

9 Gestione dei rifiuti

Dott. Giulio Giannerini

9.1 Introduzione

La gestione di un rifiuto può essere considerata come l'insieme delle attività che accompagnano e seguono l'atto del disfarsi di una sostanza o oggetto, partendo dalla fase di produzione del rifiuto e, ancor prima dalla prevenzione di tale produzione, fino alla raccolta, il trasporto, il trattamento, il recupero o lo smaltimento del rifiuto stesso.

Nel seguito, si riporta innanzitutto un primo inquadramento di base in merito alla gestione dei rifiuti, definendo il quadro normativo di riferimento, chiarendo il concetto di rifiuto stesso e caratterizzandone quantitativamente e qualitativamente la produzione a livello nazionale. Si presenta quindi un approfondimento tecnico in merito alle operazioni di gestione. Tale approfondimento è prioritariamente indirizzato alle tipologie di rifiuto (Rifiuti Urbani) e agli aspetti gestionali (servizi di raccolta, attività di competenza dei Comuni) che si ritengono di maggior interesse rispetto al profilo professionale del lettore.

9.1.1 Inquadramento normativo

Gli indirizzi strategici e normativi per la gestione dei rifiuti sono definiti dall'Unione Europea con Direttive e documenti programmatici che trovano poi attuazione con il recepimento da parte dei singoli Stati membri.

Con riferimento alla situazione italiana, si evidenzia quindi come, a fronte di un quadro normativo che è stato radicalmente innovato nel 1997 con l'emanazione del D.Lgs. 22/97 (cosiddetto "Decreto Ronchi"), abrogato all'inizio del 2006 dal D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006, a sua volta oggetto di successive modifiche sostanziali, vi siano comunque dei principi cardine che restano immutati, discendendo direttamente da quanto sancito a livello comunitario.

Di particolare interesse è quindi l'esame della Direttiva 2006/12/CE del 5 aprile 2006, che definisce il quadro vigente di riferimento in materia di gestione dei rifiuti, aggiornando e sostituendo quanto precedentemente disposto con la Direttiva 75/442/CEE, che era stata oggetto negli anni di diverse modifiche anche sostanziali.

Nelle premesse alla Direttiva 2006/12/CE si ribadisce innanzitutto il principio che ogni regolamento in materia di gestione dei rifiuti deve essenzialmente mirare alla protezione della salute umana e dell'ambiente, contro gli effetti nocivi della raccolta, del trasporto, del trattamento, dell'ammasso e del deposito dei rifiuti.

La Direttiva presenta poi la definizione di "rifiuto", che è individuato come qualsiasi sostanza od oggetto di cui detentore si disfi o abbia l'intenzione o l'obbligo di disfarsi.

Sono quindi definite le priorità cui attenersi nella gestione dei rifiuti (ovvero la cosiddetta gerarchia dei rifiuti):

in primo luogo, la prevenzione o la riduzione della produzione e della nocività dei rifiuti, in particolare mediante:

- lo sviluppo di tecnologie pulite, che permettano un maggiore risparmio di risorse naturali;
- la messa a punto tecnica e l'immissione sul mercato di prodotti concepiti in modo da non contribuire o da contribuire il meno possibile, per la loro fabbricazione, il loro uso o il loro smaltimento, ad incrementare la quantità o la nocività dei rifiuti e i rischi di inquinamento;
- lo sviluppo di tecniche appropriate per l'eliminazione di sostanze pericolose contenute nei rifiuti destinati ad essere recuperati;

in secondo luogo:

- il recupero dei rifiuti mediante riciclo, reimpiego, riutilizzo od ogni altra azione intesa a ottenere materie prime secondarie; o
- l'uso di rifiuti come fonte di energia.

Da tale elenco di priorità si evidenzia chiaramente come lo smaltimento in discarica dei rifiuti (che costituisce oggi il destino del 49% dei rifiuti urbani prodotti nell'Unione Europea ed il 52% in Italia) debba essere il più possibile limitato, rappresentando una perdita di risorse e una fonte potenzialmente significativa di contaminazione e inquinamento dell'ambiente.

La Direttiva prevede inoltre particolari disposizioni inerenti la creazione di una rete integrata e adeguata di impianti di smaltimento, che tenga conto delle tecnologie più perfezionate a disposizione che non comportino costi eccessivi e che consenta il conseguimento dell'autosufficienza a livello dell'intera Unione Europea e tendenzialmente anche all'interno dei singoli Stati membri.

Si prevedono poi disposizioni finalizzate a garantire che ogni detentore di rifiuti li consegna ad un raccoglitore privato o pubblico o ad un'impresa che effettua operazioni di recupero o smaltimento, oppure provveda egli stesso al loro recupero o smaltimento.

Tutte le imprese o gli stabilimenti che effettuano operazioni di recupero o smaltimento devono ottenere dall'autorità competente una specifica autorizzazione, fatte salve alcune possibilità di deroga che devono comunque rispondere a determinati requisiti.

L'effettuazione di operazioni di recupero o smaltimento è soggetta ad adeguati controlli periodici da parte delle autorità competenti.

Specifiche regolamentazioni sono inoltre previste anche per i soggetti che effettuano attività di raccolta o trasporto di rifiuti a titolo professionale.

In conformità al principio "chi inquina paga", si prevede che il costo per lo smaltimento dei rifiuti sia sostenuto dal detentore che consegna i rifiuti ad un raccoglitore o ad una impresa autorizzata, dai precedenti detentori o dal produttore del prodotto dal quale si sono generati i rifiuti in questione.

Al fine del conseguimento degli obiettivi fissati, si prevede che le autorità competenti designate dagli Stati membri elaborino uno o più piani di gestione dei rifiuti che contemplino fra l'altro il tipo, la quantità e l'origine dei rifiuti da recuperare o da smaltire, i requisiti tecnici generali, tutte le disposizioni speciali per rifiuti di tipo particolare nonché i luoghi e gli impianti adatti per lo smaltimento.

9.1.2 Classificazione dei rifiuti

Come enunciato in precedenza, la Direttiva 2006/12/CE definisce come rifiuto qualsiasi sostanza od oggetto di cui detentore si disfi o abbia l'intenzione o l'obbligo di disfarsi.

Un apposito elenco (il cosiddetto Catalogo Europeo dei Rifiuti, o CER) predisposto dalla Commissione Europea riporta quindi l'individuazione delle singole tipologie di rifiuto, essendo ognuna di esse individuata da un codice numerico a sei cifre, illustrative dell'attività che lo ha generato e delle sue caratteristiche qualitative; ad esempio, gli scarti di corteccia e sughero provenienti da attività di lavorazione del legno sono individuati dal codice CER 03.01.01, essendo la prima coppia di cifre identificativa del settore generico di attività di provenienza del rifiuto (03.00.00 - rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di pannelli, mobili, polpa, carta e cartone), la seconda coppia ulteriormente specificativa del settore di attività (03.01.00 - rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di pannelli e mobili) e l'ultima coppia dell'effettiva tipologia di rifiuto (03.01.01 - scarti di corteccia e sughero).

L'elenco dei codici CER comprende in particolare le seguenti 20 macrocategorie (o "capitoli"):

- 01 Rifiuti derivanti da prospezione, estrazione da miniera o cava, nonché dal trattamento fisico o chimico di minerali;
- 02 Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti;
- 03 Rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di pannelli, mobili, polpa, carta e cartone;
- 04 Rifiuti della lavorazione di pelli e pellicce e dell'industria tessile;
- 05 Rifiuti della raffinazione del petrolio, purificazione del gas naturale e trattamento pirolitico del carbone;
- 06 Rifiuti dei processi chimici inorganici;
- 07 Rifiuti dei processi chimici organici;
- 08 Rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di rivestimenti (pitture, vernici e smalti vetriati), adesivi, sigillanti e inchiostri per stampa;
- 09 Rifiuti dell'industria fotografica;
- 10 Rifiuti provenienti da processi termici;
- 11 Rifiuti prodotti dal trattamento chimico superficiale e dal rivestimento di metalli ed altri materiali; idrometallurgia non ferrosa;
- 12 Rifiuti prodotti dalla lavorazione e dal trattamento fisico e meccanico superficiale di metalli e plastica;
- 13 Oli esauriti e residui di combustibili liquidi (tranne oli commestibili ed oli di cui ai capitoli 05, 12 e 19);
- 14 Solventi organici, refrigeranti e propellenti di scarto (tranne 07 e 08);
- 15 Rifiuti di imballaggio, assorbenti, stracci, materiali filtranti e indumenti protettivi (non specificati altrimenti);
- 16 Rifiuti non specificati altrimenti nell'elenco;
- 17 Rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione (compreso il terreno proveniente da siti contaminati);
- 18 Rifiuti prodotti dal settore sanitario e veterinario o da attività di ricerca collegate (tranne i rifiuti di cucina e di ristorazione non direttamente provenienti da trattamento terapeutico);

- 19 Rifiuti prodotti da impianti di trattamento dei rifiuti, impianti di trattamento delle acque reflue fuori sito, nonché dalla potabilizzazione dell'acqua e dalla sua preparazione per uso industriale;
- 20 Rifiuti urbani (rifiuti domestici e assimilabili prodotti da attività commerciali e industriali nonché dalle istituzioni) inclusi i rifiuti della raccolta differenziata.

