

**Università degli Studi di Ancona
Istituto di Idraulica**

prof.ing. Ignazio MANTICA

INGEGNERIA DELL' AMBIENTE

trattamento e smaltimento R.S.U.

metodologie per la valutazione dell' impatto ambientale

**argomenti tratti dalle lezioni di Ingegneria Sanitaria tenute nella A.A. 1987/88
e dalla tesi di laurea dell' ing. Gianni Lozzi**

CAPITOLO TERZO

LE DISCARICHE CONTROLLATE

3.1 Normativa tecnico-legislativa

In Italia la complessa materia dello smaltimento dei rifiuti solidi ha base sul Decreto del Presidente della Repubblica n. 915 del, tale D.P.R. prende in esame e regola tutte le varie fasi dello smaltimento dei rifiuti, comprendendo tra queste il conferimento, la raccolta lo spazzamento, la cernita, il trasporto, il trattamento e il deposito temporaneo e definitivo (discarica).

Particolare importanza, sia dal punto di vista normativo che programmatico, è data a queste ultime fasi dello smaltimento. Sono infatti esaminate le diverse possibilità di trattamento comprendendo tra queste non solo trattamenti di innocuizzazione, ammasso, deposito e discarica sul suolo o nel suolo, ma anche tutte quelle operazioni di trasformazione finalizzate al riutilizzo, alla rigenerazione, al recupero ed al riciclo dei rifiuti.

In questa prospettiva, obiettivo fondamentale del D.P.R. 915/82 è quello di pervenire ad una pianificazione economica e territoriale delle attività di smaltimento che permettano una limitazione della produzione dei rifiuti, ed il recupero da essi di materiali ed energia.

I momenti attuativi di questa normativa, sono affidati alle Regioni, alle

quali insieme ai compiti di natura prettamente organizzativa, tra i quali, ricordiamo, la redazione dei piani di organizzazione dei servizi di smaltimento dei rifiuti, sono affidati anche i compiti di natura precettiva.

Le diverse competenze normative, autorizzatorie e di controllo sono distribuite tra Regioni, Comuni e Province.

Le diverse attività di smaltimento sono regolamentate in modo differente a secondo delle caratteristiche dei rifiuti e della loro provenienza.

I rifiuti sono classificate dal D.P.R. 915/82 in urbani, speciali, tossici e nocivi.

In relazione appunto al tipo di rifiuti, sono regolamentate le diverse fasi di smaltimento stabilendo per esse norme specifiche e tutta una serie di autorizzazioni indispensabili al loro svolgimento.

Il D.P.R. 915/82 dà particolare rilievo all'attività di discarica, per la quale prevede norme specifiche, in relazione al tipo di rifiuto smaltito (artt. 10 e 16) ed in relazione al soggetto che svolge tale attività e se questa sia svolta in conto proprio o per conto terzi, contemplando al riguardo anche un regime sanzionatorio differenziato.

Il D.P.R. prevede anche disposizioni finanziarie riguardanti le agevolazioni per tutti quei soggetti che intraprendono attività di smaltimento rifiuti e le modalità per la definizione e la riscossione della tassa dovuta dai cittadini per il pagamento del servizio di smaltimento dei rifiuti urbani ad essi prestato. La disciplina dello

smaltimento è completata da una serie di disposizioni finali e da una normativa sanzionatoria sia penale che amministrativa.

Le norme contenute nel D.P.R. 915/82 sono però divenute operanti, e certamente in modo solo parziale, soltanto dopo l'emanazione della deliberazione del Comitato Interministeriale del 27 luglio 1984 contenente le disposizioni per la prima applicazione dell'articolo 4.

Questa deliberazione emanata il 13 settembre 1984 contiene la normativa tecnica statale di attuazione del D.P.R. 915/82.

Le competenze demandate allo Stato e sviluppate nella delibera 27 luglio 1984, emanata il 13/3/84, sono numerose, comprendendo sia l'aspetto tecnico scientifico che quello amministrativo della classificazione dei rifiuti, delle tecniche di smaltimento e delle procedure per le autorizzazioni.

Si passa infatti dalle raccomandazioni vincolanti a cui ci si dovrà attenere obbligatoriamente, ai criteri generali rappresentati cioè solo da principi vincolanti, che pur lasciando libere le scelte operative e puntuali (ad esempio le metodologie tecniche da seguire nello smaltimento, le procedure amministrative da adottare nelle autorizzazioni ecc.) che saranno sviluppate dalle Regioni, dovranno essere comunque fatti salvi.

Notevoli sono anche le implicazioni economiche che l'applicazione di tali disposizioni ha comportato per i produttori dei rifiuti ed in particolare per il sistema produttivo italiano; e quindi la rilevanza politica oltre che tecnica di tale normativa. Elementi fondamentali della nuova normativa sono il criterio adottato per la

classificazione dei rifiuti, le direttive per la utilizzazione degli impianti di smaltimento e i criteri previsti per il controllo delle attività di smaltimento.

Particolare rilievo, nell'ambito della normativa tecnica è dato alla descrizione dei criteri che debbono essere adottati nella progettazione, costruzione e gestione delle discariche (paragrafo 4.2. della delibera 27 luglio 1984), dettagliando le caratteristiche che debbono essere possedute dalle tre categorie di discariche previste, in relazione appunto al tipo di rifiuti che sono destinate a ricevere.

Unici riferimenti precedenti per quanto riguarda gli accertamenti geologici ed idrogeologici necessari all'installazione di un impianto di discarica erano quelli contenuti nel D.M. 21.1.1981 emanato in forza dell'art. della legge 2 febbraio 1974 n. 64, contenente le «Norme tecniche ed istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le descrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione».

