterranee

Ai fini della bonifica delle acque sotterranee, per le quali il piano di caratterizzazione ha rilevato superamenti delle CSC per il solo manganese, si può ragionevolmente ritenere che, tenuto conto del livello basso di contaminazione, una volta eliminata la causa con la rimozione dei rifiuti, l'eventuale contaminazione ancora presente subirà una naturale attenuazione crescente nel tempo. Ai fini dell'eliminazione della contaminazione delle acque sotterranee, quindi, si può far ricorso all'attenuazione naturale della contaminazione o, per meglio dire, all'*attenuazione naturale controllata* (MNA: Monitored Natural Attenuation).

L'attenuazione naturale è un processo presente in natura come per esempio la naturale trasformazione di alcuni contaminanti (ad esempio idrocarburi o solventi) per degradazione chimica. Nel nostro caso, il risanamento del sito contaminato sfrutterà la *diluizione*, in genere legata alle precipitazioni, che determina l'introduzione di acqua nel sistema che, raggiungendo il plume inquinante, lo diluisce abbassandone così la concentrazione. Inoltre l'apporto di acqua contribuisce a modificare le condizioni idrogeochimiche dell'acquifero apportando, ad esempio, ossigeno e influenzando di conseguenza i processi di biodegradazione.

Tale scelta è conforme al Piano regionale di bonifica dei siti inquinati della Regione Campania elaborato dall'ARPAC sulla base delle "Linee Guida" redatte dal Gruppo Tecnico nominato con le Ordinanze Commissariali n.248/03, n. 328/03, n.226/04 e n.006/05.

Ovviamente per assicurarsi che il processo stia agendo diminuendo la contaminazione ambientale, è essenziale il regolare monitoraggio delle acque sotterranee. A questo scopo sul sito in argomento sono previsti tre piezometri di monitoraggio (uno a monte e due a valle della discarica), così come espressamente definito nell'Allegato 2 del D.Lgs. n. 36/2003 al punto 5.1, tenuto conto della direzione di falda. In tutti i piezometri della rete di monitoraggio saranno effettuate misure del livello di falda e della composizione, con cadenza semestrale (vedasi piano di sorveglianza e controllo).

In base ai risultati dei campionamenti di controllo, nel caso in cui si verificasse il superamento dei valori limite di Tab. 2, All. 5 (parte terza) del D.Lgs. n.152/2006, verranno messi in emungimento i piezometri di valle; durante l'emungimento, si dovrà ripetere il campionamento su tutti i piezometri (con la stessa frequenza con cui sono stati effettuati i campionamenti di verifica), ricercando soltanto i parametri indice oggetto dei superamenti e i parametri indicatori principali. Le acque emunte, saranno smaltite secondo quanto prevede la normativa vigente, in relazione alle loro caratteristiche chimiche.

Opere di sistemazione

Completeranno l'intervento, la sistemazione della strada d'accesso esistente, che attualmente risulta di difficile percorribilità, la sistemazione e rimodellamento del versante ai fini della stabilità del pendio, il ripristino ambientale. Negli elaborati di progetto tutti gli interventi sono puntualmente descritti.

In definitiva, gli interventi necessari alla messa in sicurezza permanente ed al riutilizzo dell'area sono:

- Sistemazione della strada comunale per consentire un agevole accesso all'area e realizzazione di cunetta in terra per la regimazione delle acque meteoriche
- Allestimento del cantiere in discarica e dell'impianto di trattamento in due lotti liberi della zona PIP di Castelvetero
- Scavo e movimentazione dei rifiuti all'impianto di trattamento off site
- Trattamento rifiuti, vagliatura, classificazione e trasporto agli impianti di recupero o di smaltimento autorizzati
- Opere di sistemazione e rimodellamento del versante
- Ripristino ambientale a verde con messa a dimora di piante.

5. Analisi comparativa delle tecnologie di intervento applicabili

L'allegato 3 alla parte IV titolo V del D.Lgs. n° 152 / 2006 richiede la presentazione di un'analisi comparativa delle diverse tecnologie di intervento applicabili al sito in esame, in considerazione delle specifiche caratteristiche dell'area, in termini di efficacia nel raggiungere gli obiettivi finali, concentrazioni residue, tempi di esecuzione, impatto sull'ambiente circostante degli interventi; questa analisi deve essere corredata da un'analisi dei costi delle diverse tecnologie.

Le alternative presentate dovranno permettere di comparare l'efficacia delle tecnologie anche in considerazione delle risorse economiche disponibili per l'esecuzione degli interventi.

Gli interventi di bonifica/messa in sicurezza permanente devono assicurare il raggiungimento degli obiettivi previsti col minor impatto ambientale e la maggiore efficacia, in termini di accettabilità del rischio di eventuali concentrazioni residue nelle matrici ambientali e di protezione dell'ambiente e della salute pubblica.

Il sistema di classificazione generalmente adottato per individuare la tipologia di intervento definisce:

- interventi in-situ: effettuati senza movimentazione o rimozione del suolo;
- interventi ex situ on-site: con movimentazione e rimozione di materiali e suolo inquinato, ma con trattamento nell'area del sito stesso e possibile riutilizzo;
- interventi ex situ off-site: con movimentazione e rimozione di materiali e suolo inquinato fuori dal sito stesso, per avviare i materiali e il suolo negli impianti di trattamento autorizzati o in discarica.

Le tecniche di risanamento di siti contaminati oggi disponibili prevedono:

- asportazione del terreno contaminato e successivo smaltimento in discarica;
- trattamenti fisici, chimici e/o biologici in sito ed ex situ (on site, off site);
- sistemi di immobilizzazione dei contaminati.

L'intervento progettato dell'importo complessivo di € 1.455.638,00, compreso spese generali e oneri fiscali, è classificabile come **intervento ex situ off-site** e, comprende oltre le opere squisitamente di bonifica (sistemazione e rimodellamento del versante, ripristino ambientale, ecc) anche l'intervento di landfill mining con trattamento dei rifiuti ai fini di un successivo recupero o smaltimento in discarica.

Come abbiamo visto tale tipologia di intervento consiste nell'escavazione dei rifiuti precedentemente posti in discarica ed il loro successivo trattamento. Per essa si prevedono una serie di operazioni meccaniche volte alla separazione dei materiali inorganici riciclabili (metalli), della frazione organica e della frazione residua ad elevato potere calorifico ai fini del successivo riciclo/recupero ed impiego diretto delle singole frazioni:

- frazione secca e stabile al termovalorizzatore;
- frazione fine alla copertura;
- frazioni riciclabili all'industria specifica.

Per la separazione si utilizzano due vagli in sequenza di cui uno per la separazione della frazione più grossolana (> 40-50 mm) e l'altro per la separazione della frazione fine; il materiale vagliato viene sottoposto all'azione di un magnete per la separazione dei materiali ferrosi.

Le principali problematiche sono: la movimentazione di rifiuti potenzialmente pericolosi e l'eventuale emissione di polveri, gas e odori.

Di costo pari ma di difficile realizzazione per le criticità di natura ambientale legate alla classificazione del sito quale Zona di Protezione Speciale è l'intervento **ex situ on-site** con la realizzazione di un invaso lo smaltimento dei rifiuti in sicurezza.

Oltre che contenuto in termini di costi tale tipologia di intervento determina evidenti vantaggi quali:

- contenuto impatto delle modalità di intervento;
- riduzione dei rischi dovuti al trasporto di rifiuti fuori sito;
- trattamento e riutilizzo nel sito anche dei materiali di risulta degli scavi;
- ridotta esposizione agli inquinanti e limitato rischio igienico-sanitario.

Un intervento di scavo e successivo trasporto e smaltimento in discarica del terreno contaminato, oltre ad essere difficilmente realizzabile per la difficoltà di reperire siti di smaltimento, costituisce una soluzione non corretta dal punto di vista ambientale in quanto produce impatti negativi non solo sull'ambiente circostante ma anche nelle zone attraversate per raggiungere il sito di smaltimento e la stessa discarica che lo riceve; ad essa si ricorre soprattutto nei casi di discariche incontrollate di piccole dimensioni.