Nel menzionato elenco dei codici CER, sono inoltre individuati, essendo contrassegnati con un asterisco “*”, i rifiuti pericolosi, ovvero i rifiuti aventi particolari caratteristiche di potenziale nocività per l'ambiente o per l'uomo e che necessitano pertanto di una regolamentazione della gestione con modalità ancor più stringenti di quanto avviene per i rifiuti non pericolosi.

Secondo quanto disposto dal quadro normativo nazionale, i rifiuti possono infine essere classificati in base alla loro origine, in particolare distinguendo le seguenti due classi: rifiuti urbani e rifiuti speciali.

Sono *rifiuti urbani*:

- a) i rifiuti domestici, anche ingombranti, provenienti da locali e luoghi adibiti a uso di civile abitazione;
- b) i rifiuti non pericolosi provenienti da locali e luoghi adibiti a usi diversi da quello di civile abitazione, assimilati ai rifiuti urbani per qualità e quantità;
- c) i rifiuti provenienti dallo spazzamento delle strade;
- d) i rifiuti di qualunque natura o provenienza, giacenti sulle strade ed aree pubbliche o sulle strade ed aree private comunque soggette ad uso pubblico o sulle spiagge marittime e lacuali e sulle rive dei corsi d'acqua;
- e) i rifiuti vegetali provenienti da aree verdi, quali giardini, parchi e aree cimiteriali;
- f) i rifiuti provenienti da esumazioni e estumulazioni, nonché gli altri rifiuti provenienti da attività cimiteriale diversi da quelli di cui alle lettere b), c) ed e).

Sono *rifiuti speciali*:

- a) i rifiuti da attività agricole e agro-industriali;
- b) i rifiuti derivanti dalle attività di demolizione, costruzione, nonché i rifiuti pericolosi che derivano dalle attività di scavo;
- c) i rifiuti da lavorazioni industriali;
- d) i rifiuti da lavorazioni artigianali;
- e) i rifiuti da attività commerciali;
- f) i rifiuti da attività di servizio;
- g) i rifiuti derivanti dalla attività di recupero e smaltimento di rifiuti, i fanghi prodotti dalla potabilizzazione e da altri trattamenti delle acque e dalla depurazione delle acque reflue e da abbattimento di fumi;
- h) i rifiuti derivanti da attività sanitarie;
- i) i macchinari e le apparecchiature deteriorati ed obsoleti;
- j) i veicoli a motore, rimorchi e simili fuori uso e loro parti;
- k) il combustibile derivato da rifiuti;
- l) i rifiuti derivanti dalle attività di selezione meccanica dei rifiuti solidi urbani.

9.2 Produzione di rifiuti

I Rifiuti Urbani prodotti in Italia ammontano a 31 milioni di tonnellate/anno, pari a un pro-capite di 533 kg/ab·a (tab. 9.1). La distribuzione della produzione sul territorio nazionale si concentra per oltre il 45% nel Nord Italia, con una quota del 22% nel Centro e il 33% nel Sud. Tale distribuzione è influenzata dalla ripartizione della popolazione residente nelle tre macro aree geografiche. In effetti, la maggior intensità di produzione di rifiuti si ha nel Centro, con 617 kg/ab·a, mentre al Nord si è su un livello vicino alla media nazionale (530 kg/ab·a) e il Sud si colloca su quote inferiori (491 kg/ab·a).

Tabella 9.1 Produzione di Rifiuti Urbani e Speciali in Italia

Regione	Abitanti	Rifiuti Urbani		Produzione di Rifiuti Speciali	
		[t/a]	[kg/ab·a]	totali [t/a]	di cui peric. [t/a]
Piemonte	4.330.172	2.229.526	515	7.853.317	533.662
Valle d'Aosta	122.868	72.632	591	315.178	9.453
Lombardia	9.393.092	4.791.128	510	20.199.143	1.645.875
Trentino Alto Adige	974.613	477.588	490	2.751.869	71.945
Veneto	4.699.950	2.185.199	465	14.341.043	663.840
Friuli Venezia Giulia	1.204.718	590.302	490	3.848.390	104.696
Liguria	1.592.309	953.157	599	3.486.670	413.833
Emilia Romagna	4.151.369	2.728.639	657	10.719.179	583.954
NORD	26.469.091	14.028.171	530	63.514.789	4.027.258
Toscana	3.598.269	2.492.156	693	7.435.057	277.117
Umbria	858.938	477.133	555	1.808.577	32.629
Marche	1.518.780	824.157	543	2.423.467	88.536
Lazio	5.269.972	3.147.348	597	5.629.830	184.272
CENTRO	11.245.959	6.940.794	617	17.296.931	582.554
Abruzzo	1.299.272	678.017	522	1.317.552	56.133
Molise	321.953	122.979	382	345.122	38.036
Campania	5.788.986	2.784.999	481	4.354.741	146.364
Puglia	4.068.167	1.990.453	489	5.708.342	172.520
Basilicata	596.546	237.261	398	487.254	23.561
Calabria	2.009.268	944.409	470	1.178.946	48.305
Sardegna	1.650.052	878.183	532	3.349.478	90.085
Sicilia	5.013.081	2.544.316	508	3.028.105	234.334
SUD	20.747.325	10.180.618	491	19.769.540	809.338
ITALIA	58.462.375	31.149.584	533	100.581.260	5.419.150

Nota: dati di fonte APAT-ONR, riferiti al 2004 per i RU e al 2003 per i RS.

Il flusso di produzione di rifiuti speciali è stimato pari a più del triplo di quello degli urbani: oltre 100 milioni di tonnellate/anno. Di questi una quota pari al 5,4% è costituita da rifiuti pericolosi. Per i rifiuti speciali si ha una concentrazione della produzione nelle regioni del Nord ancora più accentuata che per i rifiuti urbani. Il 63% dei rifiuti speciali sono infatti prodotti nel Nord, a fronte di una quota del 17% al Centro e del 20% al Sud.

Non sono disponibili indagini recenti a livello nazionale in merito alla caratterizzazione qualitativa (composizione merceologica) dei Rifiuti Urbani prodotti. Indicativamente, si può ritenere tale composizione variabile come indicato in tabella 9.2. Nelle diverse realtà locali, la composizione del rifiuto è in effetti influenzata da più fattori, quali l'incidenza

delle attività terziarie e commerciali, la differenza nello stile di vita e nella gestione di attività quali la preparazione dei pasti, la presenza di giardini e aree verdi.

Tabella 9.2 Composizione merceologica indicativa dei Rifiuti Urbani

Frazione merceologica	% sul rifiuto totale
Organico/Verde	25% - 40%
Carta	20% - 30%
Plastica	10% - 14%
Vetro	7% - 10%
Legno/Tessili	5% - 7%
Metalli	4% - 6%
Altro	9% - 12%

9.3 Prevenzione della produzione dei rifiuti

La normativa nazionale in materia di gestione dei rifiuti, in accordo con i principi definiti a livello comunitario, sancisce che devono essere prioritariamente attuate, da parte delle autorità competenti, iniziative dirette a prevenire la produzione di rifiuti e a ridurre la pericolosità degli stessi.

Le iniziative attuabili dai diversi soggetti interessati, nell'ambito delle proprie attribuzioni, possono essere così identificate:

- misure di tipo economico dirette (tasse e tariffe) o indirette (incentivi, esenzioni);
- misure amministrative, mirate a regolamentare il consumo e la distribuzione di determinati tipi di prodotto, l'impiego di determinate sostanze o la qualità dei rifiuti generati;
- accordi di programma, stipulati dall'Amministrazione Pubblica con il sistema delle imprese e della distribuzione;
- politiche di prodotto, che operano attraverso obblighi derivanti dal principio di responsabilità del produttore (obblighi di recupero e gestione del prodotto a fine vita) o misure di promozione (eco-label, indirizzi per gli acquisti da parte del sistema pubblico) e attività di formazione sociale, finalizzate a promuovere stili di vita e prodotti ecologicamente più sostenibili.

Alcuni degli strumenti economici o amministrativi individuati rientrano nell'ambito di competenze regionali e nazionali. Iniziative mirate possono comunque essere attuate anche a livello locale, da parte di un Comune, ad esempio:

- sistema tariffario dei servizi di raccolta che incentivi l'utenza al riutilizzo e alla minimizzazione del rifiuto;
- azioni informative di promozione sociale, incentivando il ricorso all'autocompostaggio, sostenendo mercatini dell'usato, promuovendo campagne educative e di comunicazione finalizzate a favorire comportamenti e stili di vita e di consumo ecologicamente più sostenibili;
- azioni informative di promozione tecnologica, con sostegno a interventi innovativi attuati dal settore dell'industria e dell'artigianato;
- incentivi alla realizzazione di audit ambientali e allo sviluppo di sistemi di gestione ambientale, all'interno delle imprese e della stessa pubblica amministrazione;
- divieti e restrizioni in merito all'uso di prodotti a perdere nelle strutture della pubblica amministrazione;

- accordi volontari e di programma tra pubblica amministrazione e enti, associazioni di categoria, operatori economici, per il raggiungimento di obiettivi determinati, quali il contenimento della produzione di rifiuti nella ristorazione collettiva o nella grande distribuzione.