Tali norme sono poi state dettagliate nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 21597 del 3 giugno 1981, in cui si prevede che, nel rispetto degli strumenti urbanistici e delle norme vigenti sulla protezione dei corsi d'acqua, sulla salvaguardia del paesaggio e dell'igiene pubblica, la scelta delle aree da destinare a discarica o colmata vada eseguita sulla base di studi geologici, idrogeomorfologici e geotecnici.

Le discariche e le colmate devono essere realizzate sulla base di un progetto che ne stabilisca le dimensioni e le modalità di posa in

opera, indichi i provvedimenti necessari per la conservazione della stabilità nel tempo, tenendo conto anche della futura destinazione dell'area, esamini la stabilità dell'insieme terreno di fondazione-discardica, con particolare riguardo alla stabilità dei pendii e consideri l'influenza sulle opere presenti nei dintorni.

Lo studio idraulico dell'area da destinare a discarica o colmata deve prevedere tutte le opere di raccolta e canalizzazione delle acque superficiali e profonde nonché delle eventuali acque drenate nel tempo dal corpo stesso della discarica.

3.2 Criteri per la classificazione dei rifiuti.

Il D.P.R. 915/82 si era limitato ad individuare le sostanze, (29 famiglie dell'allegato I), la cui presenza nei rifiuti li rendeva classificabili come tossici e nocivi rimandando però allo Stato la determinazione delle quantità delle concentrazioni o in generale delle caratteristiche di tali sostanze in base alle quali i rifiuti che le contengono possono essere classificati tossici e nocivi per l'uomo e/o per l'ambiente.

In attuazione a questa disposizione il Comitato Interministeriale con la delibera 27 luglio 1984 paragrafo 1.2 ha fissato i criteri per la classificazione dei rifiuti tossici nocivi.

Sono rifiuti tossici e nocivi i rifiuti speciali di cui all'art.2 del DPR n.915/82:

- 1) che contengono una o più delle sostanze indicate nella tab. 1.1 della delibera stessa, in concentrazioni superiori ai valori di concentrazione limite (CL) indicati nella tab. stessa;

- 2) che figurano nell'elenco 1.3 della delibera, provenienti da attività di produzione o di servizi, salvo che il soggetto obbligato dimostri che i rifiuti non sono classificabili "tossici e nocivi", ai sensi del precedente punto 1).

Nella delibera del 27 luglio 1984 oltre alla classificazione sopra illustrata finalizzata a stabilire la disciplina autorizzatoria e giuridica a cui i diversi rifiuti, in base alle loro caratteristiche, debbono sottostare, è anche presente un secondo tipo di classificazione utile a stabilire il destino finale cioè il particolare tipo di discarica o di trattamento a cui un determinato rifiuto può essere convogliato.

Sono infatti previsti:

- i rifiuti speciali assimilabili agli urbani ai fini dello smaltimento in **discarica di classe A**;
- i rifiuti speciali assimilabili agli urbani ai fini dello smaltimento in impianti di trattamento di rifiuti urbani;
- i rifiuti speciali assimilabili agli urbani ai fini dell'incenerimento;
- i rifiuti speciali assimilabili ai rifiuti urbani ai fini del loro smaltimento in discarica per rifiuti solidi urbani;
- la classificazione dei rifiuti, in relazione al tipo di discarica a cui possono essere destinati.

3.3 Criteri generali per la richiesta ed il rilascio della autorizzazione.

La normativa tecnica contenuta nella delibera 27 luglio 1984 prevede gli elementi che devono essere contenuti nella domanda di autorizzazione per lo smaltimento dei rifiuti tossici e i criteri che devono essere seguiti dalle Regioni nel rilascio delle autorizzazioni medesime.

I criteri e gli elementi sopra detti si ritiene che siano riferibili, anche se non in modo rigoroso, agli altri tipi di discarica per le quali in ogni caso sarà opportuno avere il massimo delle informazioni utili in sede di domanda, da e precise prescrizioni in sede di autorizzazione.

3.3.1 Domanda di autorizzazione.

Il sottoparagrafo 5.1.2. prevede gli elementi che dovranno essere contenuti nella domanda di autorizzazione allo smaltimento:

a) una relazione contenente:

- la indicazione dei processi tecnologici o comunque delle attività che danno luogo alle tipologie dei rifiuti da smaltire;
- la descrizione delle tipologie e delle quantità massime dei rifiuti che possono essere smaltiti;
- la indicazione dei sistemi, degli impianti e dei mezzi tecnici di smaltimento presi in considerazione come possibili soluzioni e la descrizione dei criteri in base ai quali sono state effettuate le scelte;
- la descrizione delle caratteristiche costruttive e di funzionamento dei sistemi, degli impianti e dei mezzi tecnici prescelti;
- la indicazione della localizzazione degli impianti di smaltimento e delle caratteristiche dei siti da essi interessati;
- la descrizione delle misure previste per contenere i rischi per la salute dell'uomo e per l'ambiente connessi alle attività di smaltimento;

b) progetti ed elaborati tecnici riguardanti gli impianti ed i mezzi tecnici dei quali è previsto l'utilizzo nelle varie fasi di smaltimento.

c) Piano per la bonifica a fine esercizio delle aree interessate, nel caso di autorizzazione allo stoccaggio provvisorio ed al trattamento.

