

Linee guida recanti i criteri per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili ex art. 3, comma 2 del decreto legislativo 372/99

Linee guida relative ad impianti esistenti per le attività rientranti nelle categorie IPPC:

### *5 Gestione dei rifiuti*

*(Linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili per gli impianti di selezione, produzione di CDR e trattamento di apparecchiature elettriche ed elettroniche dismesse)*

## INDICE

## PREMESSA

## A) SCOPI ED OBIETTIVI

## B) IDENTIFICAZIONE DELLA NORMATIVA AMBIENTALE RILEVANTE DI SETTORE

B.1 Normativa comunitaria

B.2 Normativa nazionale

## C) RICOGNIZIONE DELLA SITUAZIONE DEL SETTORE CON RIFERIMENTO ALLA SPECIFICITÀ DEL TESSUTO NAZIONALE INDUSTRIALE

## D) DESCRIZIONE DEI PROCESSI E DELLE TECNOLOGIE DI SELEZIONE, PRODUZIONE DI CDR TRATTAMENTO DI APPARECCHIATURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE

D.1 Introduzione

D.2 Descrizione dei processi: schema generale

D.3 Caratteristiche dell'organizzazione della raccolta differenziata

D.4 Piattaforme per il trattamento dei materiali da raccolta differenziata

D.5 Processi di produzione del combustibile da rifiuti

D.5.1 Il combustibile derivato dai rifiuti (CDR)

D.5.2 Produzione di combustibile da rifiuti da selezione secco-umido e biostabilizzazione della frazione organica

D.5.3 Produzione di combustibile da rifiuti indifferenziati tramite processo di bioessiccazione

D.6 Il trattamento dei beni durevoli e delle apparecchiature elettriche ed elettroniche

D.7 Descrizione delle tecniche e delle tecnologie impiegate negli impianti di selezione, produzione CDR e trattamento apparecchiature elettriche ed elettroniche

D.7.1 Impianti di selezione dei rifiuti destinati al recupero di materia

D.7.2 Descrizione delle tecnologie disponibili per la produzione di combustibile da rifiuti

Esempi applicativi dei processi di produzione del combustibile da rifiuti

A) Esempio di impianto di produzione di CDR

B) Bioessiccazione in biotunnel

C) Bioessiccazione in biocelle

D) Produzione di CDR arricchito con materiale ad alto potere calorifico

D.7.3 Impianti di trattamento delle apparecchiature elettriche ed elettroniche

## E) CONCETTI GENERALI SULLA SCELTA DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE DI SETTORE

E.1 Criteri generali di scelta delle tecnologie

E.1.1. Bilancio di materia

E.1.2 Rendimento di separazione

E.1.3 Rendimento di recupero

E.2 Aspetti tecnici e tecnologici del settore

E.3 Aspetti ambientali

E.3.1 Impatto sull'ambiente

E.3.2 Consumo di energia

- E.3.3 Emissioni e produzione di rifiuti
- E.3.4 Analisi dei rischi
- E.4 Migliori tecniche e tecnologie degli impianti di selezione e produzione combustibile da rifiuti
  - E.4.1 Configurazione base di un impianto
  - E.4.2 Ricezione e Stoccaggio
  - E.4.3 Movimentazioni
  - E.4.4 Modalità di realizzazione di sistemi di selezione
  - E.4.5 Tecniche da considerare nella preparazione del combustibile da rifiuti
  - E.4.6 Monitoraggio del funzionamento delle macchine e programmazione della manutenzione
  - E.4.7 Accorgimenti per limitare la diffusione di rifiuti negli ambienti di lavoro
  - E.4.8 Limitazione delle emissioni
    - E.4.8.1 Tecniche di trattamento delle emissioni gassose
- E.5 Migliori tecniche e tecnologie per gli impianti di trattamento di apparecchiature elettriche ed elettroniche
  - E.5.1 Principi generali
  - E.5.2 Organizzazione e dotazioni dell'impianto
  - E.5.3 Modalità di gestione: criteri generali
    - E.5.3.1 Limitazione delle emissioni
  - E.5.4 Trattamento di specifiche tipologie di apparecchiature elettriche ed elettroniche: requisiti minimi
    - E.5.4.1 Trattamento dei televisori e monitors
    - E.5.4.2 Trattamento dei computers (eccetto il monitor)
    - E.5.4.3 Trattamento di lavatrici e lavastoviglie
  - E.5.5 Requisiti minimi per le operazioni di trattamento di apparecchiature dismesse contenenti sostanze lesive dell'ozono stratosferico
- E.6 Migliori tecniche di gestione degli impianti di selezione, produzione CDR e trattamento RAEE
  - E.6.1 Piano di gestione operativa
  - E.6.2 Programma di sorveglianza e controllo
  - E.6.3 Strumenti di gestione ambientale
  - E.6.4 Aspetti di pianificazione e gestione
- F) IDENTIFICAZIONE DI EVENTUALI TECNICHE ALTERNATIVE
  - F.1 Altri processi di preparazione di combustibili derivati dai rifiuti
  - F.2 Il processo OWS utilizzato a Bassum (Germania)
- G) LE MIGLIORI TECNICHE E TECNOLOGIE
  - G.1 Comuni tecniche da considerare nella determinazione delle BAT
    - G.1.1 Caratteristiche di composizione del rifiuto
    - G.1.2 Ricezione dei rifiuti
    - G.1.3 Procedure di accettazione dei rifiuti
    - G.1.4 Metodi di gestione ambientale
  - G.2. Tecniche da considerare nella determinazione delle BAT per gli impianti di selezione, produzione di CDR e trattamento RAEE
    - G.2.1 Individuazione delle BAT

**H) ANALISI DELL'APPLICABILITÀ DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI****H.1 Applicazione delle BAT**

H.1.1 Le dimensioni dell'impianto

H.1.2 L'età dell'impianto

H.1.3 Le caratteristiche dei rifiuti trattati

H.1.4 Presenza di vincoli di carattere tecnico

H.1.5 Interventi per l'applicazione delle BAT

**H.2 Analisi di applicabilità in termini di costi benefici****I) DEFINIZIONE DEI CRITERI DI INDIVIDUAZIONE E UTILIZZAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI****I.1 La definizione di BAT**

I.1.1 La direttiva 96/61/CE

I.1.2 Impatto ambientale e rischi

I.1.3 Fattibilità tecnico-economica

I.1.4 Processo decisionale per l'individuazione delle BAT

**I.2 Criteri di individuazione delle BAT**

I.2.1. Impiego di tecniche a scarsa produzione di rifiuti

I.2.2 Impiego di sostanze meno pericolose

I.3 Processi, sistemi o metodi operativi sperimentati su scala industriale

I.4 Progressi in campo tecnico e evoluzione delle conoscenze in campo scientifico

I.5 Natura, effetti e volume delle emissioni

I.6 Messa in funzione degli impianti nuovi o esistenti

I.7 Tempo richiesto per l'adozione di una migliore tecnica disponibile

I.8 Consumo di risorse

I.9 Prevenzione e riduzione dell'impatto globale sull'ambiente

I.10 Prevenzione degli incidenti e minimizzazione degli effetti

Glossario-abbreviazioni-acronimi

Bibliografia

## PREMESSA

Il presente documento riassume le proposte del Gruppo Tecnico Ristretto (GTR) sulla gestione dei rifiuti, istituito dalla Commissione Nazionale ex art. 3 comma 2 del DLgs 372/99, nell'ambito delle attività inerenti la redazione delle linee guida per l'individuazione delle migliori tecniche disponibili, meglio note con l'acronimo inglese di BAT ("Best Available Techniques"), ai fini del rilascio, da parte delle autorità competenti nazionali e regionali, dell'autorizzazione integrata ambientale (AIA).

Il GTR risulta così costituito:

- dott.ssa Rosanna Laraia (APAT, coordinatore) designata dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio
- dott. Fabrizio De Poli (MATT), designato dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio
- dott. Marco Di Basilio (ISPESL) e dott.ssa Loredana Musmeci (ISS), designati dal Ministero della salute
- ing. Giuseppe Di Masi, designato dal Ministero delle attività produttive
- dott. Guido Morini e dott. Paolo Cesco designati da Confindustria
- dott. Antonio Stifanelli designato da Federambiente

Il documento è stato elaborato nell'ambito del sottogruppo "Impianti di selezione, produzione di CDR e trattamento di apparecchiature elettriche ed elettroniche dismesse" al quale hanno partecipato, oltre alla dott.ssa Rosanna Laraia, coordinatore del GTR i seguenti esperti:

- ing. Valeria Frittelloni (APAT)
- P.C.I. Letteria Adella (APAT).
- ing. Giuseppe Sorace (Federambiente)
- ing. Valentina Cipriano (Federambiente)

## A - Scopi ed obiettivi

Con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, di concerto con il Ministro delle attività produttive e con il Ministro della Salute, in data 15 aprile 2003, è stata istituita la Commissione Nazionale ex art. 3, comma 2, del decreto legislativo 372/99 (recepimento della direttiva 96/61/CE nota come "IPPC"), per la redazione di linee guida per l'individuazione delle Migliori Tecniche Disponibili (MTD) meglio note con l'acronimo inglese di BAT ("Best Available Techniques"), ai fini del rilascio, da parte delle autorità competenti nazionali e regionali, dell'autorizzazione integrata ambientale (AIA).

La Commissione suddetta ha istituito, a sua volta, tredici gruppi tecnici ristretti (GTR), composti da rappresentanti dei ministeri interessati e degli interessi industriali, ed ha incaricato i GTR di predisporre una proposta di linee guida in ciascuno dei tredici settori ritenuti al momento prioritari.