9.4 Sistemi di raccolta

9.4.1 Generalità

La raccolta dei rifiuti è definita come l'operazione di prelievo, cernita o raggruppamento dei rifiuti per il loro trasporto. Se la raccolta è effettuata raggruppando i rifiuti in frazioni merceologiche omogenee, compresa la frazione organica umida, al fine dell'invio a recupero, allora si parla di raccolta differenziata (RD). Il destino a recupero del rifiuto è da ritenersi prioritario rispetto allo smaltimento finale. Sono pertanto definiti dalla normativa nazionale obiettivi minimi di raccolta differenziata che devono essere conseguiti all'interno di ogni Ambito Territoriale Ottimale, dove per ATO si può generalmente intendere il territorio provinciale (tab. 9.3).

Tabella 9.3 Obiettivi di RD per ATO definiti dalla normativa nazionale

Anno	% RD su totale rifiuti prodotti	Normativa di riferimento
1999	15%	D.Lgs. 22/97
2001	25%	
2003	35%	
2006	35%	D.Lgs. 152/06
2008	45%	
2012	65%	

L'attuale quadro nazionale di sviluppo dei servizi di RD si presenta fortemente diversificato nelle diverse aree geografiche (tab. 9.4). Nel 2004, a fronte di un dato medio nazionale pari al 22,7% di RD, il Nord Italia (35,5% di RD) risultava aver conseguito l'obiettivo di raccolta precedentemente definito per il 2003, con il Centro (18,3%) ancora lontano dal limite previsto e il Sud in notevole ritardo (8,1% di RD).

Tabella 9.4 Raccolta dei Rifiuti Urbani in Italia

Regione	Produzione rifiuti urbani	Raccolta rifiuto indifferenziato		Raccolta differenziata		Ingombranti a smaltimento	
	[t/a]	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]
<i>NORD</i>	14.028.172	8.580.168	61,2	4.973.956	35,5	474.048	3,4
<i>CENTRO</i>	6.940.794	5.589.191	80,5	1.269.782	18,3	81.821	1,2
<i>SUD</i>	10.180.618	9.344.616	91,8	823.047	8,1	12.955	0,1
ITALIA	31.149.584	23.513.975	75,5	7.066.784	22,7	568.825	1,8

Nota: dati di fonte APAT-ONR, riferiti al 2004.

Complessivamente, nel 2004 in Italia sono state differenziate 7 milioni di tonnellate di Rifiuti Urbani (tab. 9.5), costituite in prevalenza da carta e cartone (oltre 2 milioni di tonnellate), frazione organica e verde (oltre 1 milione di tonnellate ognuna), vetro (986.000 t). I recuperi procapite delle quattro principali frazioni sono compresi tra i 17 e i 37 kg/ab-a.

Tabella 9.5 Raccolta Differenziata dei Rifiuti Urbani in Italia

Frazione merceologica	Raccolta Differenziata	
	[t/a]	[kg/ab·a]
Carta e cartone	2.153.825	36,8
Organico	1.125.162	19,2
Verde	1.090.868	18,7
Vetro	985.602	16,9
Plastica	336.212	5,8
Legno	280.675	4,8
Metalli	117.061	2,0
Alluminio	14.792	0,3
Tessili	56.501	1,0
RAEE	74.126	1,3
Ingombranti a recupero	676.884	11,6
Raccolta selettiva	26.932	0,5
Altro	128.144	2,2
Totale	7.066.784	120,9

Nota: dati di fonte APAT-ONR, riferiti al 2004.

Nel seguito, si presenta un approfondimento relativo al servizio di raccolta del rifiuto indifferenziato e alle raccolte differenziate delle principali tipologie di frazioni.

Si distinguono in particolare le seguenti tipologie di effettuazione del servizio:

- stradale: raccolta effettuata con contenitori collocati in aree urbane, su ogni contenitore gravitano più utenze, non chiaramente individuate;
- domiciliare: raccolta effettuata dotando le singole utenze di contenitori per il conferimento dei rifiuti, o comunque con l'impiego di contenitori con utenza interessata chiaramente individuata;
- grandi utenze: raccolta analoga al domiciliare, ma rivolta in modo specifico a utenze non domestiche che producono quantitativi rilevanti del rifiuto di interesse;
- piattaforma: struttura posta in area protetta e custodita, con funzioni di centro di stoccaggio e di punto di conferimento sia per cittadini residenti sia per attività commerciali o produttive; il bacino di utenza è generalmente comunale.

Sono qui descritte raccolte differenziate monomateriali, ovvero dedicate a una singola frazione del rifiuto. Per le frazioni secche del rifiuto (carta, vetro, plastica, metalli) vengono anche effettuate raccolte di tipo multimateriale, ovvero raccolte in cui, con un unico contenitore dedicato, sono conferite più frazioni del rifiuto. Le modalità organizzative delle raccolte multimateriali non differiscono da quelle delle raccolte monomateriali; si sottolinea tuttavia come una teorica maggior comodità di conferimento da parte del cittadino, dovuta all'impiego di un unico contenitore, possa essere accompagnata da una maggior presenza di impurezze nel rifiuto differenziato e comporti comunque la necessità di ulteriori trattamenti successivi per la selezione delle diverse frazioni raccolte.

9.4.2 La raccolta dei Rifiuti Urbani indifferenziati

Il servizio di raccolta del RU indifferenziato è destinato a intercettare il flusso di rifiuti generato e non differenziato all'origine dal produttore. In sistemi a basso sviluppo delle raccolte differenziate, è quindi, la quasi totalità del rifiuto prodotto a essere intercettata. L'attivazione di sistemi integrati di raccolta, ovvero sistemi in cui le raccolte differenziate

accregono il loro peso fino a essere non più qualcosa di aggiuntivo ma un servizio integrato con quello dell'indifferenziato, comporta una sensibile riduzione dei quantitativi di rifiuti indifferenziati, con anche una diminuzione delle caratteristiche di putrescibilità e una diminuzione del peso specifico, in presenza di raccolte dedicate alla frazione organica.

La raccolta dei RU indifferenziati può essere condotta con l'impiego di cassonetti stradali o dotando le singole utenze di contenitori (bidoni o sacchi). La raccolta di tipo domiciliare ha avuto un progressivo sviluppo negli ultimi dieci anni, accompagnandosi generalmente all'attivazione di raccolte differenziate domiciliari per le principali frazioni (organico e carta). Tale servizio, in particolare nella forma a sacchi, è in realtà già presente storicamente in diverse realtà territoriali. La raccolta stradale, effettuata fino a qualche anno fa' esclusivamente con l'impiego di sistemi a cassonetto con carico posteriore, ha visto il diffondersi di sistemi a cassonetto con carico laterale, caratterizzati da significative riduzioni dei costi grazie alla automatizzazione delle modalità di raccolta. Nella **tabella 9.6** sono riportati i principali parametri progettuali per le diverse modalità organizzative dei servizi di raccolta del RU indifferenziato.

Tabella 9.6 Caratteristiche tecniche dei servizi di raccolta del RU indifferenziato

Modalità di raccolta	<i>Stradale</i>	<i>Domiciliare</i>	<i>Grandi utenze</i>
Punto di conferimento	contenitore stradale (cassonetto) al servizio di più unità abitative	di fronte a residenza o negozio, in bidoni o sacchi	bidoni, cassonetti o scarrabili collocati presso grandi attività commerciali e di servizi
Tipo contenitori	cassonetti da 1.100-3.200 litri	bidoni da 120 - 360 litri; sacchi da 50 - 100 litri	bidoni da 120 - 640 litri; cassonetti da 1.100 - 3.200 litri; scarrabili da 15 - 30 m ³
Densità (abitanti/conten.)	25 - 70	2 - 10	-
Mezzo di raccolta	compattatore carico posteriore (CP) o carico laterale (CL)	compattatore o motocarro attrezzati o non con organi di rivoltamento meccanico	motocarro, compactatore o autocarro attrezzato con organi di caricamento meccanico
Addetti/mezzo	CP: 1 - 3; CL: 1	1 - 3	1 - 3
Carico/addetto	CP: 400 - 900 kg/add-h; CL: 1.300 - 2.000 kg/add-h	250 - 500 kg/add-h	-
Frequenza	da giornaliera a trisettimanale, variabile in funzione del volume installato all'interno del contesto territoriale di riferimento	da settimanale a trisettimanale	da giornaliera a settimanale, variabile in funzione delle produzioni e del tipo di utenza
Rendimento	-	-	-
Costi medi	CP: 60 - 90 €/t; CL: 45 - 80 €/t;	70 - 120 €/t;	40 - 90 €/t;

Fonte: elaborazione su dati Federambiente e Ambiente Italia

9.4.3 La raccolta della frazione organica e del verde

La frazione organica, costituita da residui alimentari, e gli scarti di manutenzione del verde privato e pubblico costituiscono la principale componente merceologica del rifiuto, comprendo una quota generalmente variabile tra il 25% e il 40% del rifiuto prodotto. L'attivazione di servizi di RD dedicati a queste frazioni è ormai riconosciuta come condizione indispensabile per il conseguimento degli obiettivi di recupero di legge.