In termini economici, poi, è molto dispendioso in quanto si sommano:

- i costi per lo scavo, in condizioni di sicurezza e salute degli operatori, e le opere di sistemazione del versante e ripristino ambientale per un totale di almeno € 650.000;
- i costi di trasporto non solo per i rifiuti stoccati nella vasca ma anche dello strato di terreno esistente per un volume complessivo di circa 5.000 mc, che attesa la difficoltà di reperire siti di smaltimento, è stimabile in almeno 150.000 €;
- i costi di smaltimento in discarica che ammontano presumibilmente a circa 120 €/ton e, quindi $5000 \text{ mc} \times 2 \text{ ton/mc} \times 120 \text{ €/ton} = € 1.200.000,00$

per un totale di € 2.000.000,00 e, quindi per oltre 2.300.000,00 tenendo conto delle spese generali e degli oneri fiscali.

Come si vede, pertanto, l'intervento previsto in progetto individua le tecniche migliori a costi sostenibili pari a circa 2/3 della soluzione ex situ. Pur essendo la spesa frutto di stime, 2.300.000 euro per bonificare la discarica appare, inoltre, difficilmente sostenibile non solo sul piano finanziario ma anche dal punto di vista della sostenibilità ambientale.

6. Fattibilità dell'intervento

Va, preliminarmente, rilevato che l'area interessata dai lavori è di proprietà pubblica e, quella occorrente per il trattamento dei rifiuti nell'area PIP è ancora di proprietà del Comune. I lavori, inoltre, non determinano interferenze significative con altre infrastrutture.

L'area in esame è interessata dai seguenti vincoli:

PRG del Comune di Castelvetro di Valfortore

Il pendio su cui insiste la discarica è riportato urbanisticamente in zona "agricola". Gli interventi previsti, per la natura degli stessi, sono compatibili con le prescrizioni di zona.

Vincolo idrogeologico di cui al R.D. n. 3267/1923

L'area è assoggettata al vincolo idrogeologico di cui al R.D. n. 3267/1923; per poter effettuare i lavori è necessario presentare domanda di autorizzazione alla Comunità Montana del Fortore che la rilascia, previo parere favorevole dell'UOD Servizio Tecnico Provinciale Agricoltura della Regione Campania.

Piano stralcio fiume Fortore

L'area ricade nel Progetto di Piano Stralcio del fiume Fortore dell'Autorità di bacino dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore.

Direttiva 92/43/CEE - Habitat

L'area è inserita nella Zona di Protezione Speciale ZPS IT 8020006 "Bosco di Castelvetro in Valfortore" di cui al D.P.R. 8 settembre 1997 n. 357 successivamente modificato dal D.P.R. 12 marzo 2003, n. 120.

Ai sensi dell'articolo 5 del suddetto D.P.R. 357/1997, come sostituito dall'art. 6 del D.P.R. 120/2003, l'intervento, poiché interessa un sito della rete Natura 2000, in attuazione delle Direttive 92/43/CEE e 79/409/CEE, è stato sottoposto alla valutazione di incidenza di cui al Regolamento regionale n. 1/2010 "Disposizioni in materia di procedimento di valutazione di incidenza" ed alle "Linee Guida e Criteri di indirizzo per l'effettuazione della valutazione di incidenza in Regione Campania" approvate con Delibera di Giunta Regionale n° 324 del 19/03/2010.

La conferenza di servizi propedeutica all'approvazione del progetto operativo di bonifica si è conclusa con esito favorevole nella seduta dell'8 settembre 2015 in cui si è preso atto dei pareri espressi dai diversi Enti e della relazione integrativa finale con il recepimento delle prescrizioni ed osservazioni espresse dagli Enti preposti sul progetto di bonifica e messa in sicurezza permanente della discarica di rifiuti solidi urbani in contrada Lama Grande.

Parere ARPAC

Con nota, acquisita al prot. al n° 34333 del 20.1.2015, l'Area Territoriale di Benevento dell'ARPAC Campania ha comunicato il proprio parere favorevole con le seguenti indicazioni:

- il terreno contaminato può essere riutilizzato nello stesso sito solo a seguito di caratterizzazione per la definizione della propria idoneità per ripristino ambientale;
- di attenersi alle prescrizioni già indicate nei pareri presentati nelle C. di S. del 18.9.2014 e del 13.1.2015.

Vincolo idrogeologico di cui al R.D. n. 3267/1923

Relativamente al vincolo idrogeologico, a cui l'area è assoggettata ai sensi del R.D. n. 3267/1923, la Comunità Montana del Fortore ha autorizzato l'intervento con provvedimento prot. n° 322 del 2.2.2015 con le seguenti prescrizioni:

- gli scavi ed i movimenti di terra siano limitati a quelli previsti in progetto;
- di avvalersi per le attività della strada comunale esistente evitando movimenti di terra aggiuntivi;
- siano realizzate le opere necessarie per il deflusso ordinato delle acque meteoriche e assunte misure di salvaguardia anche a presidio degli scavi e fronti di scavo provvisori;
- siano verificate in fase esecutiva le ipotesi di progetto secondo i dettami del D.M. 11.3.1988.

Piano stralcio fiume Fortore

L'Autorità di bacino dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore ha espresso parere favorevole (acquisito al prot. n° 1205 del 11.3.2015) con le seguenti raccomandazioni:

- adoperare ogni opportuno accorgimento durante le lavorazioni eseguendo correttamente la regimentazione delle acque di precipitazione meteorica al fine di prevenire fenomeni di erosione e dissesto nonché ad assicurare il corretto funzionamento della rete drenante superficiale;
- adottare validi provvedimenti cautelativi per la tutela della salute pubblica e la salvaguardia dell'ambiente;
- monitorare costantemente e periodicamente la qualità delle acque al fine di accertare eventuali contaminazioni residue.

Direttiva 92/43/CEE - Habitat

A seguito di esame, la Commissione V.I.A. – V.A.S. – V.I., presso la Direzione Generale per l'Ambiente e l'Ecosistema della Regione Campania, ha deciso l'esclusione dalla procedura di Valutazione di Incidenza Appropriata con le seguenti prescrizioni (prot. 552726 del 8.8.2015):

- sospendere i lavori, ai fini della tutela delle specie individuate nel sito, nei periodi critici di riproduzione e nidificazione;
- evitare la fuoriuscita o la dispersione di sostanze inquinanti nell'aria, in acqua e nel suolo programmando un monitoraggio e controllo periodico relativamente alla manutenzione dei mezzi e delle attrezzature nonché allo smaltimento dei rifiuti;
- effettuare le lavorazioni solo nelle ore diurne limitando l'inquinamento acustico ed atmosferico ed utilizzare solo mezzi omologati CEE ed oggetto di accurata manutenzione periodica;
- impiantare essenze arboree ed arbustive autoctone;
- utilizzare il terreno in sito previa verifica della compatibilità dello stesso;
- liberare nel più breve tempo possibile, al termine dei lavori, le aree dai mezzi e dalle attrezzature di cantiere.

In ottemperanza alle prescrizioni e raccomandazioni degli Enti preposti, in sede di progettazione esecutiva, si è provveduto ad adeguare in conformità le previsioni progettuali a quanto richiesto dai singoli Enti.

In particolare le attività di movimentazione dei rifiuti e di ripristino dell'area, ai fini del contenimento degli impatti delle attività di cantiere sull'ambiente circostante, saranno effettuate in giornate caratterizzate da condizioni climatiche favorevoli ed accompagnate dalle misure di seguito riportate:

- suddivisione dell'area di intervento in zone operative;
- bagnatura dell'area;
- misure di decontaminazione dei mezzi (lavaggio ruote, etc.);
- controllo delle polveri nell'area di scavo e di movimentazione mezzi;
- copertura temporanea dell'area di intervento durante l'escavazione, la movimentazione, lo stoccaggio;
- controllo e pianificazione delle operazioni di trasporto e movimentazione;
- realizzazione di un sistema di drenaggio superficiale temporaneo;
- controllo della regimentazione delle acque meteoriche del trattamento e dell'autorizzazione allo scarico di acque reflue;
- opportuna localizzazione delle apparecchiature rumorose all'interno del sito;
- restrizione delle operazioni alle ore strettamente lavorative.