- d) Piano di sistemazione e recupero di cui al par. 4.2., nel caso di autorizzazione allo stoccaggio definitivo.
- e) Indicazione del nominativo del direttore tecnico responsabile, che deve essere laureato o diplomato in discipline tecnico-scientifiche, per qualsiasi impianto di smaltimento.

Le indicazioni che potrebbero essere riportate nelle domande di autorizzazione possono schematizzarsi in generale come segue:

- ubicazione dell'impianto;
- caratteristiche dei rifiuti da smaltire;
- quantità massima di rifiuti da smaltire nell'anno;
- natura e principi di funzionamento della tecnologia di smaltimento adottata;
- progetto dettagliato dell'impianto e di tutte le sue unità operative;
- caratteristiche dei sistemi di contenimento e delle opere di protezione contro gli agenti meteorici;
- natura, quantità e caratteristiche degli effluenti ottenuti e degli eventuali prodotti recuperati;
- destinazione prevista per gli effluenti e per gli eventuali prodotti recuperati;
- destinazione finale prevista per l'area.

In particolare per le discariche il progetto dovrà comprendere:

- esatta ubicazione e delimitazione della discarica con la individuazione e la descrizione del comprensorio servito e della viabilità utilizzata, la valutazione della popolazione residente permanentemente o temporaneamente, lo stralcio del documento urbanistico del comune di appartenenza e di quelli limitrofi se la discarica è posta a meno di 2 Km dai loro confini, la corografia aggiornata in scala 1: 25.000 con la localizzazione dell'area, il piano quotato aggiornato dell'area nella situazione originaria in scala non inferiore ad 1: 2.000;

- indicazione dei tipi ed i quantitativi di massima dei rifiuti che possono essere scaricati con la valutazione dei quantitativi e dei tipi prodotti nell'area servita;
- studio geologico dell'area comprendente la discarica, compendiato da una cartografia commisurata alle dimensioni progettuali della discarica stessa e comunque in scala non inferiore a 1: 5.000; la descrizione delle opere necessarie per la sistemazione e la preparazione del terreno da destinare a discarica e delle eventuali opere di impermeabilizzazione; lo studio dovrà inoltre approfondire le seguenti tematiche:
 - situazione litologica per l'accertamento della portanza e della impermeabilità dei terreni, nonché della disponibilità dei terreni scelti necessari alla gestione del deposito dei rifiuti sul suolo;
 - situazione idrogeologica per verificare la protezione delle falde sottostanti e circostanti dagli inquinamenti, con indicazione del massimo livello raggiungibile dalle falde e della localizzazione dei piezometri di controllo;
 - situazione climatico-meteorologica, anche ai fini del bilancio idrologico e del regime idraulico dell'area prescelta per lo stoccaggio dei rifiuti;
 - situazione geomorfologica dell'area prescelta e di quelle circostanti entro un raggio adeguato dal perimetro dell'impianto, ai fini del riconoscimento delle condizioni di sicurezza per quanto si riferisce alla stabilità dei versanti e al rischio di alluvionamenti;
- progetto generale completo di planimetria in scala 1:500 con sezioni in scala adeguata, con l'indicazione della viabilità interna principale, la sistemazione e l'eventuale canalizzazione di piccoli corsi d'acqua prossimi alla discarica, la descrizione e la localizzazione delle opere di drenaggio, raccolta e depurazione delle acque, nonché dei pozzi di prelievo del percolato e di controllo della falda, la descrizione dettagliata del sistema di impermeabilizzazione del fondo, delle pareti e della superficie superiore se questo è previsto; da particolari in scala non inferiore a 1:200 del sistema di drenaggio dei pozzetti di intercettazione degli eventuali serbatoi di accumulo e del sistema di depurazione se realizzati in discarica;

- modalità e cautele da osservare per l'esercizio della discarica, in particolare per quanto riguarda la tutela delle acque di falda interessate, comprendenti il piano di fondazione con indicazione dei settori e degli strati di rifiuti da deporre successivamente e con il progetto di massima degli impianti e delle opere complementari;
- indicazione della durata massima dell'esercizio della discarica valutata come rapporto tra il volume disponibile ed i volumi interrati annualmente;
- modalità di ricopertura della discarica esaurita con indicazione dettagliata delle opere previste per la sistemazione del suolo ed uno studio che indichi le caratteristiche naturalistiche dell'area interessata e precisi le misure necessarie per minimizzare l'impatto ambientale della discarica;
- possibili destinazioni del terreno dopo l'esaurimento e la copertura della discarica;
- un piano di post-chiusura, con riferimento ad un tempo determinato ritenuto idoneo dalla Regione, che preveda:
 - 1)il mantenimento dell'integrità della copertura finale;
 - 2)il mantenimento in funzione del sistema di raccolta ed allontanamento e, ove esiste, di trattamento del percolato;
 - 3)il mantenimento in efficienza del sistema di raccolta del biogas;
 - 4)la conservazione dei riferimenti posti nella discarica per l'individuazione dei vari tipi di rifiuti stoccati;
 - 5)la limitazione del libero accesso alla discarica in relazione alla destinazione d'uso dell'area.

3.4 TIPI DI DISCARICA

3.4.1 Classificazione in base ai processi di degradazione.

In base ai processi di biodegradazione che si intende far instaurare nelle discariche, queste possono essere classificate in:

- discarica aerobica;
- discarica anaerobica;
- discarica aerobica-anaerobica.

A) DISCARICA AEROBICA

Perchè vengano garantite le condizioni di aerobiosi, ossia venga garantita la circolazione dell'aria in tutta la massa dei rifiuti depositati, occorre che questi ultimi vengano disposti in strati di modesto spessore e non siano costipati, ed è necessario utilizzare materiali di copertura permeabili all'aria (sabbia, ghiaia, detriti di laterizi, ecc.).