La RD può essere condotta con sistemi stradali o domiciliari. Per il solo verde sono frequenti ed efficaci sistemi di raccolta a piattaforma o raccolte domiciliari aggiuntive effettuate nei periodi dell'anno e in tipologie insediative caratterizzate dalla maggior produzione. I rendimenti di raccolta sono variabili tra il 30% e il 70% della frazione potenzialmente recuperabile. I costi unitari si ottimizzano con recuperi almeno del 40%.

La frazione organica e il verde raccolti sono destinati al recupero tramite trattamenti di compostaggio o di digestione anaerobica; tali trattamenti consentono di ottenere un materiale (compost) utilizzabile in agricoltura come ammendante. La qualità del compost prodotto è fortemente dipendente dalla qualità del rifiuto raccolto in modo differenziato; in genere, con raccolte domiciliari si ottiene un rifiuto da sottoporre a trattamento con minor contenuto di materiali estranei rispetto ai servizi di raccolta stradali (con conseguenti benefici sulla qualità del compost prodotto). In aree caratterizzate dalla presenza di abitazioni con giardini o di tipo rurale è inoltre possibile promuovere, in alternativa all'attivazione di un servizio di raccolta, il compostaggio domestico, ovvero la produzione di compost in proprio da parte del cittadino, attraverso il trattamento semplificato dei propri rifiuti organici e verdi. Nella **tabella 9.7** sono riportati i principali parametri progettuali per le diverse modalità organizzative dei servizi di raccolta differenziata della frazione organica e del verde.

Tabella 9.7 Caratteristiche tecniche dei servizi di RD di frazione organica e verde

Modalità di raccolta	<i>Stradale</i>	<i>Domiciliare</i>	<i>Grandi utenze</i>	<i>Piattaforma</i>
Punto di conferimento	contenitore stradale (cassonetto) al servizio di più unità abitative	di fronte a residenza o negozio, in bidoni, mastelli o sacchi	bidoni o cassonetti collocati presso attività di ristorazione o mense	cassoni scarrabili per la sola frazione verde
Tipo contenitori	cassonetti da 1.100-3.200 litri	mastelli da 30-50 litri; sacchi da 10-100 litri; bidoni da 80-360 litri	bidoni da 80 - 640 litri; cassonetti da 1.100 - 3.200 litri	scarrabili da 15 - 30 m ³
Densità (abitanti/conten.)	40-70	2 - 10	-	-
Mezzo di raccolta	compattatore carico posteriore (CP) o carico laterale (CL)	compattatore o motocarro attrezzati con organi di rivoltamento meccanico	compattatore carico posteriore (CP) o carico laterale (CL)	autocarro attrezzato con organi di caricamento meccanico
Addetti/mezzo	CP: 1 - 3; CL: 1	1 - 2	CP: 1 - 3; CL: 1	1
Carico/addetto	CP: 300-600 kg/add-h; CL: 1.000-1.500 kg/add-h	200 - 500 kg/add-h	-	-
Frequenza	da settimanale a trisettimanale	da settimanale a trisettimanale	da giornaliera a trisettimanale	-
Rendimento	30-60 kg/ab:a	40-80 kg/ab:a	-	-
Costi medi	70-200 €/t	80-220 €/t	80-220 €/t	40-80 €/t (solo verde)

Fonte: elaborazione su dati Federambiente e Ambiente Italia

9.4.4 La raccolta della carta e del cartone

Carta e cartone costituiscono la principale frazione secca presente nel rifiuto (dal 20% al 30% del rifiuto prodotto). La RD dei materiali cartacei può essere condotta con sistemi stradali (campane o cassonetti) o domiciliari (a bidoni, ceste, materiale sfuso). I maggiori

rendimenti, fino e oltre il 70% del flusso di carta e cartone presente nel rifiuto, sono associati a raccolte domiciliari. Il materiale raccolto è generalmente sottoposto a un trattamento di selezione, valorizzazione e compattazione prima dell'invio al recupero finale (cartiera).

I costi per la fase di raccolta (esclusi i ricavi dalla cessione dei materiali) oscillano tra i 40 e i 150 €/t, con i costi più elevati associati ai servizi domiciliari. Nell'ambito dell'accordo quadro ANCI-CONAI 2004 per il recupero dei rifiuti di imballaggio sono stati definiti i corrispettivi attualmente vigenti per la carta e il cartone raccolti dai Comuni e conferiti al sistema CONAI; tali corrispettivi possono arrivare in particolare fino a 84 €/t nel caso di raccolta selettiva di soli rifiuti di imballaggio cellulosico e fino a 25 €/t in caso di raccolta congiunta di rifiuti di imballaggio cellulosico e carta.

Il menzionato CONAI (Consorzio Nazionale Imballaggi) è un organismo, istituito con il D.Lgs. 22/97, che raggruppa produttori e utilizzatori di imballaggi, i quali, in applicazione del principio di responsabilità condivisa, devono farsi carico della gestione dei rifiuti da imballaggio, garantendone il recupero come da obiettivi normativi e coprendo almeno parzialmente i costi sostenuti dalle amministrazioni locali per le raccolte differenziate. Nella **tabella 9.8** sono riportati i principali parametri progettuali per le diverse modalità organizzative dei servizi di raccolta differenziata di carta e cartone.

Tabella 9.8 Caratteristiche tecniche dei servizi di RD di carta e cartone

Modalità di raccolta	<i>Stradale</i>	<i>Domiciliare</i>	<i>Grandi utenze</i>	<i>Piattaforma</i>
Punto di conferimento	contenitore stradale (campana o cassonetto) al servizio di più unità abitative	di fronte a residenza o negozio, in bidoni, sacchi, ceste o cumulo legato	bidoni, cassonetti o scarabili collocati presso grandi attività commerciali e di servizi	cassoni scarabili
Tipo contenitori	cassonetti da 1,1-3,2 m ³ ; campane da 2-3 m ³	bidoni da 120-360 litri; ceste da 30-50 litri; sacchi da 100 litri	bidoni da 120 - 640 litri; cassonetti da 1,1-3,2 m ³ ; scarabili da 15 - 30 m ³	scarabili da 15 - 30 m ³
Densità (abitanti/conten.)	200-500, in funzione della densità abitativa del contesto territoriale di riferimento	2-30	-	-
mezzo di raccolta	autocarro (campane) o compattatore (cassonetti)	compattatore o motocarro attrezzati o non con organi di rivoltamento meccanico	motocarro, compattatore o autocarro attrezzato con organi di caricamento meccanico	autocarro attrezzato con organi di caricamento meccanico
Addetti/mezzo	1-2	1-3	1 - 3	1
Carico/addetto	1 add.: 1.000-1.800 kg/add-h 2 add.: 500-1.000 kg/add-h	300-700 kg/add-h	-	-
Frequenza	da settimanale a mensile	settimanale-quindecimale	bisettimanale-settimanale; scarabile in funzione del tasso di utilizzo	in funzione del tasso di utilizzo del contenitore
Rendimento	10-40 kg/ab-a	20-80 kg/ab-a	-	-
Costi medi	40-100 €/t;	70-150 €/t;	50 - 100 €/t;	40-80 €/t;

Fonte: elaborazione su dati Federambiente e Ambiente Italia

9.4.5 La raccolta del vetro

Il vetro, costituito in primo luogo da vetro per imballaggio, rappresenta mediamente il 7-10% dei Rifiuti Urbani. La raccolta differenziata del vetro è generalmente condotta con campane stradali, anche congiuntamente con altri materiali: lattine e, meno frequentemente, bottiglie di plastica. Rendimenti di intercettazione superiori possono essere conseguiti con sistemi di raccolta domiciliare e presso le grandi utenze, ma già con raccolte a campana sono conseguibili recuperi superiori al 50-60%. Il materiale raccolto richiede un trattamento di raffinazione prima di poter essere inviato al recupero in vetreria.

I costi per la raccolta a campane (esclusi i ricavi) oscillano tra i 30 e i 60 €/t. La raccolta domiciliare presenta costi superiori rispetto a quella a campane. Il D.M. 4 agosto 1999 (modificato dal D.M. 27 gennaio 2000) ha fissato a 31 €/t il corrispettivo per il vetro raccolto dai Comuni e conferito al sistema CONAI. In presenza di un contenuto di impurezze superiore al 3% il contributo si riduce, fino a annullarsi se si supera la soglia del 5%. Nella **tabella 9.9** sono riportati i principali parametri progettuali per le diverse modalità organizzative dei servizi di raccolta differenziata del vetro.

