

Copyright © Ulrico Hoepli Editore S.p.A. 2000  
via Hoepli 5, 20121 Milano (Italy)

Tutti i diritti sono riservati a norma di legge  
e a norma delle convenzioni internazionali

ISBN 88-203-2506-3

Ristampa:

4 3 2 1 0

2000 2001 2002 2003 2004

Copertina realizzata da MN & CG S.r.l., Milano

Realizzazione editoriale: Studio Venturini S.r.l., Laverda (Vicenza)

Stampato da Legoprint S.p.A., Lavis (Trento)

Printed in Italy

## Indice

### Premessa

<b>1</b>	<b>Introduzione.....</b>	<b>1</b>
1.1	Cosa sono i rifiuti.....	1
1.2	Situazione italiana.....	3
1.2.1	Produzione dei rifiuti.....	3
1.2.2	Trattamento dei rifiuti.....	5
1.2.3	Raccolta differenziata e riciclo dei rifiuti.....	7
<b>2</b>	<b>Normativa.....</b>	<b>13</b>
2.1	Normativa vigente.....	13
2.2	Classificazione dei rifiuti.....	14
2.2.1	Rifiuti urbani.....	16
2.2.2	Rifiuti speciali.....	16
2.2.3	Rifiuti pericolosi.....	17
2.3	Attività di gestione previste dal D.Lgs.22/97.....	17
2.3.1	Smaltimento (all. B, D.Lgs. 22/99).....	17
2.3.2	Recupero (all. C, D.Lgs. 22/99).....	19
2.4	Autorizzazioni, iscrizioni e procedure semplificate.....	20
2.4.1	Procedure normali.....	20
2.4.2	Procedure semplificate.....	22
2.5	Bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati.....	23
2.5.1	Limiti di accettabilità.....	24
2.5.2	Adempimenti in caso di contaminazione.....	24
2.5.3	Sistema di censimento della situazione nazionale... ..	25
2.6	Adempimenti e sanzioni.....	26
2.6.1	Adempimenti in materia di gestione dei rifiuti.....	26
2.6.2	Sistema sanzionatorio.....	26
2.7	Direttiva 1999/31/CE del Consiglio, del 26 aprile 1999, relativa alle discariche di rifiuti.....	26
2.7.1	Principali novità introdotte dalla Direttiva.....	37