Con il sistema dell'aerobiosi, la stabilizzazione dei rifiuti avviene in tempi brevi (con conseguente rapido recupero dell'area) e non si hanno inconvenienti legati agli odori sgradevoli perchè con i processi aerobici si ottengono prevalentemente CO₂ e H₂O. D'altra parte il sistema presenta notevoli inconvenienti: si hanno difficoltà nel mantenere condizioni di aerobiosi, si sfruttano meno le capacità del sito di accogliere i rifiuti (questi possono essere compatti), non può essere sfruttato il potere calorifico dei rifiuti perchè non viene prodotto il metano.

In processo dell'aerobiosi per essere completamente applicato, necessita di aree di elevata capacità; questa condizione è causa di notevoli problemi specie nelle zone urbane e extraurbane perchè è ormai difficile, se non impossibile, reperire aree idonee.

B) DISCARICA ANAEROBICA

Non devono garantire la circolazione dell'aria nelle masse dei rifiuti deposti, questi possono essere costipati anche a elevate pressioni.

Con i processi anaerobici, se opportunamente condotti, si possono ottenere elevate quantità di metano che può essere utilizzato dal punto di vista energetico. In questo caso vanno adottate tutte le misure per avere una maggiore produzione di gas, sia utilizzando strati di copertura costituiti da materiali a bassa permeabilità per impedire la penetrazione dell'aria nella massa di rifiuti, sia mantenendo un idoneo grado di umidità (45÷55%) mediante sistemi di ritenzione o di ricircolo del percolato. Per favorire la digestione anaerobica, inoltre si può intervenire inoculando una

apposita carica batterica e aggiungendo sostanze quali azoto e fosforo. Queste operazioni potrebbero essere ugualmente garantite aggiungendo ai rifiuti i fanghi che derivano dagli impianti di trattamento dei liquami urbani. Nel caso che non sia economico raccogliere il gas, si utilizzeranno materiali di copertura permeabili che favoriranno la fuoriuscita del metano evitando, in tal modo, i rischi di esplosione (una eventuale idonea rete di sfiato consentirebbe un sicuro smaltimento del gas nell'atmosfera).

Sia per necessità di spazio, sia per economia di costi, sono attualmente diffuse le discariche che favoriscono la degradazione anaerobica.

C) DISCARICA AEROBICA-ANAEROBICA

Si sistemano i rifiuti come indicato per le discariche aerobiche e dopo un periodo di due o tre mesi (prima che le sostanze organiche siano eccessivamente degradate), si procede alla loro compattazione per favorire i processi anaerobici. Sui rifiuti si dispone un altro strato di rifiuti con la tecnica che consente l'aerobiosi e procede come sopra.

Con questo sistema si possono combinare i vantaggi ottenuti dai due sistemi sopra descritti.

3.4.2 Classificazione in base allo sviluppo in accordo con la morfologia del terreno.

Mentre in passato erano utilizzate quasi esclusivamente aree in depressione generalmente degradate, attualmente, crescendo il fabbisogno di nuove aree, è nata l'esigenza di utilizzare aree di tipo diverso.

In base alla morfologia dell'area da utilizzare per lo sviluppo delle discariche, queste possono essere classificate in discariche in depressione, discariche in rilevato, discariche su pendio.

A) DISCARICHE IN DEPRESSIONE.

Possono essere utilizzate depressioni del terreno naturali o artificiali. Tra quelle artificiali le più utilizzate sono le cave di argilla, ma il crescente fabbisogno di aree disponibili ha portato a considerare anche le cave di sabbia e di ghiaia per le quali occorre procedere alla impermeabilizzazione artificiale e alla raccolta delle acque filtrate attraverso i rifiuti.

Il metodo della discarica in depressione offre il vantaggio che può consentire il recupero di depressioni naturali o artificiali degradate.

Le discariche a trincea sono un esempio di discarica in depressione artificiale.

Il terreno da utilizzare viene diviso in settori che sono appositamente scavati in altrettante trincee indipendenti caratterizzate generalmente dalle seguenti misure: 25 m di larghezza, 100 m di lunghezza, 4 o 5 m di altezza (fig. 17).

Le dimensioni variano, comunque, in funzione delle esigenze locali; la profondità dipende ovviamente, dalla presenza di falde e dalle caratteristiche del terreno.

Il materiale di scavo è posto lungo la trincea stessa e consente di realizzare la copertura finale della discarica. Il riempimento viene attuato per strati di rifiuti successivi di spessore sottile (0,50 m) ricoperti giornalmente da materiali inerti.

Fig.17 In A, esempio di discarica in depressione: discarica a trincea; in B, esempio di discarica in rilevato: discarica a diga.

Durante il riempimento della trincea, al fine di non interrompere le operazioni di scarico, è necessario procedere allo scavo di una seconda trincea vicina e parallela alla prima; procedendo in tal modo si ottiene una successione di trincee parallele separate da diaframmi di terreno naturale. Il vantaggio della tecnica in trincea sta nel fatto che i rifiuti vengono rapidamente coperti e che l'impiego del materiale di scavo delle successive trincee elimina il problema della ricerca del materiale di ricoprimento.

B) DISCARICHE IN RILEVATO.