A livello comunitario la Commissione Europea (CE) ha istituito da tempo, ai fini dell'attuazione della suddetta direttiva, un apposito "ufficio IPPC" con sede presso il Centro Comunitario di Ricerche di Siviglia. L'ufficio in questione coordina una serie di gruppi tecnici cui spetta il compito di redigere dei documenti di riferimento per l'individuazione delle BAT, i cosiddetti "Best Available Techniques Reference documents", (BRefs).

Nel presente documento sono riportati i risultati dei lavori del GTR "Gestione dei rifiuti", sottogruppo "Impianti di selezione, produzione CDR e trattamento beni durevoli".

Riguardo agli impianti trattati nel presente documento, va evidenziato che sono individuati dalla Direttiva IPPC nell'ambito delle operazioni di trattamento di rifiuti non pericolosi di cui all'allegato IIA della direttiva 75/442/CEE al punto D9 con capacità superiore a 50 tonnellate al giorno (circa 15.000 t/anno). Per quanto riguarda i beni durevoli per la maggior parte classificati come rifiuti pericolosi il riferimento è quello relativo agli impianti di eliminazione di rifiuti pericolosi di cui alla direttiva 91/689/CEE quali definiti nell'allegato IIA con capacità superiore a 10 tonnellate al giorno (circa 3.000 t/anno).

Gli impianti oggetto del Rapporto sono inseriti, solo in parte, nel documento Europeo sulle migliori tecniche disponibili: "Best Available Techniques Reference Document for the Waste Treatments Industries", in particolare il documento europeo non contiene alcuna indicazione riguardo agli impianti di trattamento e recupero di apparecchiature elettriche ed elettroniche.

In particolare il documento BRef tratta gli impianti di trattamento meccanico biologico finalizzati alla produzione di Combustibile derivato dai rifiuti (CDR) e gli impianti di stoccaggio, selezione, miscelazione, adeguamento volumetrico dei rifiuti destinati a successive operazioni di smaltimento/recupero.

Scopo principale del presente documento è quello di costituire un riferimento sulle conoscenze tecniche e tecnologiche del settore specifico, che possa essere di aiuto sia all'operatore in sede di presentazione della domanda di autorizzazione integrata ambientale, sia all'autorità competente che dovrà istruire il procedimento e rilasciare la relativa autorizzazione.

A tale fine si è cercato di fornire:

- un quadro quanto più esaustivo dello stato attuale e delle prospettive riguardo ai processi ed alle tecnologie di selezione e produzione di CDR, includendo in tale accezione non solo i rifiuti urbani (RU), ma anche i rifiuti speciali (RS) di origine commerciale o industriale, nonché gli impianti di trattamento dei rifiuti elettrici ed elettronici individuati dall'articolo 227 del D.Lgs 152/2006;
- informazioni riguardo agli attuali livelli di emissioni ed ai consumi di risorse (materie prime ed energia) del settore;
- alcune linee guida su possibili tecniche che possono costituire BAT di riferimento a livello nazionale, tenuto conto della specifica situazione del settore in Italia.

Sulla definizione delle BAT, in particolare, si intende qui evidenziare che la loro applicabilità non può risultare di carattere generale, essendo fortemente influenzata dalla tipologia di rifiuti trattati,

dalle caratteristiche dell'impianto di trattamento e, soprattutto, dalle condizioni locali nelle quali lo specifico impianto è installato.

A questo riguardo, di particolare rilevanza risulta essere l'aspetto relativo all'analisi costi-benefici delle BAT individuate, che assume un significato molto ampio che deve includere i costi ed i benefici sia per gli operatori che per la collettività.

**B - Identificazione della normativa ambientale rilevante di settore**

Di seguito, viene riportato un elenco non esaustivo della normativa comunitaria e nazionale in tema di gestione dei rifiuti e di riduzione dell'impatto sull'ambiente che può presentare risvolti sul settore del trattamento dei rifiuti.

L'elenco riportato non ha alcuna pretesa di completezza e non può, pertanto, costituire un riferimento da adottare nei procedimenti autorizzativi, anche alla luce del fatto che esso non include la normativa regionale, alla quale occorre attenersi per l'esercizio degli impianti.

**B.1 Normativa Comunitaria**

**Direttiva 76/769/CEE del 27 luglio 1976** *concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri relative alle restrizioni in materia di immissione sul mercato e di uso di talune sostanze e preparati pericolosi.*

**Direttiva 84/360/CEE del 28 giugno 1984** *concernente la lotta contro l'inquinamento atmosferico provocato dagli impianti industriali.*

**Direttiva 85/467/CE del 1° ottobre 1985** *recante sesta modifica (PCB/PCT) della direttiva 76/769/CEE concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri relative alle restrizioni in materia di ammissione sul mercato e di uso di talune sostanze e preparati pericolosi.*

**Direttiva 86/278/CEE del 12 giugno 1986** *concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura*

**Direttiva 89/369/CEE dell'8 giugno 1989** *sulla prevenzione dell'inquinamento atmosferico provocato dai nuovi impianti di incenerimento dei rifiuti urbani.*

**Direttiva 89/429/CEE del 21 giugno 1989** *sulla riduzione dell'inquinamento atmosferico provocato dagli impianti esistenti di incenerimento dei rifiuti urbani.*

**Direttiva 91/271/CEE del 21 maggio 1991** *concernente il trattamento delle acque reflue urbane.*

**Direttiva 91/689/CEE del 12 dicembre 1991** *relativa ai rifiuti pericolosi.*

**Direttiva 91/692/CEE del 23 dicembre 1991** *per la standardizzazione e la razionalizzazione delle relazioni relative all'attuazione di talune direttive concernenti l'ambiente.*

**Reg. (CEE) n. 793/93 del 23 marzo 1993** *"Valutazione e controllo dei rischi presentati dalle sostanze esistenti"*.

**Reg. (CEE)n. 1488/94 del 28 giugno 1994** *"Principi per la valutazione dei rischi per l'uomo e per l'ambiente delle sostanze esistenti, a norma del regolamento (CEE) n. 793/93 del Consiglio"*.

**Direttiva 94/31/CE del 27 giugno 1994** *che modifica la Direttiva 91/689/CEE relativa ai rifiuti pericolosi.*

**Direttiva 94/67/CE del 16 dicembre 1994** *sull'incenerimento dei rifiuti pericolosi.*

**Direttiva 96/61/CE del 24 settembre 1996** *sulla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento.*

**Decisione 96/350/CE del 24 maggio 1996** *che adatta gli allegati IIA e IIB della Direttiva 75/442/CEE relativa ai rifiuti.*

**Direttiva 96/82/CE del 9 dicembre 1996** *relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose (Seveso BIS).*

**Direttiva 96/59/CE del 16 settembre 1996** *concernente lo smaltimento dei Policlorodifenili e dei Policlorotrifenili (PCB/PCT).*

**Risoluzione 97/76/CEE del 24 febbraio 1997** *Strategia comunitaria per la gestione dei rifiuti.*

**Direttiva 99/31/CE del 26 aprile 1999** *relativa alle discariche dei rifiuti.*

**Decisione 2000/532/CE del 3 maggio 2000** *che sostituisce la decisione 94/3/CE che istituisce un elenco di rifiuti conformemente all'art.1, lettera a), della Direttiva 75/442/CEE del Consiglio relativa ai rifiuti e la Decisione 94/904/CE del Consiglio che istituisce un elenco di rifiuti pericolosi ai sensi dell'art.1, paragrafo 4, della Direttiva 91/689/CEE del Consiglio relativa ai rifiuti pericolosi.*

**Direttiva 2000/53/CE del 18 settembre 2000** *relativa ai veicoli fuori uso.*

**Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000** *che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque*

**Direttiva 2000/59/CE del 27 novembre 2000** *relativa agli impianti portuali di raccolta per i rifiuti prodotti dalle navi e i residui del carico.*

**Direttiva 2000/76/CE del 4 dicembre 2000** *relativa all'incenerimento dei rifiuti.*

**Decisione 2001/68/CE del 16 gennaio 2001** *che definisce i parametri relativi ai PCB ai sensi dell'articolo 10, lettera a) della direttiva 96/59/CE concernente lo smaltimento dei policlorobifenili e policlorotrifenili (PCB/PCT).*

**Direttiva 2001/58/CE del 27 luglio 2001** *che modifica per la seconda volta la direttiva 91/155/CEE che definisce e fissa le modalità del sistema di informazione specifica concernente i preparati pericolosi ai sensi dell'art. 14 della direttiva 1999/45/CE del Parlamento europeo e del Consiglio nonché quelle relative alle sostanze pericolose conformemente all'art. 27 della direttiva 67/548/CEE del Consiglio (schede dati di sicurezza).*

**Decisione 2001/118/CE del 16 gennaio 2001** *che modifica l'elenco di rifiuti istituito dalla Decisione 2000/532/CE.*

**Decisione 2001/119/CE del 22 gennaio 2001** *che modifica la Decisione 2000/532/CE che sostituisce la decisione 94/3/CE che istituisce un elenco di rifiuti conformemente all'art. 1, lettera a), della Direttiva 75/442/CEE del Consiglio relativa ai rifiuti e la Decisione 94/904/CE del Consiglio che istituisce un elenco di rifiuti pericolosi ai sensi dell'art.1, paragrafo 4, della Direttiva 91/689/CEE del Consiglio relativa ai rifiuti pericolosi.*