Su tutte le frazioni granulometriche di terreno in uscita dall'impianto di vagliatura verranno effettuate caratterizzazioni dei cumuli con la finalità di verificare la possibilità di riutilizzare i terreni per strati compattati sul versante per il suo rimodellamento evitando di inviarli a smaltimento.

La gestione di tali materiali sarà effettuata nel pieno rispetto di quanto stabilito dall'articolo 186 del decreto legislativo n. 152/2006 e s.m.i..

Ai fini della regimazione delle acque meteoriche, il progetto prevede la realizzazione di una cunetta in terra laterale alla strada comunale esistente che delimita l'area interessata dallo sversamento; il fosso di guardia raccoglierà le acque meteoriche provenienti da monte, evitando di interessare il pendio oggetto di intervento, convogliandole nei fossi naturali esistenti senza variare l'assetto idrografico attuale.

Come già evidenziato nella relazione geologica allegata al progetto, i rifiuti, considerate le elevate pendenze in cui versano, sono soggetti a frequenti fenomeni d'instabilità, che esplicano in colamenti a carattere traslativo superficiali, andando ad alimentare il fenomeno di colata principale incanalata, che si sviluppa fino al vallone Lama Grande.

Questi fenomeni d'instabilità, sono da considerarsi estremamente superficiali e interessano la parte di alterazione e di imbibizione dei depositi di discarica, caratterizzati da scadenti caratteristiche geotecniche.

La condizione, invece, che si verrà a realizzare "post operam" sarà sicuramente a favore della stabilità, poiché sarà rimosso il carico rappresentato dai rifiuti dalle caratteristiche geotecniche scadenti, con conseguente riduzione delle inclinazioni del versante. L'area, inoltre, sarà interessata da interventi di stabilizzazione dopo la rimozione dei rifiuti, con la posa in opera di un geocomposito costituito da una rete metallica a doppia torsione a maglia esagonale e da una geostuoia tridimensionale polimerica ed, al di sopra del terreno di riporto, una biostuoia realizzata mediante l'interposizione tra due reti in polipropilene di una massa organica costituita da fibre di paglia e cocco. La successiva piantumazione di specie arbustive autoctone contribuirà alla stabilizzazione del versante ed al ripristino ambientale.

7. Prescrizioni di sicurezza e salute da attuare

Relativamente agli obblighi di cui al Decreto Legislativo 9 Aprile 2008, n° 81 e successive modifiche ed integrazioni, si rappresenta che per i lavori in argomento sussiste la necessità di designare un coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione e di redigere il piano di sicurezza e coordinamento di cui all'art. 91, comma 1.

Nel cantiere in esame, infatti, ricorrono le condizioni previste dall'art. 90, comma 3 del medesimo decreto e cioè: cantieri in cui è prevista la presenza di più imprese, anche non contemporanea.

Inoltre, conformemente alla normativa vigente, è stata determinata l'incidenza percentuale degli oneri per la sicurezza da non assoggettare a ribasso (oneri interni) e gli ulteriori oneri aggiuntivi che l'impresa deve sopportare ai fini della sicurezza dei lavoratori (oneri esterni).

8. Quadro economico dell'intervento

Ai fini della determinazione della spesa occorrente per la realizzazione dell'intervento, è stato redatto un computo metrico estimativo utilizzando il Prezzario dei lavori pubblici della Regione Campania - Edizione 2013 approvato con Deliberazione della Giunta Regionale della Campania n° 25 del 29/01/2013 o sulla base di analisi di prezzo.

L'aliquota I.V.A. da applicare ai lavori è quella agevolata al 10 % in forza dell'articolo 266 del Dlgs 152/2006 in base alla quale *"le opere, le costruzioni, e gli impianti destinati (...) alla bonifica di aree inquinate"* sono da considerare *attrezzature sanitarie* e, che qualificandosi come opere di urbanizzazione secondaria scontano l'aliquota agevolata.

Il quadro economico risultante è il seguente:

A)		LAVORI		
	A.1	Importo lavori al netto della manodopera e degli oneri di sicurezza interni	€	901.084,20
	A.2	Costo della manodopera	€	183.212,47
	A.3	Oneri della sicurezza interni	€	3.475,82
		TOTALE IMPORTO LAVORI (A.1 + A.2+ A.3)	€	1.087.772,49
	A.4	Oneri speciali di sicurezza	€	34.409,93
		TOTALE	€	1.122.182,42
B)		SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMM.NE		
	B.1	Imprevisti	€	9.684,58
	B.2	Oneri di smaltimento in discarica autorizzata e costi campionamenti ARPAC compreso IVA	€	50.000,00
	B.3	Spese generali per progettazione, DD.LL., contabilità, sicurezza, collaudo, prove e accertamenti di laboratorio, geologo, CTI e spese di gara (12% di 1.122.182,42)	€	134.661,89
	B.4	IVA 22% sulle spese generali escluso CTI € 16.832,73	€	25.922,41
	B.5	IVA 10% sui lavori e imprevisti (10% su A+B1)	€	113.186,70
		TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMM.NE	€	333.455,58
		TOTALE COMPLESSIVO (A + B)	€	1.455.638,00

Allegati alla presente relazione :

- cartografia di base con l'ubicazione dei campionamenti;
- delimitazione delle aree contaminate;
- stima produzione biogas.

Discarica Castelvetero Val Fortore

Estensione Indicativa Falda Contaminata



Legenda



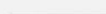
Comune di Castelvetero Val Fortore
POR - 2000 - 2006 - Misura 1.8 Asse I
Piano di Caratterizzazione
Digital Elevation Model
Scala 1:2000