Questo metodo richiede operazioni preparatorie più semplici di quelle usate per la tecnica in trincea perchè non richiede scavi. Le discariche in rilevato generalmente vengono attuate in prosecuzione delle discariche in depressione e in pendio e sono state scelte se non disturbano il paesaggio (figg. 18 e 19).

la loro scelta è obbligata in caso di aree con falde superficiali, ma è necessario, in tal caso, impermeabilizzare il fondo.

Particolare discarica in rilievo è la discarica a diga.

Il metodo consiste nel dividere l'area da utilizzare in differenti settori tramite l'innalzamento di dighe periferiche costituite da materiale inerte, di preferenza impermeabile (fig. 17).

Come per il metodo a trincee si deve preparare un settore, prima che venga completamente riempito quello in cantiere. Il procedimento di conduzione è uguale a quello riportato nel metodo a trincee.

Fig.18 Discarica realizzata sotto il livello originario di un terreno piano.

Fig.19 Discarica realizzata sul piano originario in un terreno in pendio.

Le dighe periferiche devono penetrare nel suolo per una profondità di 80-100 cm.

C) DISCARICHE SU PENDIO.

I rifiuti sono disposti in strati inclinati e modellati alla morfologia del pendio oppure in strati disposti entro gradoni trasversali (figg. 20,21,22,23).

Fig.20 Discarica in pendio (vallicola collinare).

Fig.21 Discarica su pendio (versante disposto entro gradoni trasversali).

Fig.22 Discarica realizzata in una valle che costituisce i tre lati del bacino di contenimento.

Fig.23 Sezione longitudinale tipica di una discarica realizzata in una valle con il dettaglio degli strati.

3.4.3 Classificazione in base al metodo di gestione.

In base al metodo di gestione, le discariche possono essere classificate in tradizionali, costipate, con prefrantumazione e disposte in balle .

A) DISCARICA TRADIZIONALE.

I rifiuti vengono disposti in strati successivi di limitato spessore, accuratamente livellati, con fronte e fianchi poco inclinati. I rifiuti, man mano depositati, vengono sottoposti a lavori di sistemazione e compattamento per quel tanto che occorre ad evitare la formazione di vuoti nella massa e ad evitare la creazione di scarpate laterali non sufficientemente consolidate. Infatti il processo di biodegradazione richiesto dalla discarica tradizionale è quello aerobico, per cui si deve favorire la circolazione dell'aria attraverso gli strati dei rifiuti; ciò si ottiene disponendo questi ultimi in spessori modesti (2 m circa) senza procedere a compattamento. Per evitare la formazione di vuoti è necessario disporre il materiale voluminoso sul fondo della discarica dopo essere stato accuratamente schiacciato. Al termine della giornata lavorativa, le superficie sono ricoperte da 10-30 cm di terra o di altro materiale idoneo permeabile all'aria e all'acqua, provvedendo a formare uno strato omogeneo e continuo. Tuttavia, in caso di presenza di rifiuti speciali, conviene preferire materiale di copertura impermeabile disposto in strati inclinati per facilitare il ruscellamento delle acque sulla superficie della discarica e ridurre in tal modo la percolazione tra i rifiuti.

Il materiale di copertura da utilizzarsi non deve aprire fessure nella stagione secca e non deve formare fango liquido nella stagione piovosa. La terra vegetale è spesso troppo argillosa e può essere

usata soltanto nella copertura finale; il materiale sabbioso è il più adatto ma è costoso e difficile da disporre; si può utilizzare anche un qualsiasi materiale non argilloso miscelato con scorie di inceneritori o con vecchi rifiuti opportunamente vagliati.

La realizzazione della copertura impedisce l'emanaione di odori sgradevoli e la fuoriuscita delle larve di mosche; diminuisce inoltre i rischi di incendio.

Per assicurare la condizione di una discarica tradizionale è sufficiente l'utilizzazione di caricatori su catena o di ruspe.

La discarica controllata dei rifiuti di tipo tradizionale offre i seguenti i seguenti vantaggi e svantaggi potenziali.

Tra i *vantaggi* si ricorda:

- semplicità e facilità di gestione;
- investimento iniziale e costi operativi bassi;
- operatività in tempi brevi;;
- si può recuperare il terreno;
- si può ricevere ogni tipo di rifiuto eliminando la cernita a monte.

Tra gli *svantaggi* si possono schematizzare i seguenti:

- si devono osservare con scrupolo le norme igieniche perchè non si degeneri in una discarica libera;
- difficoltà nel reperire nuove aree;
- l'abbondante percolamento può causare inquinamento alle sorgenti idriche;
- può prodursi metano con pericolo di incendi o di esplosioni;
- difficoltà di reperire notevoli quantità di copertura;

- è escluso il recupero di materiale.

B) DISCARICA COSTIPATA.

Il metodo è diffuso nelle medie e grandi discariche e consiste nell'utilizzare per lo spandimento e il compattamento dei rifiuti, i compattatori-spanditori che lavorano su strati sottili di 30÷50 cm di spessore e consentono un compattamento spinto dei rifiuti (densità compresa tra 0,8 e 1). E' necessario utilizzare anche un caricatore con cucchiaia frontale idoneo alla preparazione del terreno e al ricoprimento. Il metodo della discarica compattata favorisce i processi anaerobici caratterizzati da lenta biodegradazione delle sostanze organiche e dalla produzione di metano e gas maleodoranti.

La compattazione spinta permette di ridurre i pericoli di sparpagliamento ed è quindi sufficiente un semplice spargimento giornaliero di materiale di ricoprimento, anche perchè il grado di compattamento rende difficili la penetrazione e proliferazione delle mosche e dei roditori e riduce i pericoli di incendio. Per contro, il compattamento rende relativamente impenetrabili gli strati di rifiuti per cui è difficile la circolazione dell'acqua necessaria al metabolismo dei batteri anaerobi.