Tabella 9.9 Caratteristiche tecniche dei servizi di RD del vetro

Modalità di raccolta	<i>Stradale</i>	<i>Domiciliare</i>	<i>Grandi utenze</i>	<i>Piattaforma</i>
Punto di conferimento	campana stradale al servizio di più unità abitative	bidone collocato presso condomini	bidone o campana presso le utenze	cassoni scarrabili
Tipo contenitori	campane da 2-3 m ³	bidoni da 120 - 360 litri; ceste da 30-50 litri	bidoni da 120 - 640 litri; campane da 2-3 m ³	scarrabili da 15 - 30 m ³
Densità (abitanti/conten.)	200-500, in funzione della densità abitativa del contesto territoriale di riferimento	2-50	-	-
Mezzo di raccolta	autocarro con cassone aperto dotato di gru	autocarro o motocarro attrezzati con organi di rivoltamento meccanico	autocarro o motocarro con rivoltabidoni, autocarro per svuotamento campane	autocarro attrezzato con organi di caricamento meccanico
Addetti/mezzo	1-2	1-2	1-2	1
Carico/addetto	1.000-3.000 kg/add-h	400-1.000 kg/add-h	-	-
Frequenza	da settimanale a mensile	settimanale-quindecimale	variabile in funzione del tasso di utilizzo del contenitore	variabile in funzione del tasso di utilizzo del contenitore
Rendimento	15-30 kg/ab·a	25-35 kg/ab·a	-	10-25 kg/ab·a
Costi medi	30-60 €/t	60-120 €/t	40-80 €/t	20-60 €/t

Fonte: elaborazione su dati Federambiente e Ambiente Italia

9.4.6 La raccolta della plastica

La plastica presente nei rifiuti comprende materiali molto diversificati. Sul complesso dei Rifiuti Urbani, la plastica incide per una quota variabile tra il 10% e il 14%. La RD della plastica in Italia riguarda essenzialmente i contenitori per liquidi, che costituiscono meno del 2% del totale dei RU e indicativamente il 20% del totale della plastica presente nei ri-

fiuti; negli ultimi anni si è comunque avuta anche una tendenza all'estensione della raccolta ad altri materiali di imballaggio, quali in particolare vaschette alimentari e film.

La raccolta è generalmente effettuata con contenitori stradali (campane o cassonetti), ma vi sono anche diverse esperienze di raccolte domiciliari (sacchi o bidoni), con rendimenti e anche costi più elevati. Tipologie particolari di materiali (ad es. film plastici) possono essere intercettati in piattaforma o dotando utenze commerciali e industriali di contenitori dedicati. Rendimenti di intercettazione superiori possono essere conseguiti con sistemi di raccolta domiciliare e presso le grandi utenze, ma già con raccolte a campana sono conseguibili recuperi superiori al 50-60%, limitatamente ai contenitori per liquidi.

Il basso peso specifico del materiale comporta un costo di raccolta sensibilmente superiore a quello delle altre frazioni del rifiuto, oscillante tra i 150 e i 700 €/t. Il materiale raccolto richiede inoltre un oneroso trattamento di lavorazione intermedio finalizzato alla sua preparazione per il destino a riciclaggio. Nell'ambito dell'accordo quadro ANCI-CONAI 2004 per il recupero dei rifiuti di imballaggio sono stati definiti i corrispettivi attualmente vigenti per la plastica raccolta dai Comuni e conferita al sistema CONAI; tali corrispettivi possono arrivare in particolare fino a 275 €/t nel caso di raccolta finalizzata dei soli contenitori per liquidi. Nella **tabella 9.10** sono riportati i principali parametri progettuali per le diverse modalità organizzative dei servizi di raccolta differenziata della plastica.

Tabella 9.10 Caratteristiche tecniche dei servizi di RD della plastica

Modalità di raccolta	<i>Stradale</i>	<i>Domiciliare</i>	<i>Grandi utenze</i>	<i>Piattaforma</i>
Punto di conferimento	contenitore stradale (campana o cassonetto) al servizio di più unità abitative	di fronte a residenza o negozio, in bidoni o sacchi	bidoni, cassonetti o scarrabili collocati presso grandi attività commerciali e di servizi	cassoni scarrabili
tipo contenitori	cassonetti da 1,1-3,2 m ³ ; campane da 2-3 m ³	bidoni da 240 - 360 litri; sacchi da 50-100 litri	bidoni da 240 - 640 litri; cassonetti da 1,1-3,2 m ³ ; scarrabili da 15 - 30 m ³	scarrabili da 15 - 30 m ³
Densità (abitanti/conten.)	200-500, in funzione della densità abitativa del contesto territoriale di riferimento	20-40	-	-
Mezzo di raccolta	autocarro (campane) o compattatore (cassonetti)	compattatore o motocarro attrezzati o non con organi di rivoltamento meccanico	motocarro, compattatore o autocarro attrezzato con organi di caricamento meccanico	autocarro attrezzato con organi di caricamento meccanico
Addetti/mezzo	1-2	1-3	1-2	1
Carico/addetto	100-350 kg/add-h	80-150 kg/add-h	-	-
Frequenza	da settimanale a mensile	settimanale-quindecimale	in funzione del tasso di utilizzo del contenitore	in funzione del tasso di utilizzo del contenitore
Rendimento	2-5 kg/ab-a	5-10 kg/ab-a	-	2-5 kg/ab-a
Costi medi	200-550 €/t	300-700 €/t	-	150-300 €/t

Fonte: elaborazione su dati Federambiente e Ambiente Italia

9.5 Sistemi di trattamento e smaltimento

9.5.1 Generalità

Il sistema di trattamento e smaltimento dei Rifiuti Urbani in Italia è oggi ancora fortemente basato sul ricorso al conferimento dei rifiuti direttamente in discarica. Il quadro aggiornato al 2004 (tab. 9.11) vede infatti oltre il 50% del RU prodotto smaltito in discarica, il trattamento meccanico-biologico interessa il 23% e l'incenerimento/recupero energetico il 10%; al recupero di materia è quindi destinato il restante 15,4% dei rifiuti.

Tabella 9.11 Gestione dei RU in Italia

Attività di recupero o smaltimento	% su totale produzione
Recupero energetico	0,3%
Compost da frazioni selezionate	5,4%
Biostabilizzato +CDR	20,5%
Discarica	51,9%
Incenerimento	9,7%
Frazione secca stoccata Campania*	2,5%
Altre forme di recupero	9,7%
Totale	100,0%

(*) rifiuti da trattamento meccanico/biologico stoccati in attesa di successivo avvio a smaltimento

Nota: dati di fonte APAT-ONR, riferiti al 2004.

Lo scenario di gestione dei rifiuti che sta lentamente emergendo in questi ultimi anni e che dovrà necessariamente ulteriormente svilupparsi con la progressiva piena attuazione delle norme europee ed italiane è comunque sensibilmente diverso. Non solo si avrà un incremento della RD, ma, in conseguenza delle limitazioni normative al conferimento di rifiuti in discarica, in particolare col divieto di smaltimento di rifiuto urbano indifferenziato, avranno un consistente sviluppo tipologie di trattamento, anche integrate tra loro, quali:

- trattamenti meccanico/biologici (quali selezione/stabilizzazione, bioessiccazione, digestione anaerobica) per l'ottimizzazione delle possibilità di recupero energetico o di materia dei rifiuti, anche a valle delle raccolte differenziate, o comunque per la limitazione degli impatti legati alle successive fasi di smaltimento dei residui;
- trattamenti di compostaggio o di digestione anaerobica (anche integrati) della frazione organica da raccolta differenziata per l'ottenimento di compost destinato a valorizzazione agronomica;
- trattamenti di valorizzazione delle frazioni secche da RD;
- trattamenti termici del rifiuto residuo tal quale o della sua frazione secca, anche ulteriormente qualificata come Combustibile Derivato da Rifiuti (CDR), con valorizzazione del relativo contenuto energetico in impianti di combustione dedicati;
- impianti di valorizzazione energetica non specializzati per rifiuti, quali cementifici o centrali termoelettriche, per l'impiego energetico di una frazione qualificata del rifiuto (CDR).

Lo smaltimento in discarica rappresenterà solo il terminale residuale di un sistema impiantistico costituito dall'integrazione delle diverse tipologie di trattamento.

9.5.2 La discarica controllata

La discarica controllata rappresenta il sistema di smaltimento finale di tutti i residui, provenienti dai diversi sistemi di trattamento dei rifiuti, non più opportunamente recuperabili o ulteriormente trattabili ai fini del contenimento degli impatti ad essi associati.

Nel caso di residui inorganici, la discarica costituisce semplicemente un sistema di contenimento volto a minimizzare i possibili impatti sull'ambiente connessi alla lisciviazione e alla percolazione delle sostanze nocive, alla diffusione nell'atmosfera di polveri, gas e aerosol o all'esposizione diretta all'uomo e agli animali.

Nel caso di residui organici, nella discarica controllata hanno luogo reazioni di degradazione biologica di tipo anaerobico delle componenti biodegradabili del rifiuto, che portano alla graduale mineralizzazione di tali componenti e alla produzione di biogas (gas costituito da metano, per ca. il 50%, e da altre componenti inorganiche).