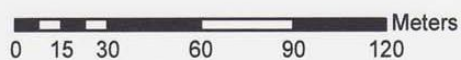
Sondaggi

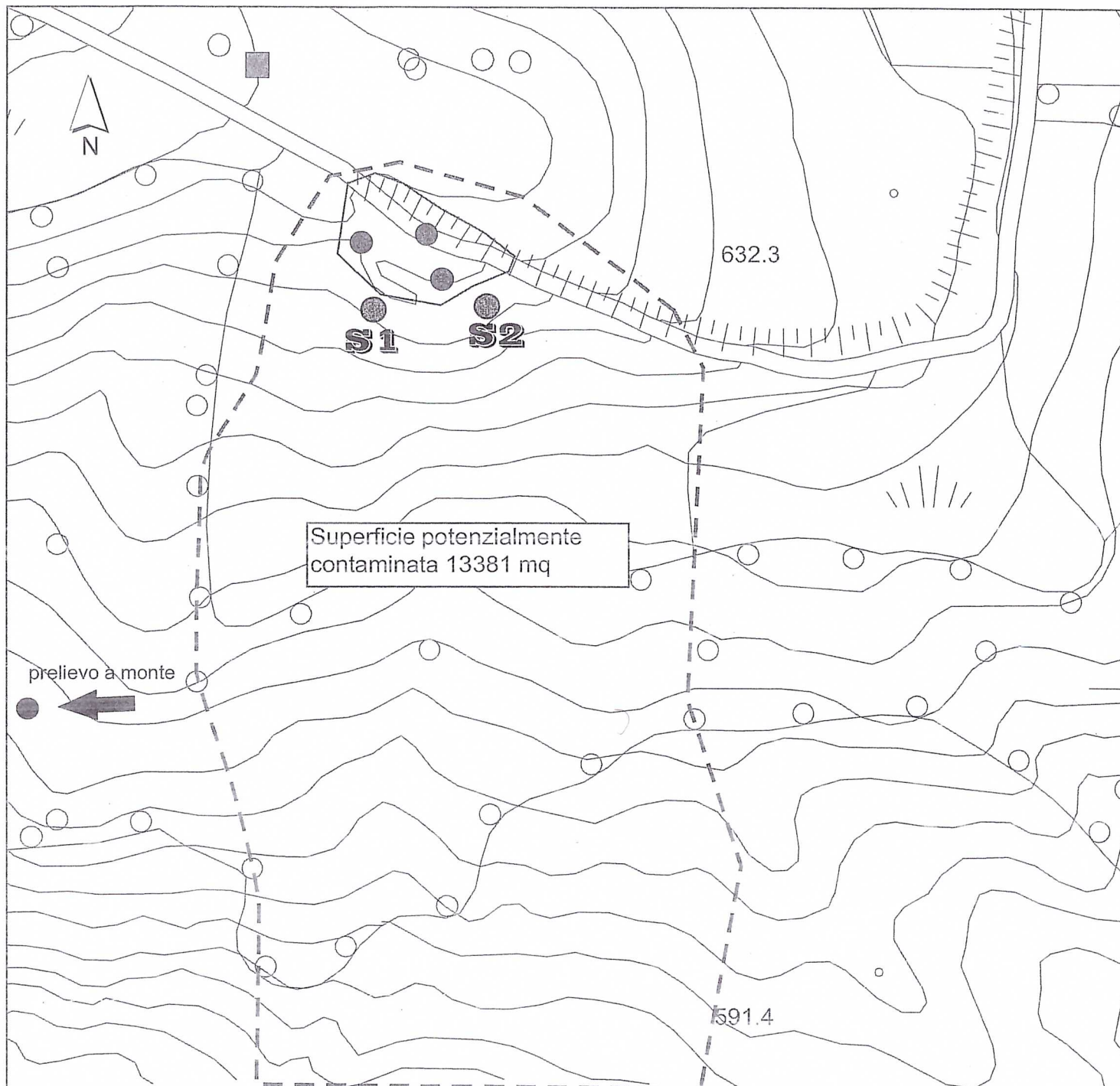


Estensione Indicativa
Falda Contaminata
Sup. 150 mq



Curve di livello





Comune di Castelvetere
di Val Fortore
provincia di Benevento

Progetto POR Campania 2000/2006 Misura 1.8 Piano Regionale di Bonifica - Realizzazione indagini preliminari su discariche comunali e/o consortili inserite nel Censimento dei Siti Potenzialmente Inquinati.

Comm. Amm. Comunale di Castelvetere di V.F.

Dr. Geol. Dr. Geol. A. Casaretti

TAV. VII MAPPATURA CAMPIONATURA

Scala 1:1000

legenda



Area Discarica



Area indagata e potenzialmente contaminata



Sondaggio geognostico
attrezzato con piezometro a tubo aperto dotati di chiusino
N. 2 campioni suolo per singolo sondaggio



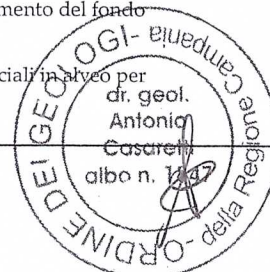
pozzetti di scavo eseguiti per il prelievo dei campioni
di rifiuto



saggio ispettivo per il campionamento del fondo
naturale



Campionamento acque superficiali in alveo per
l'analisi chimica



Controllo della produzione di biogas da rifiuti solidi - metodo della "reazione semplificata"

www.ingegnereambientale.tk

foglio 1

Prospetto conferimento rifiuti e produzione biogas 1° periodo

attenzione a non sovrapporre le quantità di RS inserite nei vari anni con quelle del 2° periodo

Da integrare con il foglio del 2° periodo

Anno	Q.tà RS inserita (tonnellate)	biogas teor. generabile (Nm ³)	biogas teor. captabile (Nm ³)
1989	500	0	0
1990	100	13 157	6 579
1991	100	25 975	12 987
1992	100	24 701	12 351
1993	100	22 239	11 120
1994	100	18 588	9 294
1995	100	16 593	8 297
1996	100	16 822	8 411
1997	100	17 000	8 500
1998	100	17 128	8 564
1999		17 204	8 602
2000		14 598	7 299
2001		9 904	4 952
2002		6 347	3 174
2003		3 928	1 964
2004		2 647	1 323
2005		2 061	1 031
2006		1 629	814
2007		1 247	624
2008		916	458
2009		636	318
2010		407	204
2011		229	115
2012		102	51
2013		25	13
2014		0	0
2015		0	0
2016		0	0
2017		0	0
2018		0	0
2019		0	0
2020		0	0
2021		0	0
2022		0	0
2023		0	0
2024		0	0
2025		0	0
2026		0	0
2027		0	0
2028		0	0
2029		0	0
2030		0	0
2031		0	0
2032		0	0
2033		0	0
2034		0	0
2035		0	0
2036		0	0
2037		0	0
2038		0	0
2039		0	0
	aggiornam. manuale	aggiornam. automatico	aggiornam. automatico

In questo foglio vanno inserite le quantità annuali di rifiuti con la prima composizione merceologica considerata (foglio "param. 1° per.").

I dati sull'afflusso di RS verranno integrati con quelli immessi nel foglio "Affl. RS 2° per." caratterizzati da diversa composizione merceologica.

Attenzione a non sovrapporre quantità relative allo stesso anno poiché verrebbero considerate due volte!

La percentuale di biogas teoricamente captabile rispetto al teoricamente generabile può essere impostata nell'apposito campo sotto la tabella.

Foglio di calcolo realizzato da:
Andrea A. Salcone
asalcone@tiscali.it
www.ingegnereambientale.tk

i dati sul conferimento RS evidenziati in giallo sono stimati

i dettagli delle elaborazioni si trovano nella zona (nascosta) M85:BK215 di questo foglio

Rapp. tra biogas teor. captabile e teor. generabile (biog.captab./biog.gen.)
50,00%

Definizioni:

biogas teoricamente generabile: è la quantità di biogas che si potrebbe generare se tutto il materiale degradabile reagisse completamente ed anaerobicamente.

biogas teoricamente captabile: è la quantità di biogas che si potrebbe captare se l'impianto di captazione potesse avere efficienza del 100% e se non ci fossero dispersioni incontrollate di biogas in atmosfera. Il biogas teoricamente captabile dovrebbe corrispondere al biogas realmente generatosi in discarica.

LICENZA D'USO:

Questo foglio elettronico può essere distribuito solo gratuitamente e senza modifiche rispetto al contenuto originale, inoltre deve rimanere chiaro il riferimento all'autore. Nessuna responsabilità può essere imputata all'autore per eventuali inesattezze od errori presenti, né per qualsiasi altro motivo. Questo software è fornito "così com'è" senza alcun supporto. L'uso del presente software implica necessariamente l'accettazione delle condizioni precedenti. Ogni segnalazione, commento o miglioria è ben gradita. Per info: www.ingegnereambientale.tk - asalcone@tiscali.it

Parametri del metodo della "reazione semplificata" per il 1° periodo

Negli inerti è incluso lo zolfo									
Categoria merceologica	% umidità u _j	% biodegr. B _j	Reaz. Veloce V _j	Reaz. Lenta L _j	C % s.s.	H % s.s.	O % s.s.	N % s.s.	Inerti % s.s.
Organico domestico	75,00%	65%	100%	0%	28,70%	3,10%	29,20%	1,90%	37,10%
Carta	15,00%	50%	100%	0%	44,40%	4,40%	40,90%	0,10%	10,20%
Cartone	12,50%	45%	100%	0%	44,00%	5,90%	44,60%	0,30%	5,20%
Altri cellulosici	20,00%	45%	100%	0%	44,20%	5,15%	42,75%	0,20%	7,70%
Plastiche	6,00%	0%	0%	0%	60,00%	7,20%	22,80%	0,00%	10,00%
Tessili	20,00%	50%	0%	100%	39,60%	6,50%	25,30%	5,60%	23,00%
Gomma	2,00%	0%	0%	0%	78,00%	10,00%	0,00%	2,00%	10,00%
Organico grandi utenze	70,00%	65%	100%	0%	28,70%	3,10%	29,20%	1,90%	37,10%
Sfalci e potature	50,00%	60%	60%	40%	45,50%	8,70%	20,10%	1,80%	23,90%
Legno	22,00%	65%	0%	100%	49,50%	6,00%	42,70%	0,20%	1,60%
Vetro ed inerti	2,50%	0%	0%	0%	0,50%	0,40%	0,40%	0,15%	96,05%
Metalli	4,00%	0%	0%	0%	4,50%	0,60%	4,30%	0,10%	90,50%
Sottovaglio	40,00%	20%	0%	100%	26,30%	3,00%	2,00%	0,50%	68,20%