**Decisione 2001/573/CE del 23 luglio 2001** *che modifica l'elenco di rifiuti contenuto nella decisione 2000/532/CE.*

**Decisione 2001/753/CE del 17 ottobre 2001** *relativa al questionario che gli Stati membri devono utilizzare per le loro relazioni sull'attuazione della direttiva 2000/53/CE relativa ai veicoli fuori uso.*

**Decisione 2002/151/CE del 19 febbraio 2002** *relativa ai requisiti minimi per il certificato di rottamazione rilasciato ai sensi dell'art. 5, paragrafo 3 della direttiva 2000/53/CE relativa ai veicoli fuori uso.*

**Decisione 2002/525/CE del 27 giugno 2002** *che modifica l'allegato II della direttiva 2000/53/CE relativa ai veicoli fuori uso.*

**Decisione 2002/1600/CE del 22 luglio 2002** *che istituisce il sesto programma comunitario di azione in materia di ambiente.*

**Decisione 2002/909/CE del 13 novembre 2002** *relativa alle norme italiane che dispensano dagli obblighi di autorizzazione gli stabilimenti o le imprese che provvedono al recupero dei rifiuti pericolosi ai sensi dell'articolo 3 della direttiva 91/689/CEE relativa ai rifiuti pericolosi.*

**Regolamento (CE) n. 2150/2002 del 25 novembre 2002** *relativo alle statistiche sui rifiuti.*

**Decisione 2003/33/CE del 19 dicembre 2002,** *che stabilisce criteri e procedure per l'ammissione dei rifiuti nelle discariche ai sensi dell'articolo 16 e dell'allegato II della direttiva 1999/31/CE.*

**Direttiva 2002/95/CE del 27 gennaio 2003** *sulla restrizione d'uso di determinate sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche.*

**Direttiva 2002/96/CE del 27 gennaio 2003** *sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE).*

**Decisione 2003/138/CE del 27 febbraio 2003** *che stabilisce norme di codifica dei componenti e dei materiali per i veicoli a norma della direttiva 2000/53/CE relativa ai veicoli fuori uso.*

**Comunicazione della Commissione Europea del 27 maggio 2003,** *Verso una Strategia tematica di prevenzione e riciclo dei rifiuti - Com(2003)301 definitivo.*

**Direttiva 2004/12/CE dell'11 febbraio 2004** *"Modifiche alla direttiva 94/62/CE sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio"*

**Direttiva 2004/107/CE del 15 dicembre 2004** *concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente*

**Comunicazione della Commissione Europea del 21 dicembre 2005** “Portare avanti l'utilizzo sostenibile delle risorse: una strategia tematica sulla prevenzione e il riciclaggio dei rifiuti”- Com(2005)666 definitivo.

**Decisione 2004/249/CE dell' 11 marzo 2004** relativa al questionario ad uso degli stati membri sull'attuazione della direttiva 2002/96/CE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE).

**Decisione 2004/279/CE del 19 marzo 2004** concernente orientamenti per l' attuazione della direttiva 2002/03/CE relativa all' ozono nell' aria.

**Regolamento 2005/782/CE del 24 maggio 2005** che stabilisce il formato per la trasmissione dei risultati delle statistiche sui rifiuti

**Regolamento 2005/1445/CE del 5 settembre 2005** che definisce gli opportuni criteri di valutazione della qualità e i contenuti delle relazioni sulla qualità delle statistiche sui rifiuti ai fini del regolamento (CE) n. 2150/2002 del Parlamento europeo e del Consiglio

**Direttiva 2006/12/CE del 5 aprile 2006** relativa ai rifiuti

**Regolamento 2006/1013/CE del 14 giugno 2006** relativo alle spedizioni di rifiuti

## **B.2 Normativa Nazionale**

### *Normativa generale sui rifiuti e sugli impianti di trattamento rifiuti*

**Deliberazione del Comitato interministeriale 27 luglio 1984** Disposizioni per la prima applicazione dell'art. 4 del decreto del Presidente della Repubblica **10 settembre 1982 n. 915, concernente lo smaltimento dei rifiuti**

**D.Lgs 27 gennaio 1992, n. 99** “Attuazione della direttiva 86/278/CEE concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura”

**Legge 28 dicembre 1993, n. 549** “Misure a tutela dell'ozono stratosferico e dell'ambiente” (come modificata dalla **legge 16 giugno 1997, n. 179**).

**D.M. 29 ottobre 1997** “Approvazione statuto CONAP”.

**D.M. 5 febbraio 1998** “Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli artt. 31 e 33 del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22”.

**D.M. 28 aprile 1998, n. 406** “Regolamento recante norme di attuazione di direttive dell'Unione europea, avente ad oggetto la disciplina dell'Albo nazionale delle imprese che effettuano la gestione dei rifiuti”

**D.M. 15 luglio 1998** “Approvazione statuti consorzi di filiera”.

**D.M. 1 aprile 1998, n. 145** “Regolamento recante la definizione del modello e dei contenuti del formulario di accompagnamento dei rifiuti ai sensi degli artt. 15, 18 comma 2, lettera e), e comma 4, del D.Lgs. 22/97”.

**D.M. 1 aprile 1998, n. 148** “Regolamento recante approvazione del modello dei registri di carico e scarico dei rifiuti ai sensi degli artt. 12, 18, comma 2, lettera m), e 18, comma 4 del D.Lgs. 22/97”.

**D.M. 4 agosto 1998, n. 372** “Regolamento recante norme sulla riorganizzazione del catasto dei rifiuti”

**D.M. 3 settembre 1998, n. 370** “Regolamento recante le norme concernenti le modalità di prestazione della garanzia finanziaria per il trasporto transfrontaliero dei rifiuti”.

**Legge 9 dicembre 1998, n. 426** “Nuovi interventi in campo ambientale”

**Legge 25 febbraio 2000, n. 33** “conversione in legge con modificazioni del D.L. 30 dicembre 1999, n. 500 recante disposizioni urgenti concernenti la proroga di termini per lo smaltimento in discarica di rifiuti e per le comunicazioni relative ai PCB nonché l'immediata attuazione di risorse finanziarie necessarie all'attivazione del protocollo di Kyoto”.

**D.M. 25 febbraio 2000, n. 124** “Regolamento recante i valori limite di emissione e le norme tecniche riguardanti le caratteristiche e le condizioni di esercizio degli impianti di incenerimento e co-incenerimento dei rifiuti pericolosi, in attuazione della Direttiva 94/67/CEE del Consiglio del 16

Dicembre 1994, e ai sensi dell'articolo 3, comma 2, del DPR 24 maggio 1988, n. 203 e dell'articolo 18, comma 2, lettera a), del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n.22".

**Legge 23 marzo 2001, n. 93** "Disposizioni in campo ambientale".

**Legge 20 agosto 2001, n. 335** "Conversione in legge del DL 16 luglio 2001, n. 286 recante differimento di termini in materia di smaltimento rifiuti".

**Legge 31 ottobre 2001, n. 399** "Istituzione di una Commissione parlamentare di inchiesta sul ciclo dei rifiuti".

**Legge 21 dicembre 2001, n. 443** "Delega al Governo in materia di infrastrutture ed insediamenti produttivi strategici ed altri interventi per il rilancio delle attività produttive".

**Direttiva Ministero dell'ambiente e tutela del territorio 9 aprile 2002** "Indicazioni per la piena e corretta applicazione del regolamento comunitario n. 2557/2001 sulle spedizioni di rifiuti ed in relazione al nuovo elenco dei rifiuti".

**D.M. 12 giugno 2002, n. 161** "Regolamento attuativo degli articoli 31 e 33 del D.Lgs. 22/97, relativo all'individuazione dei rifiuti pericolosi che è possibile ammettere alle procedure semplificate".

**Legge 31 luglio 2002, n. 179,** "Disposizioni in materia ambientale" (Collegato ambientale alla Finanziaria 2002).

**DPCM 24 dicembre 2002** Approvazione del nuovo modello unico di dichiarazione ambientale per l'anno 2003

**D.Lgs. 13 gennaio 2003, n. 36** "Attuazione della Direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti".

**D.Lgs. 24 giugno 2003, n. 182,** "Attuazione della direttiva 2000/59/CE relativa agli impianti portuali di raccolta per i rifiuti prodotti dalle navi ed i residui del carico".

**D.Lgs. 24 giugno 2003, n. 209,** "Attuazione della direttiva 2000/53/CE relativa ai veicoli fuori uso".

**D.M. 8 maggio 2003, n. 203,** "Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30 % del fabbisogno medesimo" (Green Public Procurement).

**D.P.R. 15 luglio 2003, n. 254** "Regolamento recante disciplina della gestione dei rifiuti sanitari a norma dell'articolo 24 della legge 31 luglio 2002, n. 179".

**Legge 31 ottobre 2003, n. 306** "Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee" (Legge Comunitaria 2003).

**D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387** "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità".

**Legge 15 dicembre 2004, n. 308** "Delega al Governo per il riordino, il coordinamento e l'integrazione della legislazione in materia ambientale e misure di diretta applicazione"

**DPCM 22 dicembre 2004** "Approvazione del modello unico di dichiarazione ambientale per l'anno 2005 - cap. 1 sezione veicoli a fine vita o fuori uso".

**D.Lgs. 11 maggio 2005, n. 133** "Attuazione della direttiva 2000/76/CE, in materia di incenerimento dei rifiuti".

**D.Lgs. 25 luglio 2005, n. 151** "Attuazione della direttiva 2002/95/CE, della direttiva 2002/96/CE e della direttiva 2003/108/CE, relative alla riduzione dell'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, nonché allo smaltimento dei rifiuti".