2.7.1.1	Una nuova classificazione delle discariche .....	37	3.3	Indagini della fase progettuale.....	57
2.7.1.2	Fissazione di obiettivi di riduzione della quota di rifiuti urbani "biodegradabili" ammessi a discarica .....	37	3.3.1	Ubicazione .....	58
2.7.1.3	Obbligo di trattamento preventivo dei rifiuti prima della loro messa a dimora .....	38	3.2.2	Suolo e sottosuolo .....	58
2.7.1.4	Divieto dello smaltimento in discarica dei pneumatici usati.....	38	3.3.2.1	Indagini indirette: rilievi geofisici.....	61
2.7.1.5	Aumento del costo dello smaltimento in discarica .....	39	3.3.2.2	Indagini dirette: sondaggi meccanici.....	65
2.7.1.6	Disposizioni più restrittive per le discariche esistenti.....	39	3.3.2.3	Prelievo di campioni da scavi e perforazioni di sondaggio .....	68
2.7.1.7	Requisiti generali per una discarica.....	40	3.3.2.4	Prove di laboratorio.....	69
2.7.2	Richiesta, condizioni e contenuti dell'autorizzazione .....	40	3.3.3	Acque sotterranee.....	70
2.7.2.1	Richiesta di autorizzazione .....	40	3.3.3.1	Determinazione del coefficiente di permeabilità in sito.....	81
2.7.2.2	Condizioni per il rilascio dell'autorizzazione .....	41	3.3.3.2	Qualità delle acque di falda .....	88
2.7.2.3	Contenuto dell'autorizzazione.....	41	3.3.4	Acque superficiali.....	91
2.7.3	Requisiti generali riguardanti tutte le classi di discariche .....	42	3.3.5	Aria .....	92
2.7.3.1	Ubicazione del sito .....	42	3.3.5.1	Indagini meteorologiche.....	92
2.7.3.2	Controllo delle acque e gestione del percolato .....	42	3.3.5.2	Analisi dei dati di precipitazione .....	93
2.7.3.3	Protezione del suolo e delle acque .....	43	3.3.5.3	Qualità dell'aria .....	93
2.7.3.4	Controllo del biogas .....	44	3.3.6	Vegetazione .....	94
2.7.3.5	Disturbi e rischi.....	44	3.4	Studio per la valutazione di impatto ambientale.....	94
2.7.3.6	Stabilità del sito.....	45	<b>4</b>	<b>Criteri di progettazione.....</b>	<b>99</b>
2.7.3.7	Recinzione del sito .....	45	4.1	Introduzione .....	99
2.7.4	Procedure per la fase di smaltimento e di chiusura dell'impianto .....	45	4.2	Criteri generali di progettazione .....	100
2.7.4.1	Procedure di ammissione dei rifiuti .....	45	4.3	Problemi di stabilità .....	101
2.7.4.2	Procedure per la fase di chiusura .....	46	4.3.1	Cedimenti del terreno di fondazione .....	102
2.7.5	Procedure di controllo e monitoraggio.....	46	4.3.1.1	Capacità portante.....	103
2.7.5.1	Dati meteorologici.....	47	4.3.1.2	Infiltrazioni e pressioni idrostatiche.....	105
2.7.5.2	Dati sulle emissioni: acqua, percolati e biogas .....	47	4.3.2	Stabilità dei versanti .....	105
2.7.5.3	Protezione delle acque di falda .....	48	4.3.3	Stabilità dell'accumulo dei rifiuti .....	107
2.7.5.4	Topografia del sito: dati sull'accumulo dei rifiuti in discarica .....	49	4.4	Problemi connessi alla circolazione dei fluidi.....	108
<b>3</b>	<b>Indagini preliminari.....</b>	<b>51</b>	4.4.1	Barriere impermeabilizzanti.....	108
3.1	Scelta del sito o valutazione del sito prescelto.....	51	4.4.1.1	Messa in opera di un telo impermeabile ..	111
3.2	Indagini della fase conoscitiva.....	52	4.4.2	Sistemi di drenaggio per percolati .....	113
			4.4.3	Sistema di raccolta del biogas.....	115
			4.5	Sistemazione finale e recupero dell'area.....	119
			4.5	Attività gestionale.....	124
			<b>5</b>	<b>Sistemi di monitoraggio delle discariche.....</b>	<b>125</b>
			5.1	Rischi ambientali connessi alle discariche .....	125
			5.2	Tipi di monitoraggio .....	126
			5.3	Verifica dell'integrità delle geomembrane di impermeabilizzazione.....	127
			5.4	Cedimenti differenziali del fondo della vasca .....	130
			5.4.1	Assestimetri elettropneumatici .....	131
			5.4.2	"Profile gauge".....	131