% s.s. = percentuale riferita alla sostanza secca

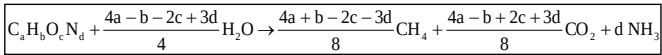
agg. automatico														
Categoria merceologica	% in peso w _j	% secco w _{s,j}	% s.biod.veloce w _{s,bd,j,V}	% s.biod.lenta w _{s,bd,j,L}	Quantità reazione VELOCE (% su tal quale)					Quantità reazione LENTA (% su tal quale)				
					C	H	O	N	Inerti	C	H	O	N	Inerti
Organico domestico	18,40%	4,60%	2,99%	0,00%	0,86%	0,09%	0,87%	0,06%	1,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Carta	12,50%	10,63%	5,31%	0,00%	2,36%	0,23%	2,17%	0,01%	0,54%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Cartone	11,00%	9,63%	4,33%	0,00%	1,91%	0,26%	1,93%	0,01%	0,23%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Altri cellulosici	6,00%	4,80%	2,16%	0,00%	0,95%	0,11%	0,92%	0,00%	0,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Plastiche	13,10%	12,31%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Tessili	3,00%	2,40%	0,00%	1,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,48%	0,08%	0,30%	0,07%	0,28%
Gomma	0,50%	0,49%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Organico grandi utenze	2,80%	0,84%	0,55%	0,00%	0,16%	0,02%	0,16%	0,01%	0,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Sfalci e potature	7,10%	3,55%	1,28%	0,85%	0,58%	0,11%	0,26%	0,02%	0,31%	0,39%	0,07%	0,17%	0,02%	0,20%
Legno	3,00%	2,34%	0,00%	1,52%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,75%	0,09%	0,65%	0,00%	0,02%
Vetro ed inerti	7,50%	7,31%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Metalli	4,00%	3,84%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Sottovaglio	11,10%	6,66%	0,00%	1,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,35%	0,04%	0,03%	0,01%	0,91%
Totali	100,00%	69,40%	16,62%	4,91%	6,82%	0,82%	6,32%	0,11%	2,55%	1,97%	0,28%	1,15%	0,09%	1,41%

Coefficienti per la relazione stechiometrica bruta (base 100Kg di rifiuto t.q.) CaHbOcNd + wH2O => xCH4 + yCO2 + zNH3				
	a	b	c	d
Reazione veloce	0,5680	0,8213	0,3948	0,0081
Reazione lenta	0,1638	0,2833	0,0719	0,0066

Intervalli di tempo caratteristici (anni)	Reaz. Veloce	Reaz. Lenta
inizio produzione biogas	1	1
fase crescente	tM-to	5
fase decrescente	tmax-to	15
anno in cui la produz. è massima	tM	6
anno dopo il quale la produz. è trasc.	tmax	16

Velocità di reazione (r'c,max) del modello (base 100Kg rifiuto tal quale)	Reaz. Veloce	Reaz. Lenta
	Kmoli/anno	
	0,230408	0,022724

biogas secco



al tempo $t \leq t_0$ si ha $r'_C(t) = 0$

per $t_0 \leq t \leq t_M$ (fase crescente) si ha $r'_C(t) = r'_{C,max} \frac{t - t_0}{t_M - t_0}$

per $t_M \leq t \leq t_{max}$ (fase decrescente) si ha $r'_C(t) = r'_{C,max} \frac{t_{max} - t}{t_{max} - t_M}$

per $t \geq t_{max}$ si ha $r'_C(t) = 0$

$$r'_{C,max} = \frac{2P_{t,bio}}{t_{max} - t_0}$$

$$P_{medio}(\Delta t) = \frac{r'_C(t) + r'_C(t + \Delta t)}{2} \cdot \Delta t$$

Foglio di calcolo realizzato da:
Andrea A. Salcone
asalcone@tiscali.it
www.ingegnereambientale.tk

composizione tipica						
C % s.s.	H % s.s.	O % s.s.	N % s.s.	Inerti % s.s.	% H2O u _j	Categoria merceologica
28,70%	3,10%	29,20%	1,90%	37,10%	70,00%	Organico domestico
44,40%	4,40%	40,90%	0,10%	10,20%	15,00%	Carta
44,00%	5,90%	44,60%	0,30%	5,20%	12,50%	Cartone
44,20%	5,15%	42,75%	0,20%	7,70%	20,00%	Altri cellulosici
60,00%	7,20%	22,80%	0,00%	10,00%	6,00%	Plastiche
39,60%	6,50%	25,30%	5,60%	23,00%	20,00%	Tessili
78,00%	10,00%	0,00%	2,00%	10,00%	2,00%	Gomma
28,70%	3,10%	29,20%	1,90%	37,10%	70,00%	Organico grandi utenze
45,50%	8,70%	20,10%	1,80%	23,90%	50,00%	Sfalci e potature
49,50%	6,00%	42,70%	0,20%	1,60%	22,00%	Legno
0,50%	0,40%	0,40%	0,15%	96,05%	2,50%	Vetro ed inerti
4,50%	0,60%	4,30%	0,10%	90,50%		Metalli
26,30%	3,00%	2,00%	0,50%	68,20%	30,00%	Sottovaglio

Frazione merceologica	C % s.s.	H % s.s.	O % s.s.	N % s.s.	S % s.s.	Ceneri % s.s.	H2O % t.q.	PCI kJ kg ⁻¹
Carta	44,80	6,00	43,30	0,24	0,16	5,50	15,00	12.100
Cartone	43,85	6,00	45,00	0,25	0,20	4,70	12,50	13.100
Altri cellulosici	52,24	7,70	37,83	0,15	0,09	1,99	20,00	11.500
Tessili	52,00	6,30	35,83	3,20	0,17	2,50	20,00	14.200
Legno	50,00	6,00	42,32	0,20	0,08	1,40	22,00	13.800
Plastica	61,60	8,50	17,40	2,30	0,20	10,00	6,00	28.300
Gomma	81,20	9,00	0,00	0,90	0,90	8,00	2,00	20.800
Vetro e inerti	3,00	0,40	0,40	0,15	0,05	96,00	2,50	0
Metalli	4,50	0,60	4,28	0,07	0,05	90,50	4,00	0
Organico domestico	48,00	6,00	34,00	2,18	0,32	9,50	70,00	2.100
Sfalci e potature	47,00	6,20	37,72	2,85	0,23	6,00	50,00	6.000
Organico grandi utenze	48,00	6,17	34,10	2,40	0,33	9,00	70,00	2.100
Sottovaglio	26,35	5,50	30,50	2,50	0,15	35,00	30,00	5.400

$$w_{s,bd,j,V} = w_{s,j} \cdot \frac{B_j}{100} \cdot \frac{V_j}{100}$$

$$w_{s,bd,j,L} = w_{s,j} \cdot \frac{B_j}{100} \cdot \frac{L_j}{100}$$

Frazione merceologica	% in peso sul totale	
	parziale	complessivo
Materiali cellulosici		29,5
Carta	12,5	
Cartone	11,0	
Altro	6,0	
Tessili		3,0
Legno		3,0
Metalli		4,0
Materiali plastici		13,6
Plastica varia	13,1	
Gomma	0,5	
Vetro ed inerti		7,5
Materiale organico		28,3
Domestico	18,4	
Sfalci e potature	7,1	
Grandi utenze	2,8	
R,U,P, (pile, farmaci scaduti) e varie		1,1
Sottovaglio		10,0

composiz. merceologica: dati medi nazionali italiani

LICENZA D'USO:

Questo foglio elettronico può essere distribuito solo gratuitamente e senza modifiche rispetto al contenuto originale, inoltre deve rimanere chiaro il riferimento all'autore. Nessuna responsabilità può essere imputata all'autore per eventuali inesattezze od errori presenti, né per qualsiasi altro motivo. Questo software è fornito "così com'è" senza alcun supporto. L'uso del presente software implica necessariamente l'accettazione delle condizioni precedenti. Ogni segnalazione, commento o miglioria è ben gradita. Per info: www.ingegnereambientale.tk - asalcone@tiscali.it

Controllo della produzione di biogas da rifiuti solidi - metodo della "reazione semplificata"

www.ingegnereambientale.tk

foglio 2

Prospetto conferimento rifiuti e produzione biogas 2° periodo

attenzione a non sovrapporre le quantità di RS inserite nei vari anni con quelle del 1° periodo

Anno	Q.tà RS inserita (tonnellate)	biogas teor. generabile (Nm ³)	biogas teor. captabile (Nm ³)
1989		0	0
1990		0	0
1991		0	0
1992		0	0
1993		0	0
1994		0	0
1995		0	0
1996	0	0	0
1997	0	0	0
1998	0	0	0
1999	0	0	0
2000	0	0	0
2001	0	0	0
2002	0	0	0
2003	0	0	0
2004	0	0	0
2005	0	0	0
2006	0	0	0
2007		0	0
2008		0	0
2009		0	0
2010		0	0
2011		0	0
2012		0	0
2013		0	0
2014		0	0
2015		0	0
2016		0	0
2017		0	0
2018		0	0
2019		0	0
2020		0	0
2021		0	0
2022		0	0
2023		0	0
2024		0	0
2025		0	0
2026		0	0
2027		0	0
2028		0	0
2029		0	0
2030		0	0
2031		0	0
2032		0	0
2033		0	0
2034		0	0
2035		0	0
2036		0	0
2037		0	0
2038		0	0
2039		0	0
	aggiornam. manuale	aggiornam. automatico	aggiornam. automatico

Da integrare con il foglio del 1° periodo

Foglio di calcolo realizzato da:
Andrea A. Salcone
asalcone@tiscali.it
www.ingegnereambientale.tk

i dati sul conferimento RS evidenziati in giallo sono stimati

i dettagli delle elaborazioni si trovano nella zona (nascosta) M85:BK215 di questo foglio

Rapporto tra biogas teor. captabile e teor. generabile	
(biog. estr./biog. gen.)	50,00%

Definizioni:

biogas teoricamente generabile: è la quantità di biogas che si potrebbe generare se tutto il materiale degradabile reagisse completamente ed anaerobicamente.

biogas teoricamente captabile: è la quantità di biogas che si potrebbe captare se l'impianto di captazione potesse avere efficienza del 100% e se non ci fossero dispersioni incontrollate di biogas in atmosfera. Il biogas teoricamente captabile dovrebbe corrispondere al biogas realmente generatosi in discarica.

LICENZA D'USO:

Questo foglio elettronico può essere distribuito solo gratuitamente e senza modifiche rispetto al contenuto originale, inoltre deve rimanere chiaro il riferimento all'autore. Nessuna responsabilità può essere imputata all'autore per eventuali inesattezze od errori presenti, né per qualsiasi altro motivo. Questo software è fornito "così com'è" senza alcun supporto.

L'uso del presente software implica necessariamente l'accettazione delle condizioni precedenti.

Ogni segnalazione, commento o miglioria è ben gradita. Per info: www.ingegnereambientale.tk - asalcone@tiscali.it

Controllo della produzione di biogas da rifiuti solidi - metodo della "reazione semplificata"

www.ingegnereambientale.tk

foglio 2bis

Parametri del metodo della "reazione semplificata" per il 2° periodo

Negli inerti è incluso lo zolfo

Categoria merceologica	% umidità u.j	% biodegr. B.j	Reaz. Veloce V.j	Reaz. Lenta L.j	C % s.s.	H % s.s.	O % s.s.	N % s.s.	Inerti % s.s.
Organico domestico	75,00%	65%	100%	0%	28,70%	3,10%	29,20%	1,90%	37,10%
Carta	15,00%	50%	100%	0%	44,40%	4,40%	40,90%	0,10%	10,20%
Cartone	12,50%	45%	100%	0%	44,00%	5,90%	44,60%	0,30%	5,20%
Altri cellulosici	20,00%	45%	100%	0%	44,20%	5,15%	42,75%	0,20%	7,70%
Plastiche	6,00%	0%	0%	0%	60,00%	7,20%	22,80%	0,00%	10,00%
Tessili	20,00%	50%	0%	100%	39,60%	6,50%	25,30%	5,60%	23,00%
Gomma	2,00%	0%	0%	0%	78,00%	10,00%	0,00%	2,00%	10,00%
Organico grandi utenze	70,00%	65%	100%	0%	28,70%	3,10%	29,20%	1,90%	37,10%
Sfalci e potature	50,00%	60%	60%	40%	45,50%	8,70%	20,10%	1,80%	23,90%
Legno	22,00%	65%	0%	100%	49,50%	6,00%	42,70%	0,20%	1,60%
Vetro ed inerti	2,50%	0%	0%	0%	0,50%	0,40%	0,40%	0,15%	96,05%
Metalli	4,00%	0%	0%	0%	4,50%	0,60%	4,30%	0,10%	90,50%
Sottovaglio	40,00%	20%	0%	100%	26,30%	3,00%	2,00%	0,50%	68,20%

% s.s. = percentuale riferita alla sostanza secca

Per il significato dei termini ed il valore dei parametri: Vedi foglio 1bis

agg. automatico														
Categoria merceologica	% in peso w.j	% secco w.s.j	% s.biod.veloce w.s.bd,j,V	% s.biod.lenta w.s.bd,j,L	Quantità reazione VELOCE (% su tal quale)					Quantità reazione LENTA (% su tal quale)				
					C	H	O	N	Inerti	C	H	O	N	Inerti
Organico domestico	18,10%	4,53%	2,94%	0,00%	0,84%	0,09%	0,86%	0,06%	1,09%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Carta	10,00%	8,50%	4,25%	0,00%	1,89%	0,19%	1,74%	0,00%	0,43%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Cartone	8,50%	7,44%	3,35%	0,00%	1,47%	0,20%	1,49%	0,01%	0,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Altri cellulosici	4,50%	3,60%	1,62%	0,00%	0,72%	0,08%	0,69%	0,00%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Plastiche	16,80%	15,79%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Tessili	3,70%	2,96%	0,00%	1,48%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,59%	0,10%	0,37%	0,08%	0,34%
Gomma	1,80%	1,76%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Organico grandi utenze	0,70%	0,21%	0,14%	0,00%	0,04%	0,00%	0,04%	0,00%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Sfalci e potature	3,60%	1,80%	0,65%	0,43%	0,29%	0,06%	0,13%	0,01%	0,15%	0,20%	0,04%	0,09%	0,01%	0,10%
Legno	4,00%	3,12%	0,00%	2,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,00%	0,12%	0,87%	0,00%	0,03%
Vetro ed inerti	11,80%	11,51%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Metalli	6,00%	5,76%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Sottovaglio	10,50%	6,30%	0,00%	1,26%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,33%	0,04%	0,03%	0,01%	0,86%
Totali	100,00%	73,27%	12,94%	5,20%	5,25%	0,62%	4,95%	0,09%	2,03%	2,12%	0,29%	1,35%	0,10%	1,34%

merceologia modificata per tener conto del minor apporto di organico causa compostaggio.