**D.M. 3 agosto 2005** "Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica".

**D.M. 17 novembre 2005, n. 269** "Regolamento attuativo degli articoli 31 e 33 del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, relativo all'individuazione dei rifiuti pericolosi provenienti dalle navi, che è possibile ammettere alle procedure semplificate"

**D.Lgs 23 febbraio 2006, n. 149** "Disposizioni correttive ed integrative al D.Lgs 24 giugno 2003, n. 209, recante attuazione della direttiva 2000/53/CE in materia di veicoli fuori uso".

**D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152** “*Norme in materia ambientale*”, parte IV

**Decreto 5 aprile 2006, n.186** “*Regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998 "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero, ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22"*”

**D. Lgs 29 aprile 2006, n. 217** “*Revisione della disciplina in materia di fertilizzanti*”.

**Decreto 5 maggio 2006** “*Individuazione dei rifiuti e dei combustibili derivati dai rifiuti ammessi a beneficiare del regime giuridico riservato alle fonti rinnovabili*”

#### ***Inquinamento atmosferico e contenimento emissioni***

**D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203** “*Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360, e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 18*”.

**D.P.C.M. 21 luglio 1989** “*Atto di indirizzo e coordinamento alle Regioni, ai sensi dell'articolo 9 della legge 8 luglio 1986, n. 349, per l'attuazione e l'interpretazione del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203, recante norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto da impianti industriali*”.

**D.M. 12 luglio 1990** “*Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione*”.

**D.P.R. 25 luglio 1991** “*Modifiche all'atto di indirizzo e coordinamento in materia di emissioni poco significative e di attività a ridotto inquinamento atmosferico, emanato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 21 luglio 1989*”.

**Legge 15 gennaio 1994, n. 65** “*Ratifica ed esecuzione della convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, con allegati, fatta a New York il 9 maggio 1992*”.

**D.M. 15 aprile 1994** “*Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli articoli 3 e 4 del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203, e dell'art. 9 del decreto ministeriale 24 maggio 1991*”.

**D.M. 21 dicembre 1995** “*Disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera dagli impianti industriali*”.

**D.M. 19 novembre 1997, n. 503** “*Regolamento recante norme per l'attuazione delle Direttive CEE 89/369 e 89/429 concernenti la prevenzione dell'inquinamento atmosferico provocato dagli impianti di incenerimento dei rifiuti urbani e la disciplina delle emissioni e delle condizioni di combustione degli impianti di incenerimento dei rifiuti urbani, di rifiuti speciali non pericolosi, nonché di taluni rifiuti sanitari*”.

**D.Lgs. 4 agosto 1999, n. 351** “*Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente*”.

**D.M. 25 agosto 2000** “*Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203*”.

**D.M. 4 giugno 2001** “*Programmi di rilievo nazionale per la riduzione delle emissioni di gas serra, in attuazione dell'art. 3 del decreto ministeriale 20 luglio 2000, n. 337*”.

**D.P.C.M. 8 marzo 2002** “*Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione*”.

**D.M. 2 aprile 2002, n. 60** “*Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio*”.

**Legge 1° giugno 2002, n. 120** “*Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997*”.

**D.M. 20 settembre 2002** “*Attuazione dell'articolo 5 della legge 28 dicembre 1993, n. 549, recante misure a tutela dell'ozono stratosferico*”.

**Decreto 16 gennaio 2004, n. 44** “Recepimento della direttiva 1999/13/CE relativo alla limitazione delle emissioni di composti organici volatili di talune attività industriali ai sensi dell’art. 3, comma 2, del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203”.

**Decreto legislativo 21 maggio 2004, n. 171** “Attuazione della direttiva 2001/81/CE relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici”

**D.Lgs 21 maggio 2004, n. 183** “Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all’ozono nell’aria”.

**D.M. 26 gennaio 2005** “Istituzione presso la Direzione generale per la salvaguardia ambientale del comitato tecnico previsto dall’articolo 3, comma 2, del decreto legislativo 21 maggio 2004, n. 171”

#### **Tutela delle risorse idriche**

**Legge 11 novembre 1996, n. 574** “Nuove norme in materia di utilizzazione agronomica delle acque di vegetazione e di scarichi dei frantoi oleari”.

**D.M. 23 marzo 2000 recante** “Approvazione dei Metodi ufficiali di analisi delle acque per uso agricolo e zootecnico”.

**D.M. 28 luglio 2004** “Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del minimo deflusso vitale, di cui all’articolo 22, comma 4, del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152”.

**D.M. 12-6-2003 n. 185** “Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell’articolo 26, comma 2, del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152”

**D.M. 6 luglio 2005** “Criteri e norme tecniche generali per la disciplina regionale dell’utilizzazione agronomica delle acque di vegetazione e degli scarichi dei frantoi oleari, di cui all’articolo 38 del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152”

**D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152** “Norme in materia ambientale”, parte III

#### **Valutazione Impatto Ambientale e IPPC**

**Legge 8 luglio 1986, n. 349** “Istituzione del Ministero dell’ambiente e norme in materia di danno ambientale”.

**D.P.C.M. 10 agosto 1988, n. 377** “Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all’art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, recante istituzione del Ministero dell’ambiente e norme in materia di danno ambientale”.

**D.P.C.M. 27 dicembre 1988** “Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all’art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell’art. 3 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 agosto 1988, n. 377”.

**D.P.R. 12 aprile 1996** “Atto di indirizzo e coordinamento per l’attuazione dell’art. 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale”.

**D.P.R. 11 febbraio 1998** “Disposizioni integrative al D.P.C.M. 10 agosto 1988, n. 377, in materia di disciplina delle pronunce di compatibilità ambientale, di cui alla L. 8 luglio 1986, n. 349, art. 6”.

**D.P.R. 2 settembre 1999, n. 348** “Regolamento recante norme tecniche concernenti gli studi di impatto ambientale per talune categorie di opere”.

**D.P.C.M. 3 settembre 1999** “Atto di indirizzo e coordinamento che modifica ed integra il precedente atto di indirizzo e coordinamento per l’attuazione dell’art. 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione dell’impatto ambientale”.

**D.M. 23 novembre 2001** “Dati, formato e modalità della comunicazione di cui all’art. 10, comma 1, del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 372” (realizzazione dell’Inventario Nazionale delle Emissioni e loro Sorgenti (INES).

**D.M. 26 aprile 2002** “Modifiche al decreto ministeriale 23 novembre 2001 in materia di dati, formato e modalità della comunicazione di cui all’art.10 del decreto legislativo n. 372 del 1999”.

**Legge 1° marzo 2002, n. 39** “Disposizioni per l’adempimento di obblighi derivanti dall’appartenenza dell’Italia alle Comunità Europee” (Legge Comunitaria 2002).

**D.M. 19 novembre 2002** “Istituzione della commissione di cui all’art. 3, comma 2, ultimo periodo, del decreto legislativo n. 372/1999”.

**D.L. 24 dicembre 2003, n. 355** così come convertito con modificazioni in **legge 27 febbraio 2004, n.47** “Proroga di termini previsti da disposizioni legislative”.

**D.M. 1° aprile 2004** “Linee guida per l’utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale”.

**D.Lgs. 18 febbraio 2005, n. 59** “Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell’inquinamento” (IPPC).

#### *Sicurezza e Igiene del Lavoro*

**D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547** “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro”.

**D.P.R. 19 marzo 1956, n. 303** “Norme generali per l’igiene del lavoro”.

**Legge 5 marzo 1990, n. 46** “Norme per la sicurezza degli impianti”.

**D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447** “Regolamento di attuazione della legge 46/90 in materia di sicurezza degli impianti”.

**D.Lgs. 19 settembre 1994, n. 626** “Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro”.

**D.Lgs. 4 dicembre 1992, n. 475** “Attuazione della direttiva 89/686/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai dispositivi di protezione individuale”.

**D.Lgs. 19 marzo 1996, n. 242** “Modifiche ed integrazioni al Decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, recante l’attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro”.

**D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 493** “Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro”.

**D.M. 10 marzo 1998** “Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione delle emergenze nei luoghi di lavoro”.

**D.Lgs. 25 febbraio 2000, n. 66** “Attuazione delle direttive 97/42/CE e 1999/38/CE, che modificano la direttiva 90/394/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni durante il lavoro” (TITOLO VII del D.Lgs. 626/94).

**D.Lgs. 2 febbraio 2002, n. 25** “Attuazione della direttiva 1998/24/CE sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro”.

**D.Lgs. 12 giugno 2003, n. 233** “Attuazione della direttiva 1999/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive” (TITOLO VIII-bis del D.Lgs. 626/94).

**D.Lgs. 23 giugno 2003, n. 195** “Capacità e requisiti professionali richiesti agli addetti ed ai responsabili dei servizi di prevenzione e protezione dei lavoratori”.

**D.Lgs. 8 luglio 2003, n. 235** “Requisiti minimi di sicurezza e di salute per l’uso delle attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori”.

**D.M. 26 febbraio 2004** “Definizione di una prima lista di valori limite indicativi di esposizione professionale agli agenti chimici”.

**D.M. 3 novembre 2004** “Disposizioni relative all’installazione ed alla manutenzione dei dispositivi per l’apertura delle porte installate lungo le vie di esodo, relativamente alla sicurezza in caso d’incendio”.

**D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 187** “Attuazione della direttiva 2002/44/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all’esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti da vibrazioni meccaniche”.