I veicoli di raccolta e trasporto dei rifiuti possono tranquillamente circolare sui rifiuti compattati.

L'aumento della quantità dei rifiuti da eliminare, l'aumento del numero di confezioni ingombranti, la difficoltà di reperire siti vicini agli abitati hanno favorito lo svilupparsi delle discariche compattate.

Infatti queste ultime, rispetto alle discariche tradizionali, presentano i seguenti vantaggi:

- diminuzione del problema di reperire i materiali di copertura;
- facoltà di circolare velocemente sulla discarica anche con mezzi pesanti;
- notevole riduzione dei rifiuti e quindi maggiore durata di vita del sito;
- aspetto ordinato;
- riduzione degli inconvenienti legati allo sparpagliamento.

C) DISCARICA CON RIFIUTI PREFRANTUMATI.

Questa tecnica consiste nel frantumare, sminuzzare, omogeneizzare i rifiuti con appositi trituratori e nello spargerli in discarica con caricatori su pneumatici, eventualmente dopo essere stati sottoposti a fermentazione in particolari cumuli.

La frantumazione è attuata con i mulini a martello, i mulini a griglia, i mulini a mola.

I *mulini a martello* sono i macchinari più usati per frantumare i rifiuti solidi urbani: una serie di martelli metallici articolati e collegati a un rotore, ruota a grande velocità colpendo i rifiuti che sono introdotti nella macchina; una griglia posta sotto i rotori trattiene gli oggetti fino a quando non sono ridotti alle dimensioni desiderate. I rifiuti non triturabili sono espulsi automaticamente.

Nei *mulini a griglia*, una serie di martelli fissi applicati al rotore ruota a grande velocità schiacciando e frantumando i rifiuti contro una griglia a barre intercambiabili; anche nei mulini a griglia i rifiuti non triturabili sono espulsi automaticamente.

Nei *mulini a mola*, i martelli sono sostituiti da dischi rotanti tra i quali sono inserite ruote a stella che tagliano e sminuzzano i rifiuti.

Per i rifiuti urbani ordinari che comprendono anche mobili, gomme per automobili e legname, oltre al materiale leggero e poco ingombrante, viene preferito l'uso di macchinari da servizio medio: 25 Hp/ton * ora.

Con la frantumazione dei rifiuti solidi urbani scompaiono i vuoti nei cumuli ed è possibile formare un ammasso denso e omogeneo, facilmente compattabile (è sufficiente la circolazione dei veicoli di trasporto ad operare un sufficiente compattamento). Inoltre, la densità dei rifiuti triturati aumenta anche a seguito dei processi di degradazione che, in questo caso, sono di tipo aerobico. Con la discarica prefrantumata è possibile raggiungere la densità 1. Un tritato dell'ordine di grandezza di 50 mm dà buoni risultati, mentre un tritato di 80 mm non dà risultati soddisfacenti dal punto di vista estetico. I rifiuti ingombranti e non frantumabili possono essere disposti con particolari cautele sul fondo della discarica e quindi riempiti con il tritato. I rifiuti triturati non attirano mosche e roditori perchè gli elementi frazionati in piccoli elementi e diffusi nella massa, sono poco accessibili e vanno rapidamente incontro alla degradazione.

Per questo tipo di discarica è sufficiente un leggero strato di copertura, anche perchè sono ridotti i pericoli di incendio.

I rifiuti triturati possono essere messi a discarica subito dopo la frantumazione e dopo essere stati sottoposti ad idoneo trattamento di degradazione.

Nel primo caso, per consentire la biodegradazione aerobica, è necessario disporre il triturato in strati sottili di 50 cm di spessore e bisogna attendere almeno due o tre mesi prima di disporre un nuovo strato, onde consentire la completa stabilizzazione dei rifiuti sistemati nello strato precedente. Per lo stesso motivo non è consentita la circolazione di veicoli sullo strato per almeno due mesi dopo la posa.

Trascorso detto periodo di tempo, allorchè la temperatura scende sotto i 40 °C , si può sottoporre a costipazione lo strato e vi si può aggiungere un altro strato.

Nel caso si voglia porre in discarica un triturato già stabilizzato, si deve disporlo in cumuli e attendere 2 o 3 mesi per consentire la degradazione (saranno effettuati in questo periodo di tempo 2 o 3 rivoltamenti); dopo di che si può porre in discarica senza particolare precauzioni dato che il triturato è ormai stabile.

I vantaggi che la discarica con prefrantumazione dei rifiuti offre nei confronti delle discariche tradizionali e costipate, possono essere così schematizzate:

- notevole prolungamento della durata della vita della discarica;
- degradazione rapida delle sostanze organiche biodegradabili (migliora la gestione della discarica);
- aspetto soddisfacente della massa dei rifiuti durante la messa in opera;
- utilizzazione facile e sistemazione agevole;

- costi di gestione bassi;
- notevole potere assorbente e filtrante che limita la quantità del percolato;
- difficoltà di incendi;
- difficoltà di dispersione dei rifiuti;
- primo gradino verso il recupero delle risorse.

Si deve tener presente, tuttavia, che una discarica con prefrantumazione dei rifiuti esige, a monte, l'installazione del trituratore; il che comporta costi di trattamento più elevati considerato che l'apparecchiatura va facilmente in blocco e richiede una frequente sostituzione dei suoi componenti (in particolare, i martelli si consumano rapidamente). A svantaggio di questo tipo di impianto sta il fatto che il macchinario è pericoloso per gli addetti dei lavori a causa degli oggetti volanti e delle esplosioni interne al macchinario che si possono verificare e delle rumorosità.