Coefficienti per la relazione stechiometrica bruta (base 100Kg di rifiuto t.q.) CaHbOcNd + wH2O => xCH4 + yCO2 + zNH3				
	a	b	c	d
Reazione veloce	0,4378	0,6197	0,3095	0,0063
Reazione lenta	0,1765	0,2933	0,0845	0,0072

Foglio di calcolo realizzato da:
Andrea A. Salcone
asalcone@tiscali.it
www.ingegnereambientale.tk

Intervalli di tempo caratteristici (anni)		Reaz. Veloce	Reaz. Lenta
inizio produzione biogas	to	1	1
fase crescente	tM-to	1	5
fase decrescente	tmax-to	5	15
anno in cui la produz. è massima	tM	2	6
anno dopo il quale la produz. è trasc.	tmax	6	16

Velocità di reazione (r'c,max) del modello (base 100Kg rifiuto tal quale)		Reaz. Veloce	Reaz. Lenta
	Kmoli/anno	0,177632	0,024494

biogas secco

LICENZA D'USO:

Questo foglio elettronico può essere distribuito solo gratuitamente e senza modifiche rispetto al contenuto originale, inoltre deve rimanere chiaro il riferimento all'autore. Nessuna responsabilità può essere imputata all'autore per eventuali inesattezze od errori presenti, né per qualsiasi altro motivo. Questo software è fornito "così com'è" senza alcun supporto. L'uso del presente software implica necessariamente l'accettazione delle condizioni precedenti. Ogni segnalazione, commento o miglioria è ben gradita. Per info: www.ingegnereambientale.tk - asalcone@tiscali.it

Controllo della produzione di biogas da rifiuti solidi - metodo della "reazione semplificata"

www.ingegnereambientale.tk

foglio 3

Prospetto conferimento rifiuti e produzione biogas TOTALI 1+2

Anno	aggiornam. automatico	aggiornam. automatico	aggiornam. automatico	agg. Manuale
Q.tà RS inserita (tonnellate)	biogas teor. generabile (Nm³)	biogas teor. captabile (Nm³)	Biogas captato (Nm³)	
1989	500	0	0	
1990	100	13 157	6 579	
1991	100	25 975	12 987	
1992	100	24 701	12 351	
1993	100	22 239	11 120	
1994	100	18 588	9 294	
1995	100	16 593	8 297	
1996	100	16 822	8 411	
1997	100	17 000	8 500	
1998	100	17 128	8 564	
1999	0	17 204	8 602	
2000	0	14 598	7 299	
2001	0	9 904	4 952	
2002	0	6 347	3 174	
2003	0	3 928	1 964	
2004	0	2 647	1 323	
2005	0	2 061	1 031	
2006	0	1 629	814	
2007	0	1 247	624	
2008	0	916	458	
2009	0	636	318	
2010	0	407	204	
2011	0	229	115	
2012	0	102	51	
2013	0	25	13	
2014	0	0	0	
2015	0	0	0	
2016	0	0	0	
2017	0	0	0	
2018	0	0	0	
2019	0	0	0	
2020	0	0	0	
2021	0	0	0	
2022	0	0	0	
2023	0	0	0	
2024	0	0	0	
2025	0	0	0	
2026	0	0	0	
2027	0	0	0	
2028	0	0	0	
2029	0	0	0	
2030	0	0	0	
2031	0	0	0	
2032	0	0	0	
2033	0	0	0	
2034	0	0	0	
2035	0	0	0	
2036	0	0	0	
2037	0	0	0	
2038	0	0	0	
2039	0	0	0	
	aggiornam. automatico	aggiornam. automatico	aggiornam. automatico	agg. Manuale