**Inquinamento acustico**

**D.P.C.M. 1° marzo 1991** “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno”.

**Legge 26 ottobre 1995, n. 447** “Legge quadro sull'inquinamento acustico”.

**D.M. 11 dicembre 1996** “Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo”.

**D.P.C.M. 14 novembre 1997** “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”.

**D.M. 16 Marzo 1998** “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico”.

**D.Lgs. 4 settembre 2002, n. 262** “Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto”.

**D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 194** “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale”.

**Sostanze pericolose**

**R.D. 18 giugno 1931, n. 773** “Testo unico delle leggi di pubblica sicurezza”.

**D.M. 3 dicembre 1985** “Classificazione e disciplina dell'imballaggio e dell'etichettatura delle sostanze pericolose, in attuazione delle direttive emanate dal Consiglio e dalla Commissione delle Comunità europee”.

**D.M. del 23 febbraio 1988, n. 84** “Etichettatura speciale da applicare su sostanze e preparati pericolosi”.

**D.P.R. 24 maggio 1988, n. 216** “Attuazione della direttiva CEE 85/467 recante la sesta modifica (PCB/PCT) della direttiva CEE n. 76/769 concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri relative alle restrizioni in materia di immissione sul mercato e di uso di talune sostanze e preparati pericolosi, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183”.

**D.M. 11 febbraio 1989** “Modalità per l'attuazione del censimento dei dati e per la presentazione delle denunce delle apparecchiature contenenti fluidi isolanti a base di PCB”.

**D.M. 17 gennaio 1992** “Modalità di etichettatura degli apparecchi e impianti contenenti policlorobifenili (PCB) e policlorotriifenili (PCT)”.

**D.M. 29 luglio 1994** “Attuazione delle direttive CEE numeri 89/677, 91/173, 91/338 e 91/339 recanti, rispettivamente, l'ottava, la nona, la decima e l'undicesima modifica della direttiva CEE n. 76/769 per il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri relative alle restrizioni in materia di immissione sul mercato e di uso di talune sostanze e preparati pericolosi, ai sensi dell'art. 27 della legge 22 febbraio 1994, n. 146”.

**D.Lgs. 3 febbraio 1997, n. 52** “Attuazione della direttiva 92/32/CEE concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose”.

**D.M. 4 aprile 1997** “Attuazione dell'art. 25, commi 1 e 2, del decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 52, concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose, relativamente alla scheda informativa in materia di sicurezza”.

**D.M. 28 aprile 1997** “Attuazione dell'art. 37, commi 1 e 2, del decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 52, concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose”.

**D.M. 12 agosto 1998** “Recepimento delle direttive 94/60/CE, 96/55/CE, 97/10/CE, 97/16/CE, 97/56/CE e 97/64/CE recanti modifiche alla direttiva 76/769/CEE del Consiglio del 27 luglio 1976 concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri relative alle restrizioni in materia di immissione sul mercato e di uso di talune sostanze e preparati pericolosi”.

**D.Lgs. 22 maggio 1999, n. 174** “Disciplina sanzionatoria per le violazioni delle disposizioni del regolamento (CEE) n. 793/93 relativo alla valutazione e al controllo dei rischi presentati dalle sostanze esistenti”.

**D.Lgs. 22 maggio 1999, n. 209** “Attuazione della direttiva 96/59/CE relativa allo smaltimento dei policlorodifenili e dei policlorotriifenili”.

**D.Lgs. 17 agosto 1999, n. 334** *“Attuazione della Direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose”*.

**D.M. 26 gennaio 2001** *“Disposizioni relative alla classificazione, imballaggio ed etichettatura di sostanze pericolose in recepimento della direttiva 2000/32/CE”*.

**D.M. 11 aprile 2001** *“Recepimento della direttiva 2000/33/CE recante ventisettesimo adeguamento al progresso tecnico della direttiva 67/548/CEE, in materia di classificazione, imballaggio ed etichettatura di sostanze pericolose”*.

**D.M. 11 ottobre 2001** *“Condizioni per l'utilizzo dei trasformatori contenenti PCB in attesa della decontaminazione o dello smaltimento”*.

**D.M. 7 settembre 2002** *“Recepimento della direttiva 2001/58/CE della Commissione, del 27 luglio 2001, che modifica per la seconda volta la direttiva 91/155/CEE che definisce e fissa le modalità del sistema di informazione specifica concernente i preparati pericolosi ai sensi dell'art. 14 della direttiva 1999/45/CE del Parlamento europeo e del Consiglio nonché quelle relative alle sostanze pericolose conformemente all'articolo 27 della direttiva 67/548/CEE del Consiglio”*.

**D.Lgs. 14 marzo 2003, n. 65** *“Attuazione delle direttive 1999/45/CE e 2001/60/CE relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura dei preparati pericolosi”*.

**D.M. 3 luglio 2003, n. 194** *“Regolamento concernente l'attuazione della direttiva 98/101/CE del 22 dicembre 1998 della Commissione, che adegua al progresso tecnico la direttiva 91/157/CEE del Consiglio relativa alle pile ed agli accumulatori contenenti sostanze pericolose”*.

**D.Lgs. 25 luglio 2006, n. 257** *“Attuazione della direttiva 2003/18/CE relativa alla protezione dei lavoratori dai rischi derivanti dall'esposizione all'amianto durante il lavoro”*

---

---

**C) RICOGNIZIONE DELLA SITUAZIONE DEL SETTORE CON RIFERIMENTO ALLA SPECIFICITÀ DEL TESSUTO NAZIONALE INDUSTRIALE**

Al fine di tracciare un quadro di riferimento sulla situazione impiantistica in Italia, relativamente alla produzione di CDR, al trattamento delle apparecchiature elettriche ed elettroniche e alle piattaforme di selezione dei materiali provenienti dalla raccolta differenziata dei rifiuti, appositi censimenti vengono condotti e pubblicati, nei Rapporti annuali sulla gestione dei rifiuti urbani, dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici.

## **D) DESCRIZIONE DEI PROCESSI E DELLE TECNOLOGIE DI SELEZIONE, PRODUZIONE DI CDR, TRATTAMENTO DI APPARECCHIATURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE**

### **D.1 Introduzione**

Nella gestione integrata dei rifiuti gli atti di indirizzo e le direttive europee indicano come priorità il recupero dei materiali dai rifiuti seguito dal recupero di energia, effettuato sui residui non riciclabili. Per questo motivo, parallelamente all'espansione delle raccolte differenziate, che rappresentano la prima fase della gestione integrata, si sono sviluppate e affermate le tecniche impiantistiche di supporto alle attività di riciclaggio.

Alla raccolta differenziata dei materiali secchi, infatti, fanno seguito trattamenti delle frazioni preselezionate che sono indispensabili per l'accettazione da parte delle industrie di recupero, come vetrerie, cartiere, utilizzatori di plastica recuperata, produttori di truciolo, fonderie di ferro e altri metalli (altra sorte è quella della materia organica che viene avviata direttamente agli impianti per la produzione di compost di qualità).

L'interfaccia fra raccolta differenziata e riciclo è costituita da piattaforme in cui si eseguono operazioni diverse, sia per separare frazioni merceologiche omogenee, raccolte congiuntamente nella raccolta multimateriale, sia per migliorare la qualità del materiale raccolto, sia per selezionare all'interno della stessa frazione qualità diverse da avviare a differenti tipologie di impianti produttivi (ad esempio il cartone o la carta grafica da carta mista, o diversi polimeri dal mix di plastica)

Attraverso una selezione più spinta si realizza la produzione di materiali rispondenti a standard nazionali o internazionali o a specifiche tecniche dettate dall'industria che definiscono i requisiti necessari per introdurre i materiali nelle linee di lavorazione e indicano in particolare i limiti delle impurezze accettabili per l'utilizzazione.

Generalmente le piattaforme di lavorazione sono piccole unità operanti in rapporto stretto con le industrie di riferimento, alcune di esse sono nate già da parecchi anni ed appartengono al tradizionale mondo del macero, altre sono più recenti; gli sviluppi quantitativi di questi ultimi anni hanno dato un impulso a questo particolare settore industriale, in cui si sono inserite anche aziende pubbliche, con spinta verso l'uso di tecnologie più moderne e con la tendenza alla certificazione di qualità dei processi industriali e di qualità ambientale.

Anche se in molti di questi impianti si assiste ancora all'utilizzo generalizzato della selezione manuale, si va affermando la tendenza di limitare tale forma di selezione alle sole operazioni che non si possono meccanizzare (esempio la selezione degli ingombranti da cui si recuperano legno, materiali ferrosi e beni durevoli), e ad operazioni di "controllo di qualità", cioè di rifinitura, laddove le macchine non hanno un rendimento di separazione del 100%.