Ai sensi della normativa vigente (D.Lgs. 36/03), le discariche possono essere classificate, sulla base dei rifiuti cui sono destinate, come:

- discariche per rifiuti inerti;
- discariche per rifiuti non pericolosi (sono incluse in tale classe le discariche per rifiuti urbani tal quali o pretrattati);
- discariche per rifiuti pericolosi.

Dal punto di vista morfologico, le discariche possono suddividersi in: discariche in rilevato, discariche in fossa, discariche in pendio.

Sotto il profilo tecnologico, una discarica destinata a ricevere rifiuti di derivazione urbana (rifiuti urbani tal quali o pretrattati) deve essere costituita dai seguenti sistemi:

- impermeabilizzazione di base: ha la funzione di minimizzare la percolazione di sostanze nocive nel sottosuolo;
- impermeabilizzazione di copertura: consente di minimizzare l'infiltrazione di acque meteoriche nel corpo della discarica e l'emissione di biogas in atmosfera, permette il recupero finale a verde del sito;
- sistema di raccolta e trattamento del percolato: consente l'estrazione dal fondo discarica del percolato, riducendo il rischio di infiltrazioni nel sottosuolo; il percolato è poi avviato a trattamento in impianti di depurazione, salvo essere parzialmente reimmesso in ciclo anche per agevolare le reazioni di degradazione dei rifiuti;
- sistema di captazione e smaltimento del biogas: l'aspirazione del biogas riduce il rischio di dispersioni nell'area circostante la discarica; il biogas intercettato deve di norma essere utilizzato per la produzione di energia; nel caso di impraticabilità del recupero energetico, va comunque garantita la sua combustione in torce;
- sistema di monitoraggio ambientale: costituito da pozzi di monitoraggio, piezometri, inclinometri e capisaldi topografici, sistemi di rilevamento biogas, centralina meteo.

Le operazioni di captazione del biogas e del percolato, le attività di manutenzione e quelle di monitoraggio devono proseguire dopo la chiusura della discarica per un periodo di almeno 30 anni, e comunque fino a che non sia accertato che la discarica non comporta più rischi per la salute e per l'ambiente.

9.5.3 Il trattamento termico

Il trattamento termico rappresenta ormai una tecnologia affidabile per lo smaltimento dei rifiuti. È oggi tecnicamente possibile contenere al minimo le emissioni in aria di sostanze gassose indesiderate e la pericolosità dei residui, recuperando nel contempo una quota interessante del contenuto calorifico dei rifiuti, che può quindi essere ceduto a utenze esterne sotto forma di calore o di energia elettrica. Il trattamento termico del rifiuto può essere finalizzato alla completa combustione del materiale (ossidazione completa) o ad una sua trasformazione tramite processi di ossidazione parziale e/o pirolisi in sostanze combustibili. I combustibili che debbono venire trattati presentano, in generale, un ampio spettro di caratteristiche, sia in relazione al potere calorifico che alla composizione merceologica ed alle caratteristiche fisiche (pezzature, ecc). I parametri del combustibile condizionano le scelte del sistema di combustione o, più in generale, del trattamento termico da adottare.

Le tipologie di forno di combustione (incenerimento) principalmente impiegate sono le seguenti: forno a griglia, forno a letto fluido, forno a tamburo rotante; ognuna di esse ha delle caratteristiche peculiari ed un suo principale campo di applicazione.

In alternativa ai classici processi di incenerimento, cui fanno riferimento le tre tipologie di forni sopra menzionate, vi sono poi altri processi termici basati sull'ossidazione parziale dei rifiuti, come la pirolisi e la gassificazione, condotti sia a bassa che ad alta temperatura. I vantaggi di tali processi, applicati da tempo su flussi specifici di materiali, consistono essenzialmente nei minori volumi di gas originati e nel minore livello di emissione di inquinanti ossidati, come ossidi di zolfo e di azoto. Va ricordato inoltre che spesso tali processi danno origine a residui e materiali ancora combustibili (gas, oli e char); per tale motivo, in alcune configurazioni sono stati inseriti quali trattamenti preliminari alla combustione vera e propria (tab. 9.12). D'altra parte, sono tecnologie che ad oggi hanno ancora trovato uno sviluppo limitato nella loro applicazione al trattamento di rifiuti urbani e di flussi derivati.

Tabella 9.12 Condizioni operative dei trattamenti termici di rifiuti

<i>Condizioni operative</i>	Incenerimento	Gassificazione	Pirolisi
temperatura operativa [°C]	850 - 1.450	500 - 1.600	250 - 700
pressione [bar]	1	1 - 45	1
atmosfera con presenza di	aria	aria, O ₂ , H ₂ O	inerte / N ₂
rapporto stechiometrico	> 1	< 1	0
Prodotti del trattamento			
gassosi	CO ₂ , H ₂ O, O ₂ , N ₂	H ₂ , CO, CO ₂ , CH ₄ , H ₂ O, N ₂	H ₂ , CO, idrocarburi, H ₂ O, N ₂
liquidi	-	-	“tar”, soluzione acquosa
solidi	scorie e ceneri, C incombusto	vetrificato (alta T), scorie e ceneri (medio-bassa T)	scorie e ceneri, “char”

Fonte: Linee Guida GTR Commissione Nazionale IPPC

Un'altra tecnologia di più recente sviluppo, quale il processo di combustione in torcia al plasma, presenta ad oggi un carattere di assoluta sperimentaltà, non essendo supportata da effettive esperienze di applicazione ai rifiuti urbani e a flussi da essi derivati. Tale tecnologia, pur avendo il vantaggio di poter trattare in teoria qualsiasi tipo di rifiuto e di produrre ceneri vetrificate, con i conseguenti benefici in relazione al successivo smaltimento

in discarica, presenta costi di impianto e di impegno energetico che non ne giustificano l'applicazione a rifiuti urbani, quanto piuttosto a flussi di rifiuti di particolari tipologie (rifiuti speciali pericolosi).

Nella **tabella 9.13** si illustra quindi l'applicabilità delle due principali tecnologie (forno a griglia o letto fluido) al trattamento di frazioni derivate da rifiuti di origine urbana.

Tabella 9.13 Tecnologie di combustione di rifiuti urbani, frazioni derivate e assimilabili

Rifiuto	PCI [MJ/kg]	Apparecchiatura	
		Griglia	Letto fluido
RU indifferenziato	8 - 11	+	-
Frazione secca	12 - 15	+	+ *
CDR	min.15	+ **	+
Rifiuti a elevato PCI	> 20	-	+

(*) Previa triturazione

(**) Può essere richiesto l'impiego di griglia raffreddata ad acqua (in funzione del PCI).

Legenda: + = idoneo, - = non idoneo.

Fonte: Linee Guida GTR Commissione Nazionale IPPC

I forni a griglia costituiscono il più tradizionale, diffuso e validato sistema di trattamento termico. In questi impianti i rifiuti sono alimentati in continuo su una griglia, dove ha luogo la combustione primaria in eccesso d'aria a temperature tra 850° e 950°C. Al termine della griglia vengono scaricate le scorie. Il recupero di energia avviene in caldaia e il vapore prodotto può essere sfruttato come tale o alimentato a una turbina per la produzione di energia elettrica. Il rendimento netto di recupero energetico, rispetto al potere calorifico dei rifiuti in ingresso all'impianto, è variabile dal 17% ca. nel caso di sola produzione di energia elettrica al 65% ca. nel caso di recupero termico. Il trattamento fumi avviene con dispositivi aggiuntivi costituiti, negli impianti moderni, almeno da una sezione di depolverazione, da una sezione di trattamento gas acidi, da una sezione di denitrificazione, da una sezione di abbattimento di mercurio e microinquinanti organici. I residui dell'impianto sono principalmente costituiti da scorie (ca. 25-30% in peso per la combustione di RU tal quale, 15-20% per la combustione di frazione secca), ceneri (ca. 2-3% del rifiuto in ingresso), sali e altri residui da trattamenti fumi (ca. 2-4%).

La combustione a letto fluido è una tecnica messa a punto inizialmente nell'industria petrolchimica e che è stata adattata successivamente alla combustione di combustibili piuttosto omogenei e di pezzatura ridotta quali in particolare il CDR. Non si presta alla combustione di rifiuti urbani indifferenziati, che debbono subire un pretrattamento, costituito, come minimo, da operazioni di triturazione e vagliatura. Nei combustori a letto fluido il rifiuto, triturato e depurato da metalli e inerti, è alimentato a un letto di sabbia reso fluido da un flusso di aria primaria e incenerito a temperature relativamente basse (800-850°C) e con lunghi tempi di permanenza. Si distinguono tre principali varianti tecnologiche (letto fluido bollente, letto fluido rotante, letto fluido circolante), in funzione della velocità di fluidizzazione del letto e idonee al trattamento di rifiuti con diverso potere calorifico. Il recupero energetico è analogo a quello dell'incenerimento a griglia. Il trattamento fumi può essere semplificato, non essendo in particolare necessaria una sezione di denitrificazione, grazie alla minor produzione di ossidi di azoto dovuta alla combustione a temperature inferiori rispetto al forno a griglia. I residui dell'impianto sono in genere inferiori a quelli di un inceneritore a griglia: scorie 20-25% dell'input, polveri 1-3%, altri residui 2-5%.