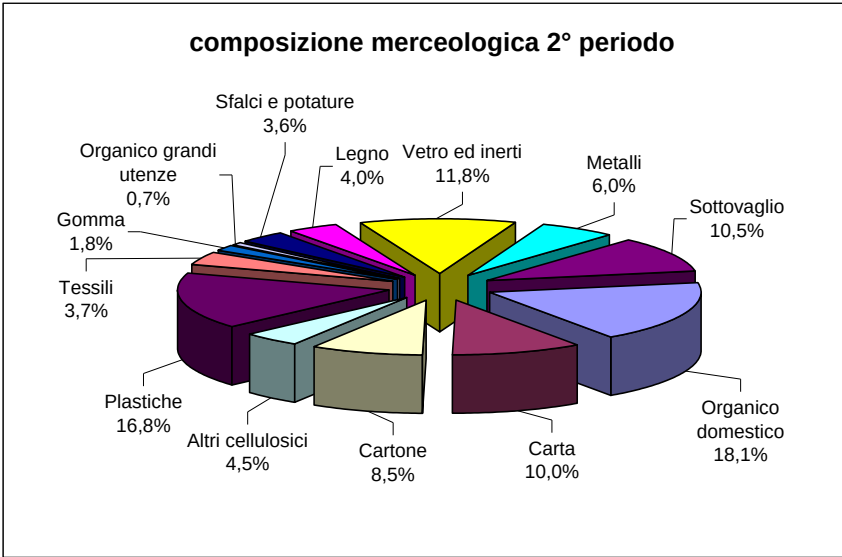
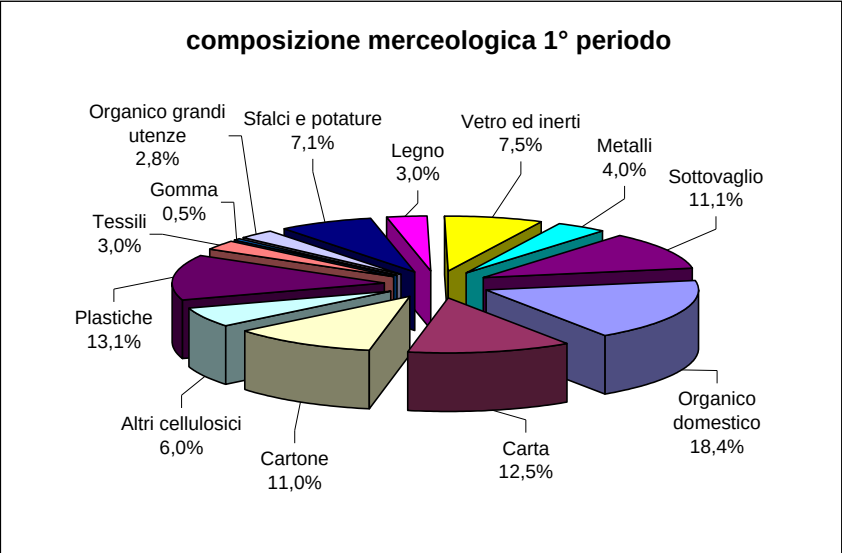
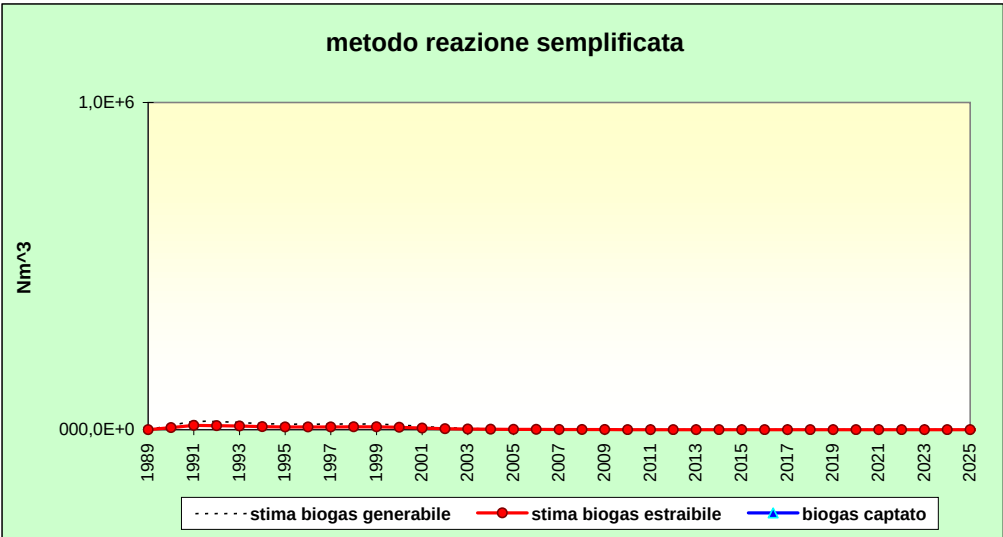
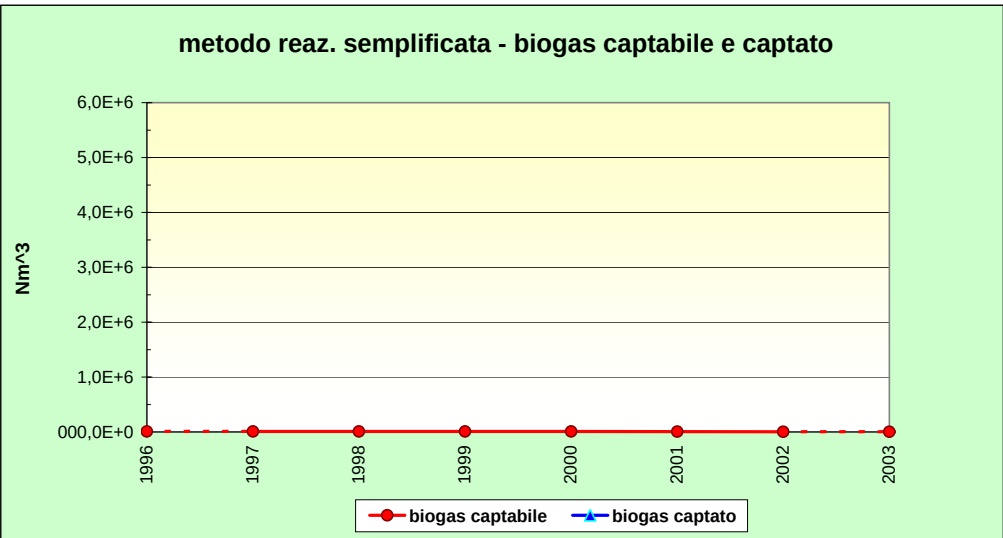
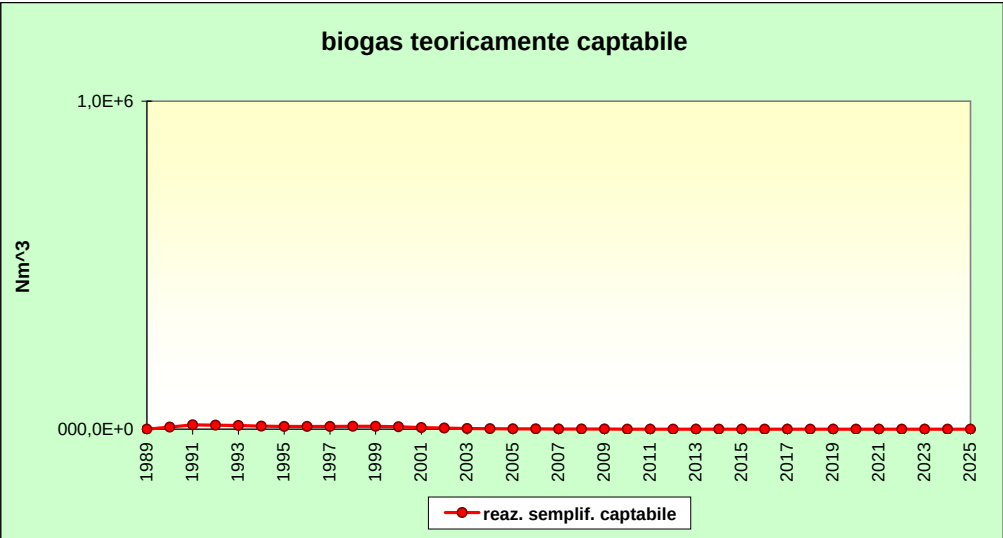
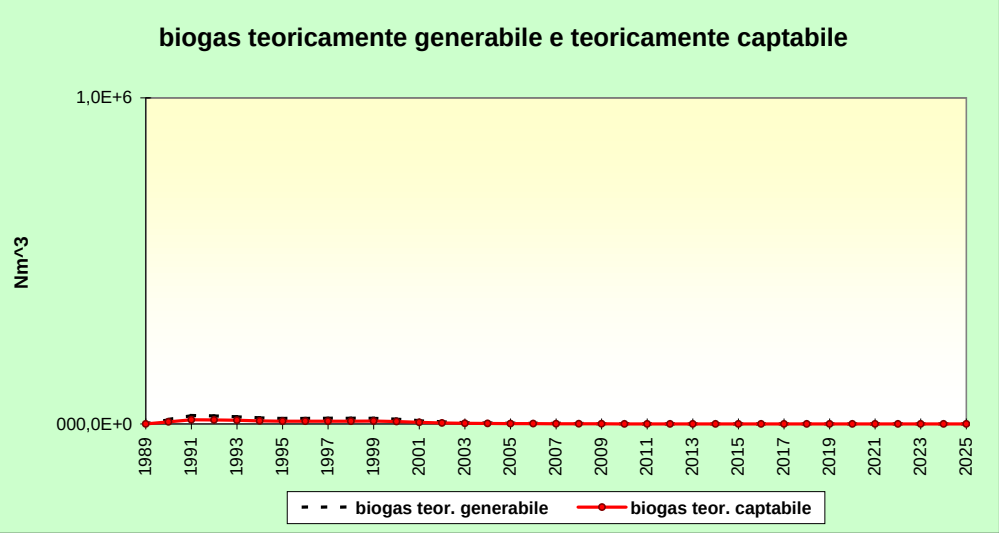
Definizioni:
biogas teoricamente generabile: è la quantità di biogas che si potrebbe generare se tutto il materiale degradabile reagisse completamente ed anaerobicamente.
biogas teoricamente captabile: è la quantità di biogas che si potrebbe captare se l'impianto di captazione potesse avere efficienza del 100% e se non ci fossero dispersioni incontrollate di biogas in atmosfera. Il biogas teoricamente captabile dovrebbe corrispondere al biogas realmente generatosi in discarica.

Foglio di calcolo realizzato da:
 Andrea A. Salcone
 asalcone@tiscali.it
 www.ingegnereambientale.tk

i dati evidenziati in giallo sono stimati

LICENZA D'USO:

Questo foglio elettronico può essere distribuito solo gratuitamente e senza modifiche rispetto al contenuto originale, inoltre deve rimanere chiaro il riferimento all'autore. Nessuna responsabilità può essere imputata all'autore per eventuali inesattezze od errori presenti, né per qualsiasi altro motivo. Questo software è fornito "così com'è" senza alcun supporto. L'uso del presente software implica necessariamente l'accettazione delle condizioni precedenti. Ogni segnalazione, commento o miglioria è ben gradita. Per info: www.ingegnereambientale.tk - asalcone@tiscali.it



Definizioni:
biogas teoricamente generabile: è la quantità di biogas che si potrebbe generare se tutto il materiale degradabile reagisse completamente ed anaerobicamente.
biogas teoricamente captabile: è la quantità di biogas che si potrebbe captare se l'impianto di captazione potesse avere efficienza del 100% e se non ci fossero dispersioni incontrollate di biogas in atmosfera. Il biogas teoricamente captabile dovrebbe corrispondere al biogas realmente generatosi in discarica.

Foglio di calcolo realizzato da:
Andrea A. Salcone
asalcone@tiscali.it
www.ingegnereambientale.tk

La scala dei grafici va adattata manualmente secondo le proprie esigenze per poter avere una visione chiara del grafico

LICENZA D'USO:
Questo foglio elettronico può essere distribuito solo gratuitamente e senza modifiche rispetto al contenuto originale, inoltre deve rimanere chiaro il riferimento all'autore. Nessuna responsabilità può essere imputata all'autore per eventuali inesattezze od errori presenti, né per qualsiasi altro motivo. Questo software è fornito "così com'è" senza alcun supporto. L'uso del presente software implica necessariamente l'accettazione delle condizioni precedenti. Ogni segnalazione, commento o miglioria è ben gradita. Per info: www.ingegnereambientale.tk - asalcone@tiscali.it