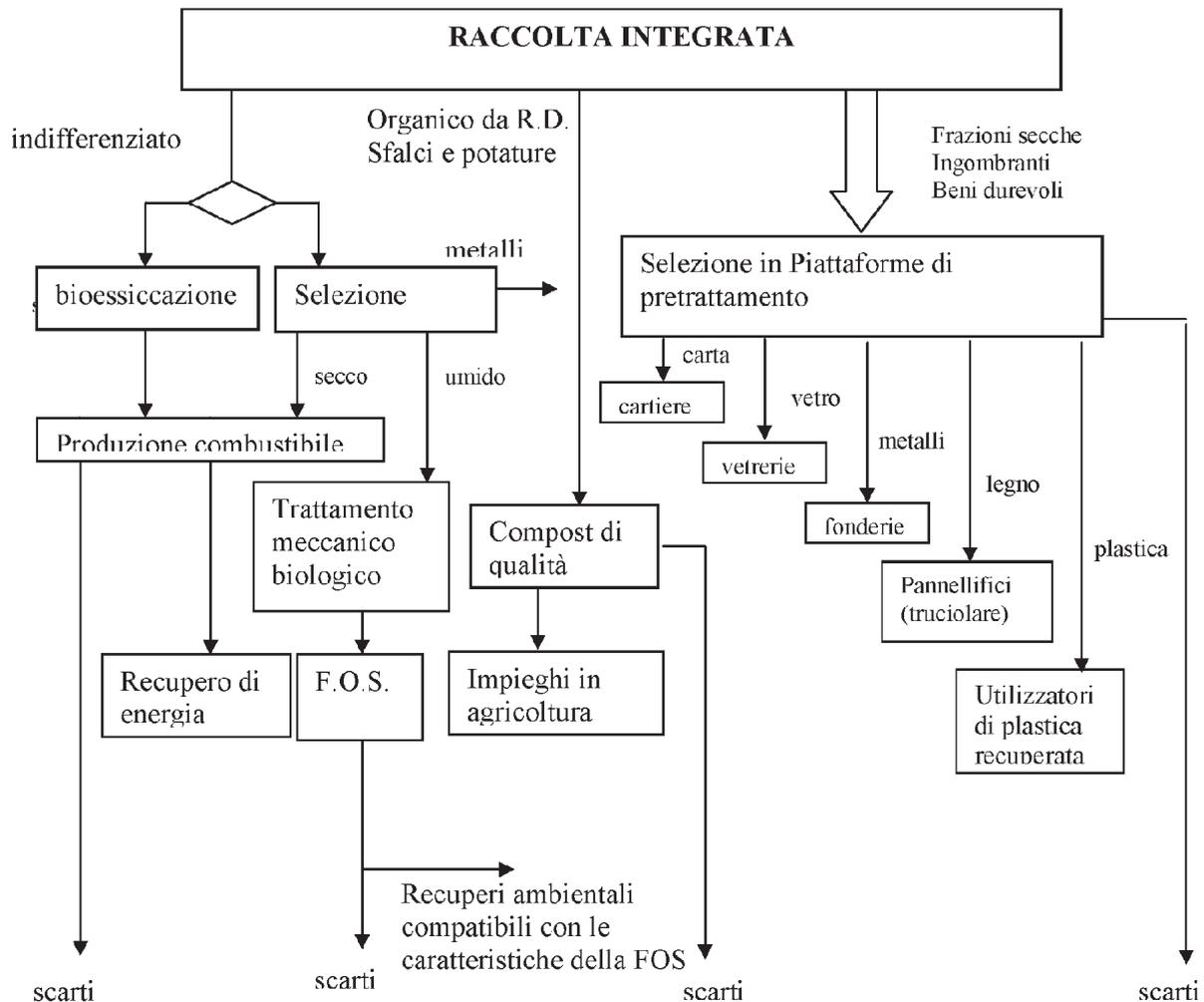
L'introduzione delle migliori tecnologie disponibili presuppone, quindi, un processo graduale soprattutto a causa dei risvolti economici e finanziari.

Una particolarità del settore è che la produzione di rifiuti conseguente alla selezione del materiale in ingresso deriva dalla necessità di eliminare le impurezze e quindi non può essere limitata all'adozione di migliori tecniche, ma esige che la selezione sia completa al fine di produrre materiali più facilmente allocabili sul mercato. Pertanto la produzione di rifiuti dipende molto dal metodo di raccolta e va considerata all'interno del sistema di gestione dei rifiuti nel suo complesso.

Altro tipo di impianti è quello che riguarda il trattamento intermedio dei rifiuti urbani e speciali indifferenziati residui dalla raccolta differenziata. Questi impianti sono inseriti in schemi in cui il recupero energetico è effettuato su una frazione ottenuta da trattamenti diversi che vanno da semplici triturazioni, o separazione della frazione fine, alla separazione dell'umido e alla preparazione di combustibile derivato dai rifiuti (CDR). La scelta dipende dalle diverse alternative di uso (forni dedicati, coincenerimento, cocombustione) e dal tipo di combustore utilizzato. Altra alternativa possibile è effettuare la bioessiccazione prima delle operazioni di selezione (in questo

caso non si ha più la selezione della sostanza umida, ma eventualmente della stessa sostanza organica stabilizzata).

In ogni caso i suddetti impianti sono generalmente associati alle aziende che operano lo smaltimento dei RU e sono impianti di media dimensione. Le tecnologie di selezione e di preparazione del CDR si sono consolidate negli ultimi anni e si può ritenere che, entro i tempi normali di ammortamento degli apparati elettromeccanici, si possa avere un impiego generalizzato delle migliori tecnologie applicabili. Lo schema generale di gestione dei rifiuti a cui si fa riferimento è il seguente:



In sintesi:

La **selezione meccanica (o manuale)** si applica alle frazioni separate provenienti dalla raccolta differenziata con diverse finalità:

- la **selezione del multimateriale** serve a completare la raccolta differenziata in quanto restituisce all'uscita i 3 o 4 o più materiali separati e in genere privi di sostanze indesiderate (salvo ulteriori interventi di selezione per raggiungere i requisiti richiesti dall'industria del recupero).

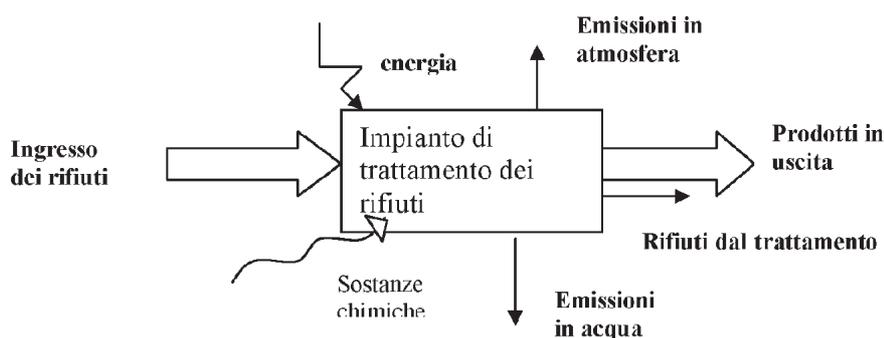
- *la selezione dalle singole frazioni merceologiche* si effettua nelle apposite piattaforme ai fini della separazione dei materiali recuperabili dai rifiuti:
  - *dalla frazione cellulosa*: recupero di materie a specifica (come carta de-ink e cartone da carta mista) per migliorarne la qualità (pulizia da materiali estranei fino all'uno per cento).
  - *dalle materie plastiche*: selezione per polimero e per colore allo scopo di ottenere flussi di materiale omogeneo che hanno maggior valore commerciale.
  - *dagli ingombranti*: recupero di materiali ferrosi e di legno (in genere eseguita manualmente presso le stazioni ecologiche o presso stoccaggi provvisori nell'area di impianti di trattamento o di smaltimento).
  - *dalle apparecchiature elettriche elettroniche*: separazione dei rifiuti pericolosi e dei materiali da recuperare
  - *dai flussi di materiale organico biodegradabile* prima della triturazione (a monte del trattamento biologico) per separare le impurezze e, a valle della triturazione, per ottenere la purezza richiesta dal D.Lgs 217/2006, nel caso di compost di qualità.

La rimozione delle impurezze deve essere effettuata per ottenere materiali conformi ai requisiti richiesti dalle specifiche dei processi industriali relativi (es. per il vetro "pronto al forno") e può essere effettuata presso gli stessi impianti o in operazioni successive.

La **selezione meccanica** si applica *al rifiuto indifferenziato* per effettuare selezioni di materiali finalizzate a ulteriori recuperi (in genere metalli) e per separare frazioni combustibili o per preparare combustibili qualificati secondo la normativa vigente. Lo stesso tipo di processo con le stesse finalità può essere realizzato su *rifiuti indifferenziati precedentemente bioessiccati*.

## D.2 Descrizione dei processi: schema generale

Da un punto di vista ambientale i processi di trattamento dei rifiuti, anche finalizzati al recupero energetico, devono essere sempre considerati in base allo schema seguente, in cui si mettono in evidenza ingressi e uscite di materiali ed energia oltre alle emissioni determinate dall'attività svolta:



I processi di trattamento finalizzati al recupero di materiali facenti parte di un sistema integrato di gestione dei rifiuti corrispondono in linea di massima alla sequenza di operazioni sotto riportata:

- raccolta differenziata
- trasporto all'impianto
- scarico in fossa o su pavimento a raso

- trattamento
- confezionamento del materiale trattato tramite addensamento, pellettizzazione o pressatura in balle
- stoccaggio
- carico su camion o trasferimento ad altra parte dell'impianto del rifiuto trattato o
- trattamento delle emissioni
- gestione dei rifiuti residui

Lo schema di processo sopra riportato ha elementi comuni a ogni tipo di trattamento eseguito. Di seguito vengono descritti nel dettaglio gli specifici processi corrispondenti a differenti tipologie di rifiuti e forme di trattamento.

In generale, in ogni impianto di trattamento sono sempre presenti emissioni dovute al carburante usato dai mezzi di trasporto a e dall'impianto e dagli eventuali mezzi di movimentazione interna. Normalmente, inoltre, vi sono emissioni di polvere al momento dello scarico e in prossimità di macchine che effettuano triturazione etc. Per questo motivo per ciascun processo si deve eseguire un'analisi degli effetti ambientali basati su una matrice del tipo seguente.