Nella tab.46 è riportato in forma schematica, un confronto tra le discariche tradizionali, costipate e con prefrantumazione.

D) DISCARICA CON RIFIUTI DISPOSTI IN BALLE

L'imballaggio dei rifiuti solidi è un metodo di riduzione del volume di questi ultimi che si attua sottoponendoli ad elevata pressione. Vengono utilizzate apposite presse simili a quelle per gli scarti metallici che consentono di realizzare balle di 1 mc circa, con densità dei rifiuti uguale a 1.

Praticamente vengono eliminate dai rifiuti aria ed acqua. Non è necessario legare le balle e non è necessario sottoporre i rifiuti a pretrattamento.

Potrebbero essere utilizzate pressatrici agricole da fieno, ma le balle dovrebbero essere legate per trattenere i rifiuti che, inoltre, dovrebbero essere sminuzzati prima dell'imballaggio.

Tab.46 Confronto tra alcuni tipi di discarica controllata classificati in base al metodo di gestione.

L'applicazione del metodo richiede un elevato costo iniziale per l'acquisto di presse di grandi capacità.

Non sono disponibili molti dati che possono garantire la economicità del metodo. Questo potrebbe essere praticato vantaggiosamente in città con oltre 400 t/g di rifiuti che non hanno a disposizione aree idonee e vicine, per cui sarebbero inevitabili lunghi trasporti.

Le balle vengono accatastate nel sito prescelto con l'aiuto di un carrello mobile elevatore, praticamente senza limite di altezza; ogni 3 metri si assicura il livellamento con una copertura di terra spessa una decina di centimetri (fig.24).

Fig.24 Discarica di rifiuti disposti in balle

I vantaggi offerti dell'imballaggio dei rifiuti solidi possono essere così schematizzati:

- maggiore economicità del trasporto che può effettuarsi con relativa facilità anche per lunghe distanze;
- maggiore praticità nel sistemare il sito;
- maggiore igenicità (la mancanza di aria e di acqua fa sì che non vi siano notevoli processi di fermentazione con formazione di gas maleodoranti);
- assestamento minimo dei rifiuti;
- recupero immediato dell'area;
- maggiore aspetto estetico;
- riduzione dei costi operativi della discarica;
- massima utilizzazione degli spazi a disposizione.

3.4.4 Classificazione in base alla normativa vigente.

La deliberazione del 27 luglio 1984, classifica (paragrafo 4.2.) le discariche in relazione alle loro caratteristiche geologiche e idrologiche, ai mezzi tecnologici e alle misure di protezione ambientale adottate nella costruzione o gestione; in ogni tipo di impianto possono essere smaltite specifiche categorie di rifiuti (tab.47).

Tab.47 Classi di rifiuti ammessi ai diversi tipi di discarica previsti dalla normativa tecnica.

A) DISCARICHE DI PRIMA CATEGORIA.

Sono impianti di stoccaggio nei quali possono essere smaltiti:

- rifiuti solidi urbani;
- rifiuti speciali assimilati agli urbani;
- fanghi non tossici e nocivi ai sensi del paragrafo 1.2., stabilizzati, derivanti dagli impianti di depurazione delle acque di scarico provenienti esclusivamente da insediamenti civili, come definiti alla lettera *b)* dell'art. 1-*quater* della legge 8 ottobre 1976, n. 690, nonchè fanghi con caratteristiche analoghe ai precedenti.

B) DISCARICHE DI SECONDA CATEGORIA.

Sono impianti di stoccaggio definitivo sul suolo o nel suolo che, a seconda delle caratteristiche dei rifiuti da smaltire, devono rispettare i requisiti tecnici minimali appresso indicati.

II. Discariche di Tipo A

Sono impianti di stoccaggio definitivo nei quali possono essere smaltiti soltanto rifiuti inerti di seguito elencati:

- sfridi di materiali da costruzione e materiali provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi;
- materiali ceramici cotti;
- vetri di tutti i tipi;
- rocce e materiali litoidi da costruzione.

II .Discariche di Tipo B

Sono impianti di stoccaggio definitivo nei quali possono essere smaltiti rifiuti sia speciali che tossici e nocivi, tal quali o trattati, a condizione che non contengano sostanze appartenenti ai gruppi 9 ÷ 20 e 24, 25, 27 e 28 dell'allegato al decreto del Presidente della Repubblica n. 915/1982 in concentrazioni superiori a valori corrispondenti ad 1/100 delle rispettive CL determinate ai sensi del par. 1.2. punto 1), e che, sottoposti alle prove di coesione di cui al par. 6.2., diano un eluato conforme ai limiti di accettabilità previsti dalla tabella A della legge n.319/1976¹ e successive modifiche per i metalli compresi nell'allegato al D.P.R. n. 915/1982.

Se le caratteristiche di permeabilità del suolo danno sufficienti garanzie, ossia è verificato, attraverso

¹legge per la tutela delle acque (detta legge MERLI)

indagini di natura idraulica, geologica ed idrogeologica, che lo spessore, la permeabilità e le capacità di ritenzione e assorbimento degli strati del suolo interposti tra la massa dei rifiuti e le acque, superficiali e di falda, siano tali da preservare le acque medesime dall'inquinamento, possono essere smaltiti in discariche di tipo *B* anche i rifiuti di cui sopra i cui eluato superi, sino a un massimo di 10 volte, i sopra indicati limiti della tabella A della legge n. 319/1976.