Nel caso di impiego di CDR, il letto fluido può garantire prestazioni più favorevoli sotto il profilo del rendimento energetico e ambientale rispetto all'inceneritore a griglia.

9.5.4 L'impiego di CDR come combustibile alternativo

Il termine CDR (Combustibile Derivato da Rifiuti) identifica una vasta gamma di combustibili derivati dal trattamento dei rifiuti urbani e non. La produzione di CDR comporta varie fasi, distinte a seconda della qualità del combustibile desiderato, di macinazione, vagliatura, selezione e rimozione di materiali, addensamento e preparazione. Il prodotto ottenuto può essere destinato alla co-combustione in impianti industriali e di produzione energetica, in sostituzione parziale di combustibili fossili convenzionali. Gli impieghi più rilevanti in particolare sono la co-combustione in cementifici o in centrali termoelettriche a carbone.

9.5.5 I trattamenti meccanico-biologici

Gli impianti di trattamento meccanico-biologico sono finalizzati al trattamento del rifiuto residuo e possono essere integrati con impianti di trattamento termico, oltre che con impianti di discarica. Gli impianti di trattamento meccanico-biologico prevedono generalmente una fase preliminare di pre-trattamento meccanico (con selezione semplificata), una fase principale di trattamento biologico (con metodi aerobici o anaerobici), un'eventuale post-trattamento meccanico. Si possono in particolare distinguere tre principali processi:

- *Stabilizzazione aerobica*: dopo la fase di selezione (molto limitata nel caso di semplice pre-trattamento a discarica), la frazione putrescibile viene sottoposta a trattamento aerobico di stabilizzazione, per un periodo di 3-4 settimane, e a successiva maturazione. L'eventuale frazione secca separata può essere destinata a combustione, mentre la frazione stabilizzata può essere inviata a discarica o (se la qualità lo consente) impiegata in ripristini ambientali.
- *Bioessiccazione*: dopo un eventuale pretrattamento meccanico, il materiale viene sottoposto a stabilizzazione in condizioni idonee a favorire l'essiccamento più che la degradazione aerobica. Il processo ha solitamente una durata di 10-15 giorni. Il materiale risultante può essere suddiviso meccanicamente in una frazione ad alto potere calorifico e in una frazione a medio-basso potere calorifico. Il trattamento è finalizzato all'impiego termico, in particolare se corredato dalla fase di separazione, o al conferimento in discarica.
- *Digestione anaerobica*: dopo la selezione, la componente biodegradabile viene avviata al digestore anaerobico, da cui si ottengono biogas e fanghi che sono soggetti a successiva stabilizzazione. La frazione secca può avere impieghi energetici.

I flussi in uscita dal trattamento sono fortemente variabili in funzione del tipo di processo adottato e delle modalità di trattamento, smaltimento o recupero cui sono destinati.

9.5.6 Compostaggio

Il compostaggio è un processo biologico di tipo aerobico volto a conseguire la umificazione delle componenti organiche maggiormente degradabili e l'igienizzazione della massa. Il processo di compostaggio può essere approssimativamente distinto in due fasi:

- una prima fase ("intensiva") in cui la biomassa si presenta come ancora fortemente putrescibile e forte consumatrice di ossigeno;

- una fase successiva di rallentamento dei processi metabolici, del conseguente consumo di ossigeno e delle necessità di controllo del processo (“maturazione”).

Sotto il profilo tecnologico esistono diverse varianti:

- sistemi aperti o chiusi, a seconda che il processo avvenga all’aperto o in aree chiuse e confinate rispetto all’ambiente esterno (capannoni, tunnel, reattori a tamburo, box) con captazione e trattamento delle arie di processo;
- sistemi statici o dinamici: a seconda che la massa, almeno durante la fase intensiva, sia o meno soggetta a rivoltamento;
- sistemi aerati o non aerati, a seconda che il processo avvenga con o senza ventilazione forzata, per aspirazione o insufflazione.

L’impiego di processi di maggior complessità tecnologica (quali il rivoltamento in cumulo in sistemi chiusi, con ventilazione forzata) è in particolare indicato per il trattamento di rifiuti a elevata putrescibilità, come la frazione organica da raccolta differenziata e i fanghi da impianti di depurazione. Per rifiuti a minor putrescibilità, come gli scarti verdi da manutenzione di giardini e parchi, possono essere adottati sistemi semplificati. I flussi in uscita dal processo di compostaggio dipendono dalla qualità del materiale in ingresso; indicativamente, si ha: 35%-50% di compost avviato a valorizzazione agronomica, 45%-60% di perdite di processo (perdita di umidità, degradazione della sostanza organica) e una quota fino al 10% di scarti di processo destinati a smaltimento.

9.5.7 Digestione anaerobica

La digestione anaerobica è un processo di conversione in biogas della materia organica presente nei rifiuti, generalmente effettuato operando in soluzione acquosa; il processo ha luogo in un arco di tempo accelerato (10-25 giorni) in reattore chiuso e in assenza d’aria. La degradazione biologica della frazione organica avviene, in condizioni anaerobiche, grazie all’attività di alcuni gruppi di batteri altamente specializzati e può essere distinta in tre fasi: idrolizzazione, trasformazione acida, produzione di metano. Dal processo si generano:

- biogas a elevato contenuto di metano, idoneo a recupero energetico;
- residui solidi fangosi, con un significativo contenuto di sostanza organica e idonei al compostaggio o alla stabilizzazione;
- scarti solidi di processo non recuperabili;
- eventuali acque di processo in eccesso.

I processi di digestione anaerobica possono essere applicati alla frazione organica da raccolta differenziata o anche alla frazione umida derivante da selezione meccanica; nel secondo caso, i fanghi residui non risultano idonei ad applicazioni agronomiche.

Nel caso di trattamento di organico da RD, si possono indicativamente considerare i seguenti flussi in uscita dal processo: 25%-35% di compost a recupero agronomico, 12%-19% di biogas a recupero energetico, 40%-50% di perdite di processo e acque; 5%-12% di scarti di processo a smaltimento. Sotto il profilo energetico, gli impianti di digestione anaerobica consentono una produzione di biogas dell’ordine di 100-200 m³ per tonnellata di materia organica, corrispondenti, al netto degli autoconsumi, a 70-170 kWh per tonnellata di materia organica.

9.5.8 Trattamenti a supporto della raccolta differenziata

I materiali provenienti dalle raccolte differenziate delle frazioni secche devono essere generalmente sottoposti a una fase di selezione prima di poter essere avviati al riciclaggio (per quel che riguarda la frazione organica e il verde, si veda quanto riportato relativamente al processo di compostaggio). La selezione ha due finalità distinte a seconda del tipo di raccolta differenziata considerata:

- raccolte monomateriali: lo scopo della selezione consiste nell'eliminazione di materiali erroneamente conferiti;
- raccolte multimateriali: la selezione consente la separazione delle frazioni secche raccolte in flussi distinti per le singole frazioni, oltre alla possibilità di eliminare i conferimenti impropri.

Tra le diverse tipologie di raccolte monomateriali, quella caratterizzata dalla maggior presenza di impurezze è la raccolta delle bottiglie e dei flaconi in plastica. La tendenza da parte degli utenti a conferire altri materiali plastici porta facilmente a livelli di scarto del 20%-30% sul totale del materiale raccolto. Inoltre, per un miglior collocamento nel mercato del recupero dei materiali raccolti è richiesta una separazione dei materiali plastici per tipo di polimero.

Per quanto riguarda le raccolte multimateriali, si possono distinguere essenzialmente due diverse tipologie di impianto di trattamento, idonee rispettivamente alla selezione del multimateriale dei contenitori per liquidi (le frazioni presenti sono: vetro, plastica, alluminio e banda stagnata) e del multimateriale secco (carta, plastica, metalli, stracci).

In funzione anche della tipologia di materiali trattati, la selezione può avvenire tramite processi essenzialmente manuali (gli addetti operano in postazioni collocate lungo un nastro trasportatore su cui scorre il materiale) o automatizzati (con l'impiego di vagli, trituratori, deferizzatori, separatori amagnetici, separatori ottici).

9.6 Impatti ambientali della gestione dei rifiuti

La prevenzione e la minimizzazione della produzione dei rifiuti sono state definite, sia a livello comunitario sia a livello nazionale, come l'intervento prioritario da attuare nell'ambito della pianificazione della gestione dei rifiuti.

Qualsiasi operazione successiva alla produzione del rifiuto comporta un impatto sull'ambiente. Ogni alternativa gestionale di raccolta, trattamento o smaltimento è tuttavia caratterizzata da impatti diversi e la definizione del sistema ottimale di gestione dei rifiuti non può che derivare da un'integrazione delle diverse opzioni; opzioni che devono essere valutate dal punto di vista della loro affidabilità tecnica, economica e ambientale in relazione alle specificità locali dell'area oggetto della pianificazione (quali la quantità e qualità dei rifiuti generati e le caratteristiche territoriali ed insediative). Nella **tabella 9.14** sono riassunti i principali impatti ambientali legati alle diverse fasi gestionali dei rifiuti.