**Tabella 1**

Sorgente	Sostanze rilasciate								
	Polveri	NOx, SOx, Hcl	NH <sub>3</sub> , ammine	H <sub>2</sub> S	COV	Odori	Altre sostanze organiche	Metalli	COD
trasporto all'impianto	A	A			A	A			AQ
Scarico in fossa o su pavimento a raso	A	AQ	A,AQ		A	A	AQ		AQ
trattamento	A	A	A	A	A	A	AQ	AQ	AQ
confezionamento del materiale trattato con addensamento, pellettizzazione o pressatura in balle	A					A			
stoccaggio	A					A			
carico su camion o trasferimento ad altra parte dell'impianto del materiale trattato	A, T					A			

Legenda : A aria, T terreno, AQ acqua

### D.3 Caratteristiche dell'organizzazione della raccolta differenziata

L'organizzazione del sistema di raccolta differenziata non ricade nell'ambito di applicazione della direttiva IPPC, tuttavia, determina la quantità e la qualità dei materiali selezionati e del materiale residuo (es. PCI del residuo indifferenziato) e quindi ha influenza sulla configurazione del sistema impiantistico a valle.

Per costruire un sistema integrato di gestione dei rifiuti occorre, quindi, fissare i seguenti elementi riferiti a un territorio e a un'utenza corrispondente al bacino di raccolta dell'impianto, normalmente corrispondente all'Ambito Territoriale Ottimale:

- gli obiettivi quantitativi di raccolta differenziata, per ogni frazione merceologica, compresa la frazione organica e il verde, e i tempi ritenuti necessari per raggiungerli, anche in base ai risultati intermedi ottenuti dall'entrata in esercizio;
- il metodo di raccolta differenziata utilizzato (porta a porta, a cassonetti, misto), le attrezzature distribuite agli utenti e quelle installate sul territorio, le sperimentazioni effettuate e la durata prevista dell'assetto attuale;
- la qualità attesa ed eventualmente rilevata nel primo periodo di esercizio (in termini di percentuale di sostanze indesiderate presenti nei materiali raccolti), in relazione al metodo usato, per ogni frazione merceologica;
- i costi della raccolta e i ricavi dai corrispettivi per il servizio di raccolta o per la cessione del materiale raccolto;
- le modalità di raccolta e certificazione dei risultati della raccolta differenziata e del recupero di materiali.

L'organizzazione del servizio dovrebbe essere mantenuta per un periodo almeno pari al periodo di ammortamento medio degli impianti connessi al trattamento successivo alla raccolta (da 5 a 9 anni).

#### **D.4 Piattaforme per il trattamento dei materiali da raccolta differenziata**

*Descrizione del processo di selezione nelle piattaforme di trattamento per il recupero dei materiali*  
L'evoluzione tecnologica sta progressivamente riducendo la necessità di cernita manuale nella selezione dei rifiuti, tuttavia ancora oggi sia la selezione manuale che quella meccanica vengono impiegate nelle piattaforme di trattamento per il recupero dei materiali.

Tradizionalmente la *cernita manuale* si utilizza sulle frazioni secche di rifiuti urbani, o su materiali provenienti dalla RD, ovvero su rifiuti speciali qualitativamente assimilabili agli urbani. Lo scopo è la separazione di materiali non eseguibile per via meccanica (in genere materiali di forma e caratteristiche fisiche simili); esempio: per differenti tipi di carta e cartone, per carta e cartone da plastica e altri tipi di rifiuti speciali, per contenitori in materiali plastici differenti per struttura polimerica o differenti per colore. Questo metodo deve essere messo a confronto con i dispositivi di selezione meccanica con cui si realizzano linee di elevata produttività e con qualità accettabile in cui l'intervento manuale è limitato al controllo di qualità, ovvero all'asportazione in linea di impurezze residue nella frazione selezionata meccanicamente.

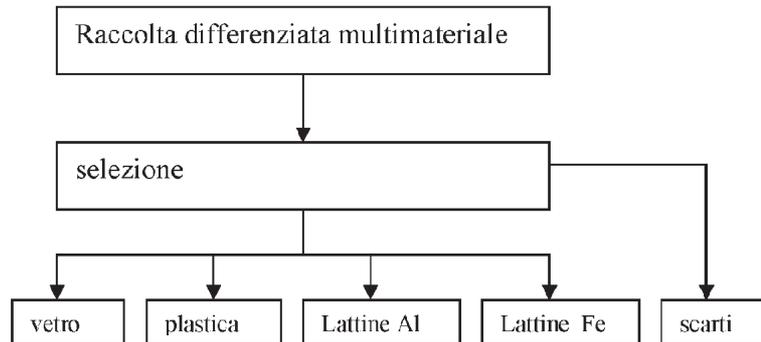
#### **Piattaforme per la selezione della raccolta multimateriale**

Ingresso all'impianto: materiale costituito tipicamente da:

- 3 materiali eterogenei (contenitori in vetro, contenitori in alluminio, contenitori in banda stagnata)
- 4 materiali eterogenei (contenitori in vetro, contenitori in alluminio, contenitori in banda stagnata e contenitori di alimenti in plastica).

**Scopo:** separazione delle frazioni raccolte congiuntamente la cui composizione merceologica percentuale può variare notevolmente a seconda dei contesti territoriali e del tipo di raccolta che viene effettuata. Separazione delle impurezze costituite da rifiuti non corrispondenti a nessuna delle frazioni selezionate.

**Tipo di processo:** selezione meccanica o meccanica-manuale



**Descrizione del processo:**

- scarico del camion sul pavimento a raso
- carico dell'impianto con pala meccanica
- selezione dimensionale (materiali al disotto di 10 mm vengono scartati, materiali voluminosi o di grandi dimensioni vengono scartati: tipicamente film plastico e carta-cartone) con vaglio a doppio stadio
- selezione dei metalli ferrosi con elettromagnete
- selezione dei materiali leggeri (plastica, alluminio) con aspirazione dall'alto e successiva separazione in ciclone
- selezione dei metalli non ferrosi dal flusso dei materiali leggeri con macchina a correnti indotte
- selezione dei metalli ferrosi dal flusso del materiale pesante residuo
- controllo di qualità manuale del flusso residuo costituito per la massima parte da rottame di vetro.
- stoccaggio dei materiali separati in box con apertura automatica e pavimento mobile o in cassoni scarrabili
- immissione comandata dei materiali sul nastro trasportatore in uscita per la pressa e per il carico sui mezzi di trasporto
- pressatura della plastica
- carico sui camion dei materiali recuperati (vetro, plastica, lattine di ferro, lattine di alluminio)
- invio a discarica degli scarti

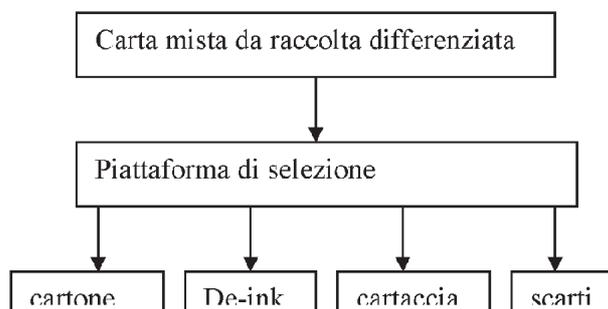
**Destinatari:** Riciclatori. Qualora le frazioni selezionate abbiano caratteristiche di qualità conformi a quelle specificate negli allegati tecnici all'Accordo Quadro ANCI-CONAI queste possono essere ritirate, previa stipula di convenzioni, dai Consorzi di filiera degli imballaggi.

**Piattaforme per la selezione e pulizia della carta.**

**Ingresso all'impianto:** materiale cellulosico costituito da carta mista da raccolta stradale o porta a porta e contenente carta di diverse qualità, cartone in proporzione variabile dal 20 al 70%, materiali estranei in quantità variabile dal 5 al 15%. In alternativa: materiale da raccolta selettiva contenente cartone in proporzione variabile dall'80 al 100%, carta in proporzione variabile dal 5 al 20% e materiali estranei in proporzione variabile dal 5 al 10%

**Scopo:** separazione di varie qualità di carta da macero (cartone, giornali e riviste, carta mista, classificati secondo le norme UNI EN 643). Separazione delle impurezze costituite da materiali estranei.

**Tipo di processo:** selezione meccanica, manuale o mista



**Descrizione del processo:**

- scarico dei materiali sul pavimento a raso
- carico dell'impianto con pala meccanica
- selezione dimensionale con vagliatura del fine e del cartone di grandi dimensioni (vaglio a due stadi)
- distribuzione del flusso di carta mista residua su un nastro in uno strato unico di materiale (il nastro di trasporto dopo il vaglio deve avere una velocità superiore a quello di carico)
- separazione della carta di giornali e riviste con sensori NIR e di forma o con cernita manuale
- scarto delle impurezze costituite da materiali non cellulósici
- controllo di qualità manuale
- stoccaggio delle diverse qualità selezionate
- pressatura delle diverse partite di carta ottenute
- smaltimento o riciclo degli scarti

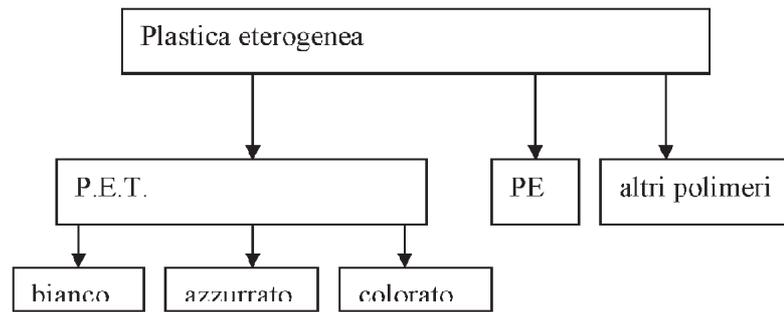
**Destinatari:** Cartiere. Qualora le frazioni selezionate abbiano caratteristiche di qualità conformi a quelle specificate negli allegati tecnici all'Accordo Quadro ANCI-CONAI queste possono essere ritirate, previa stipula di convenzioni, dal Consorzio di filiera della carta (COMIECO).