Possono essere inoltre smaltiti in questo tipo di impianto rifiuti contenenti polveri o fibre libere di amianto in concentrazione non superiori a 10.000 mg/Kg.

II Discariche di Tipo C

Sono impianti di stoccaggio definitivo nei quali possono essere smaltiti, oltre quelli indicati nei punti precedenti del presente paragrafo:

- i rifiuti speciali di cui ai punti 1) e 5) del 4° comma dell'art.2 del decreto del Presidente della Repubblica n. 915/1982; nel caso trattisi di fanghi, questi devono essere stabilizzati e palabili;
- tutti i rifiuti tossici o nocivi tal tali o trattati, ad eccezioni di quelli contenenti sostanze appartenenti ai gruppi 9 ÷ 20 e 24, 25, 27, 28 dell'allegato al decreto del Presidente della Repubblica n. 915/1982 in concentrazioni superiori a 10 volte le rispettive CL.

In ogni caso non possono essere smaltiti in discariche di 2° categoria di Tipo C i seguenti tipi di rifiuti:

- infiammabili, aventi punto di infiammabilità inferiore a 55 °C;
- comburenti;
- in grado di reagire pericolosamente con acqua o con acidi e basi deboli, con sviluppo di gas e vapori tossici e/o infiammabili;
- liquidi;
- ospedalieri e simili, di cui al punto 1.1.3.

C) DISCARICHE DI TERZA CATEGORIA

Sono impianti aventi caratteristiche di sicurezza particolarmente elevate per la protezione dell'ambiente e della salute dell'uomo, nei quali possono essere confinati rifiuti tossici e nocivi contenenti sostanze appartenenti ai gruppi 9 ÷ 20 e 24, 25, 27, 28 di cui all'allegato del D.P.R. n. 915/1982 in concentrazioni maggiore di 10 CL, per i quali non risultino adottabili diversi e adeguati sistemi di smaltimento.

Tali impianti devono assicurare, sia nel periodo di esercizio che dopo la fine dell'esercizio stesso, la possibilità di un adeguato e sicuro accesso sia per l'eventuale recupero di contenitori stoccati sia per consentire le operazioni di controllo.

3.5 LE PICCOLE DISCARICHE

Per essere impiegate vantaggiosamente, le discariche controllate devono trattare un centinaio di tonnellate al giorno di rifiuto solidi urbani.

Tuttavia in molti casi, specie nelle zone rurali, lontano da grossi centri abitati non è possibile raggiungere questi valori e si può essere costretti ad utilizzare discariche molto piccole: da 20 a 100 tonn. al giorno. In questo caso occorre prendere particolare precauzioni nella scelta del sito e nella gestione, al fine di non rendere spropositati i costi per la realizzazione della discarica.

Per quanto riguarda la scelta del sito, si deve tener conto dell'insieme dei criteri che saranno in seguito descritti; è condizione necessaria, però, la presenza nel sito del materiale di copertura che, come è noto, è molto costoso.

La recinzione e il cancello chiudibile sono necessari per non trasformare l'area in una discarica incontrollata di scarichi clandestini; un pannello all'entrata indicherà le ore e i giorni di apertura. Se l'impianto non lavora tutti i giorni, sarà opportuno installare un *container* vicino all'ingresso in modo da potervi depositare oggetti ingombranti, come vecchi mobili o altro materiale, per il successivo smaltimento nella discarica.

I locali non sono indispensabili in ragione della breve durata di tempo del lavoro in discarica (qualche ora al giorno), ma è sufficiente un ricovero da cantiere.

I mezzi mobili incidono notevolmente sul costo per tonnellata di rifiuti da smaltire, per cui è molto importante scegliere bene.

Il caricatore su cingoli è il mezzo da preferirsi nelle piccole discariche controllate di tipo tradizionale perchè assicura un idoneo spandimento, livellamento dei rifiuti e copertura; è anche idoneo a preparare il sito della discarica.

Il compattatore-livellatore dotato di una cucchiaia frontale che assicura il caricamento, è indispensabile nella discarica postipata, ma è meno maneggevole e meno polivalente del caricatore su catena; la sua utilizzazione non si giustificerebbe per discariche che trattano meno di 50÷60 tonn. di rifiuti al giorno.

Come si è appena detto, la messa in discarica di rifiuti solidi urbani di una piccola comunità rappresenta una operazione problematica che si traduce necessariamente con costi proporzionalmente più elevati rispetto a quelli di una grande o media discarica. Il costo di gestione per una discarica che serve una popolazione di 5000÷10000 abitanti, è spesso troppo elevato. Per questo motivo sarà interessante organizzare il servizio a livello intercomunale al fine di raggiungere quella soglia minima per la fattibilità tecnica ed economica della discarica. Nel caso non fosse possibile, sarà opportuno effettuare oculate scelte di gestione. Specialmente i mezzi mobili incidono sull'economia della discarica: si possono acquistare nuovi, usati o si possono prendere in affitto. La prima e la terza soluzione devono essere considerate come eccezionali perchè l'acquisto di una nuova macchina è una soluzione generalmente troppo costosa e perchè il suo affitto deve essere considerato come una soluzione di soccorso, a meno che non si faccia intervenire una ditta che effettui il lavoro con una frequenza coincidente con i giorni di raccolta dei rifiuti e di deposito in discarica. Una scelta opportuna sarebbe quella di acquistare un mezzo di occasione.

Per quanto riguarda il personale, sono più che sufficienti un conduttore e un operaio-guardiano.