5.5	Perdite da serbatoi interrati e collettori vari.....	132
5.6	Drenaggio dei percolati .....	134
5.6.1	Stazioni di misura delle portate del percolato .....	134
5.6.2	Strumentazioni di sorveglianza .....	135
5.7	Monitoraggio del materiale stoccato .....	135
5.7.1	Assestamenti e stabilità del profilo topografico .....	135
5.8	Monitoraggio dell'aria.....	137
5.8.1	Caratteristiche meteorologiche .....	137
5.8.2	Caratteristiche chimico-fisiche del biogas.....	137
5.9	Monitoraggio dello strato insaturo.....	139
5.9.1	Lisimetri.....	139
5.9.2	Monitoraggio dello stato della vegetazione .....	140
5.10	Monitoraggio delle acque di falda .....	141
5.10.1	Misure dei livelli piezometrici .....	141
5.10.2	Qualità delle acque di falda .....	143
5.10.3	Tubazioni con filtri in serie .....	143
5.10.4	Delimitazione areale del plumen (o pennacchio) di inquinamento.....	145
<b>6</b>	<b>Situazioni deteriorate e azioni di bonifica.....</b>	<b>151</b>
6.1	Aspetti dell'inquinamento da percolati.....	151
6.1.1	Processi in atto.....	153
6.1.2	Tempo trascorso dalla messa a dimora dei rifiuti ....	154
6.1.3	Bilancio idrologico .....	154
6.1.4	Gestione dell'impianto.....	158
6.1.5	Sistemi di trattamento dei percolati.....	159
6.1.6	Migrazione degli inquinanti nel suolo e nel sottosuolo .....	161
6.2	Aspetti dell'inquinamento da biogas .....	164
6.2.1	Introduzione .....	164
6.2.2	Effetti sull'ambiente .....	168
6.2.3	Processi in atto .....	169
6.2.4	Composizione del biogas .....	170
6.2.5	Migrazione del biogas nei rifiuti e nei terreni.....	175
6.2.6	Ossidazione del metano.....	181
6.3	Bonifica delle falde acquifere contaminate dai percolati.....	183
6.3.1	Indagini preliminari .....	184
6.3.2	Identificazione della fonte di inquinamento.....	187
6.3.3	Velocità di spostamento degli inquinanti .....	188
6.3.4	Determinazione delle caratteristiche del plumen di inquinamento.....	191
6.3.5	Tipologia degli interventi di bonifica .....	192
6.3.6	Progettazione di una barriera di pozzi di spurgo.....	194
6.4	Bonifica delle aree contaminate da biogas.....	200
6.4.1	Fase dell'emergenza.....	201
6.4.2.	Indagini preliminari .....	201

6.4.2.1	Caratterizzazione del sito.....	202
6.4.2.2	Struttura geologica e idrogeologica dell'area.....	202
6.4.2.3	Caratterizzazione dinamica dell'inquinamento .....	202
6.4.2.4	Estensione reale (planimetrica) raggiunta dalla contaminazione .....	203
6.4.2.5	Modalità di diffusione e accumulo del biogas.....	203
6.4.3	Monitoraggio.....	204
6.4.3.1	Ubicazione dei punti di misura .....	204
6.4.3.2	Installazione dei campionatori .....	205
6.4.3.3	Parametri da rilevare.....	207
6.4.3.4	Strumentazione di misura.....	207
6.4.3.5	Modalità di esecuzione .....	208
6.4.3.6	Frequenza delle misure .....	208
6.4.3.7	Interpretazione dei risultati delle misure..	208
6.4.4	Tipologia degli interventi di bonifica.....	210
6.4.4.1	Sistemi di dispersione passiva.....	211
6.4.4.2.	Sistemi attivi di raccolta del biogas.....	212
6.4.5	Progettazione di una barriera di pozzi di aspirazione del biogas.....	212
6.4.5.1	Raggio di influenza del pozzo di aspirazione .....	214
6.4.5.2	Intervento di bonifica e risultati.....	214

<b>Appendici.....</b>	<b>219</b>
Appendice A – Elenco della normativa vigente collegata alla gestione delle discariche .....	221
Appendice B – Principali testi di legge relativi alla gestione dei rifiuti ....	224
— D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (suppl. ord. GU 15 febbraio 1997, n. 38). Attuazione delle Direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio .....	224
— Direttiva 1999/31/CE del Consiglio, del 26 aprile 1999, relativa alle discariche di rifiuti.....	331
— Delibera del Comitato interministeriale del 27 luglio 1984. Disposizioni per la prima applicazione dell'art. 4 del DPR 10 settembre 1982, n. 915, concernente lo smaltimento dei rifiuti.....	351
<b>Bibliografia.....</b>	<b>375</b>
<b>Indice analitico .....</b>	<b>381</b>