Tabella 9.14 Impatti ambientali potenziali della gestione dei rifiuti

	Discarica	Compostaggio	Incenerimento	Riciclaggio	Trasporto
Aria	emissioni di CH ₄ e CO ₂ ; odori per diffusione biogas	emissioni di CH ₄ e CO ₂ ; generazione di odori in caso di malfunzionamento del processo	emissione di SO ₂ , NO _x , HCl, HF, NMVOC, CO, CO ₂ , N ₂ O, diossine, dibenzofurani, metalli pesanti (Zn, Pb, Cu, As)	emissione di polveri	emissione di polveri, NO _x , SO ₂ , rilasci di sostanze pericolose per sversamenti accidentali
Acqua	contaminazione acque di falda da metalli pesanti, sali, composti organici persistenti o biodegradabili		deposizione di sostanze pericolose su acque superficiali	scarichi di acque di rifiuto	rischi di contaminazione di acque superficiali e di falda per sversamenti accidentali
Suolo	accumulazione nel suolo di sostanze pericolose		smaltimento in discarica di scorie, ceneri volanti, residui	smaltimento in discarica di scarti di processo	rischi di contaminazione del suolo per sversamenti accidentali
Paesaggio	occupazione del suolo; limitazione per altri usi del suolo	occupazione del suolo; limitazione per altri usi del suolo	intrusione visiva; limitazione per altri usi del suolo	intrusione visiva	traffico
Ecosistemi	contaminazione e accumulazione di sostanze tossiche nella catena alimentare		contaminazione e accumulazione di sostanze tossiche nella catena alimentare		rischi di contaminazione per sversamenti accidentali
Aree urbane	esposizione a sostanze pericolose		esposizione a sostanze pericolose	rumore	rischi di esposizione a sostanze pericolose per sversamenti accidentali; traffico

Elaborazione da Commissione Europea “EU focus on waste management”, 1999

9.7 Competenze dei Comuni

9.7.1 Introduzione

Le competenze dei Comuni in materia di gestione dei rifiuti sono così individuate dalla normativa vigente:

- i Comuni gestiscono o comunque concorrono, nell’ambito delle attività svolte a livello degli Ambiti Territoriali Ottimali, alla gestione dei rifiuti urbani e assimilati;
- i Comuni concorrono a disciplinare la gestione dei rifiuti urbani con appositi regolamenti, nel rispetto dei principi di trasparenza, efficienza, efficacia ed economicità e in coerenza con la pianificazione definita a livello di Ambito Territoriale Ottimale;
- i Comuni sono tenuti a fornire alla Regione, alla Provincia ed alle autorità d’ambito tutte le informazioni sulla gestione dei rifiuti urbani da esse richieste;
- i Comuni sono tenuti ad esprimere il proprio parere in ordine all’approvazione dei progetti di bonifica dei siti inquinati rilasciata dalle Regioni.

9.7.2 Regolamento di gestione del servizio per i Rifiuti Urbani

Il regolamento di gestione del servizio per i Rifiuti Urbani è uno dei principali strumenti amministrativi che i Comuni hanno a disposizione per il perseguimento degli obiettivi previsti in materia di recupero e di corretta gestione dei Rifiuti Urbani e assimilati.

Secondo quanto indicato dalla normativa vigente, il regolamento di gestione del servizio, nel rispetto dei principi di trasparenza, efficienza, efficacia ed economicità e in coerenza con la pianificazione definita a livello di ATO, deve stabilire:

- le misure per assicurare la tutela igienico-sanitaria in tutte le fasi della gestione dei rifiuti urbani;
- le modalità del servizio di raccolta e trasporto dei rifiuti urbani;
- le modalità del conferimento, della raccolta differenziata e del trasporto dei rifiuti urbani e assimilati al fine di garantire una distinta gestione delle diverse frazioni di rifiuti e promuovere il recupero degli stessi;
- le norme atte a garantire una distinta e adeguata gestione dei rifiuti urbani pericolosi e dei rifiuti da esumazione ed estumulazione;
- le misure necessarie a ottimizzare le forme di conferimento, raccolta e trasporto dei rifiuti primari di imballaggio in sinergia con altre frazioni merceologiche, fissando standard minimi da rispettare;
- le modalità di esecuzione della pesata dei rifiuti urbani prima di inviarli al recupero e allo smaltimento;
- l'assimilazione, per qualità e quantità, dei rifiuti speciali non pericolosi ai rifiuti urbani, secondo gli specifici criteri emanati dallo Stato.

Indicativamente, il regolamento di gestione del servizio per i Rifiuti Urbani può essere sviluppato per “titoli” secondo una struttura quale quella esemplificata nella **tabella 9.15**.

Tabella 9.15 Possibile articolazione di un regolamento di gestione del servizio per i Rifiuti Urbani

<i>Titolo</i>		<i>Note</i>
I	Disposizioni generali	riferimenti normativi, ambito di applicazione e definizioni
II	Organizzazione dei servizi	zone di raccolta, allegati planimetrici, ...
III	Modalità di erogazione dei servizi di raccolta del rifiuto indifferenziato	collocazione dei contenitori, mezzi impiegati, frequenza di raccolta, lavaggio
IV	Modalità di erogazione dei servizi di raccolta differenziata	descrizione per ciascun materiale oggetto di raccolta delle modalità organizzative e delle opportunità offerte all'utente (es. piattaforme per i conferimenti differenziati)
V	Altri servizi oggetto di regolamentazione	altri servizi quali spazzamento strade, pulizia mercati, smaltimento cimiteriali ...
VI	Obblighi e divieti per Azienda e utenti	-
VII	Aspetti sanzionatori	disposizioni in materia di controlli, competenze ispettive, sanzioni

9.7.3 Sistema tariffario

Col D.Lgs. 22/97, la tassa per lo smaltimento dei rifiuti è stata soppressa e al suo posto si è istituita una tariffa per la gestione dei rifiuti urbani. La tariffa si caratterizza come:

- strumento economico di attuazione del principio di responsabilizzazione e di cooperazione di tutti i soggetti coinvolti nella produzione, nella distribuzione, nell'utilizzo e nel consumo di beni da cui si originano i rifiuti;
- strumento economico di incentivazione di comportamenti degli utenti coerenti con gli obiettivi di fondo di riduzione dei rifiuti, massimizzazione del recupero, minimizzazione del ricorso alla discarica.

La tariffa è strutturata in modo tale da assicurare la copertura integrale dei costi afferenti al servizio di gestione dei rifiuti urbani e si compone di una quota determinata in relazione alle componenti essenziali del costo del servizio, riferite in particolare agli investimenti per le opere ed ai relativi ammortamenti, nonché da una quota rapportata alle quantità di rifiuti conferiti, al servizio fornito e all'entità dei costi di gestione. È obbligato al pagamento della tariffa chiunque detenga locali o aree scoperte ad uso privato o pubblico che producano rifiuti urbani.

La tariffa si articola poi nelle fasce di utenza domestica e non domestica, attraverso una ripartizione dei costi tra le due categorie, che può comunque prevedere agevolazioni per le utenze domestiche. Agevolazioni possono poi essere previste per le utenze adibite ad uso stagionale o non continuativo. Può essere applicato un coefficiente di riduzione al calcolo della tariffa, proporzionale alle quantità di rifiuti assimilati che il produttore dimostri di avere inviato a recupero. La tariffa è determinata anche in relazione al piano finanziario degli interventi relativi al servizio di gestione dei rifiuti urbani.

Una miglior calibratura della tariffa è conseguibile con il ricorso a metodi di quantificazione dei rifiuti conferiti dalle singole utenze. Negli ultimi anni, si è avuta una diffusione in questo settore di tecnologie già impiegate in altri campi di attività.

Tali tecnologie interessano in particolare i seguenti due aspetti:

- identificazione del contenitore di raccolta: adesivi e bandelle con codice a barre, transponder, GPS installato su mezzo di raccolta;
- quantificazione dei rifiuti conferiti: sistemi di pesatura a celle di carico su telaio veicolo o su organo di sollevamento meccanico.
- In alternativa a sistemi di tariffazione basati sulla pesatura dei rifiuti conferiti, si sono soprattutto diffuse esperienze in cui il peso è stimato a partire dai volumi svuotati;
- tariffazione in base al volume del contenitore di raccolta di cui si dota l'utenza, eventualmente contabilizzando anche il numero effettivo di svuotamenti, tramite l'uso di un sistema di identificazione del contenitore;
- tariffazione conseguita tramite la vendita dei sacchetti che gli utenti devono utilizzare per conferire i rifiuti.

Con l'istituzione della tariffa sono state definite scadenze temporali per la sua applicazione nei singoli Comuni, scadenze che sono poi state oggetto di svariate proroghe negli anni. Ad oggi (dati aggiornati al 2005) risultano aver applicato la tariffa 747 Comuni, corrispondenti a una popolazione di ca. 13.800.000 abitanti.