**Selezione di differenti tipi di materiali plastici (separati per polimero e per colore) dalla plastica eterogenea raccolta; qualità definita dalle norme UNIPLAST-UNI 10667**

**Ingresso all'impianto:** materie plastiche provenienti dalla raccolta differenziata monomateriale o dall'impianto di selezione della raccolta multimateriale. La miscela proveniente dalla raccolta differenziata dei contenitori per alimenti contiene tipicamente dal 70 all'80% di PET, dal 10 al 20% di PE e minori quantità di altri polimeri come PP, PS, PSE, PVC.

**Scopo:** valorizzazione attraverso selezione per polimero ed eventualmente per colore, ottenere materiali con purezza elevata tramite eliminazione dei materiali estranei.

**Tipo di processo:** selezione meccanica, manuale o mista.



**Descrizione del processo:**

- ricezione e stoccaggio delle balle di plastica
- carico delle balle sull'impianto tramite mulinello
- apertura delle balle e separazione dei materiali
- separazione dimensionale con scarto dei materiali fini e di materiali di grande dimensione (film) eseguita con separatore balistico che esercita anche azione di vagliatura
- separazione per polimero con macchina a sensori NIR che individuano il materiale da scartare e azionano un getto d'aria al momento della caduta dell'oggetto dal nastro trasportatore. Il getto d'aria spinge l'oggetto in un contenitore separato da quello che contiene gli altri oggetti costituiti da altro materiale. Se necessario l'operazione si ripete con diverse macchine in cascata (una per ogni polimero da separare dal flusso principale).
- selezione per colore con analisi colorimetrica eseguita sull'immagine rilevata da una telecamera che inquadra il flusso dei rifiuti e che attiva un getto d'aria per separare un oggetto di colore indesiderato. Se necessario si esegue la selezione su più colori (in genere il bianco e l'azzurro). Tutte queste operazioni possono essere fatte tramite la cernita manuale ovviamente con un diverso rapporto fra costi d'investimento e costi di esercizio.
- scarto dei materiali indesiderati
- pressatura delle diverse partite di materiale selezionato.
- Stoccaggio e carico su camion

**Destinatario:** Recuperatori di materiali plastici. Qualora le frazioni selezionate abbiano caratteristiche di qualità conformi a quelle specificate negli allegati tecnici all'Accordo Quadro ANCI-CONAI queste possono essere, previa stipula di convenzioni, dal Consorzio di filiera degli imballaggi in plastica (COREPLA).

**Impianti per la separazione delle impurità dal rottame vetroso fino ad ottenere il vetro "pronto al forno" secondo le specificazioni contenute nel DM 5/2/98 e successive modificazioni**

**Ingresso all'impianto:** rottame di vetro proveniente dalla raccolta differenziata monomateriale o dall'impianto di selezione della raccolta differenziata multimateriale.

**Scopo:** separazione delle impurità fino ad ottenere la qualità prescritta per il "vetro pronto al forno" secondo le specificazioni contenute nel DM 5/2/98 e successive modificazioni:

- granulometria > 3mm (sottovaglio 3mm < 5%)
- ceramica e porcellana < 0,01%
- pietre < 0,02%
- metalli magnetici < 0,002%
- metalli amagnetici < 0,01%
- materiali organici < 0,1%

eventuale selezione per colore.

**Tipo di processo:** selezione meccanica e manuale.

**Descrizione del processo:**

- scarico del materiale vetroso sul pavimento a raso
- carico dell'impianto con macchina operatrice
- separazione dimensionale di corpi estranei tramite vagli e tavole densimetriche
- selezione manuale di corpi estranei
- separazione di metalli ferrosi, metalli non ferrosi, materiali non trasparenti
- separazione del fine al di sotto di 3 mm.
- stoccaggio e carico su camion

**Destinatari:** Vetriere; Qualora le frazioni selezionate abbiano caratteristiche di qualità conformi a quelle specificate negli allegati tecnici all'Accordo Quadro ANCI-CONAI queste possono essere ritirate, previa stipula di convenzioni, dai Consorzi di filiera degli imballaggi in vetro (Co.Re.Ve.).

**Piattaforma per la selezione degli ingombranti**

**Ingresso all'impianto:** Rifiuti ingombranti provenienti dalla raccolta domestica degli ingombranti

**Scopo:** selezione del ferro e del legno

**Tipo di processo:** manuale assistito da macchina operatrice

**Descrizione del processo:**

- scarico del materiale in una piazzola impermeabile e con raccolta separata del percolato
- selezione manuale del legno e del ferro e carico dei cassoni scarrabili appositi
- eventuale riduzione volumetrica del legno
- invio a smaltimento del residuo non riciclabile

**Destinatari:** Consorzio Nazionale recupero legno (Ri.Legno) e industrie di pannelli truciolari per il legno, Consorzio Nazionale Acciaio (CNA), fonderie per il ferro.

**D.5 Processi di produzione del combustibile da rifiuti**

I combustibili da rifiuti (CDR) si ottengono selezionando diverse tipologie di rifiuti ed in particolare separando la frazione non combustibile, ad esempio l'umido putrescibile e gli inerti (pietre, vetro, rottame metallico). In generale, i rifiuti in ingresso al processo di produzione di combustibile da rifiuti possono essere sia rifiuti urbani indifferenziati residui a valle della raccolta differenziata, che

rifiuti non pericolosi di origine industriale (scarti di produzione e rifiuti da post-uso industriale). A seconda dell'origine, varia, sia la composizione, che il grado di omogeneità dei flussi e, conseguentemente, la complessità del processo di trattamento. In conseguenza della sua origine e composizione il materiale in ingresso avrà caratteristiche differenti.

Per preparare un materiale combustibile partendo da rifiuti contenenti una frazione biodegradabile, quali i rifiuti urbani, in generale è possibile distinguere due tipi di Trattamenti Meccanici e Biologici (TMB):

- 1) trattamento di selezione del rifiuto residuo indifferenziato per la produzione di una frazione umida biodegradabile destinata alla biostabilizzazione ed una frazione secca ad alto potere calorifico
- 2) trattamento di biostabilizzazione/bioessiccazione del rifiuto indifferenziato residuo finalizzati ad aumentarne il potere calorifico rendendolo adatto all'uso come combustibile.

La produzione di combustibile da rifiuti si compone di diverse fasi.

Di seguito si elencano tecniche e fasi di trattamento (non necessariamente presenti in ogni impianto).

- Ricezione in aree debitamente attrezzate
- Eventuale prescelta di materiali indesiderati (ad es. ingombranti)
- Riduzione volumetrica (mulino a martelli, trituratore a lame, trituratore con rotore a rostri, e mulino a cascata)
- Separazione dei metalli. I sistemi più usati sono i separatori magnetici (overband, separatori rotanti, pulegge magnetiche) o separatori a correnti indotte per i metalli non ferrosi.
- Vagliatura. Si applica una separazione con un vaglio quando:
  - I prodotti da processi a monte richiedono un trattamento per essere compatibili con gli stadi successivi, cioè essere separati in diverse frazioni di dimensioni diverse
  - È richiesta una separazione tra frazioni fini e grossolane.
  - È richiesta una classificazione dimensionale del materiale. In questo tipo di processo è inclusa la selezione delle particelle più fini che spesso contengono una concentrazione di sostanze pericolose più alta, in particolare di metalli pesanti. La classificazione può essere eseguita con vagli rotanti, vagli oscillanti rettangolari o circolari, vagli vibranti, vagli piani e griglie mobili.
- Selezione:
  - Classificazione aerea
  - Spettroscopia a raggi NIR
  - Selezione automatica
- Degradazione biologica/essiccazione termica. Nel caso in cui debba essere ridotto il contenuto d'acqua per aumentare il potere calorifico è necessario un processo di essiccazione che può essere realizzato tramite un processo termico o biologico
- Compattazione/pelletizzazione; può essere fatta con presse a letto piatto, presse con matrice ad anello, o agglomeratori a disco
- Stoccaggio del prodotto/area di stoccaggio/tramogge
- Captazione e trattamento delle emissioni
- Trattamento dei reflui
- Carico e trasporto a distanza del CDR.

Dopo la preparazione del prodotto possono essere richiesti altri stadi per preparare il prodotto secondo le richieste dell'utilizzatore, per esempio un'ulteriore compattazione o un'ulteriore riduzione dimensionale.

### D 5.1 Il combustibile derivato dai rifiuti (CDR)

Il combustibile da rifiuti è tipicamente incenerito in impianti dedicati o coincenerito in impianti di produzione di energia o in cementifici.

A secondo della applicazione possono cambiare i requisiti richiesti. Il processo di raffinazione viene spinto o meno in funzione del tipo di rifiuto in ingresso e dell'uso finale del combustibile da rifiuti. I processi di produzione del combustibile da rifiuti non sono ancora processi standardizzati.

La preparazione finale varia anche in funzione della distanza e del tipo dell'utilizzatore, se questo è lontano dallo stabilimento di produzione, la compattazione in balle o la pellettizzazione è preferibile per diminuire i costi di trasporto.

Il CDR può essere preparato in forma di fluff o addensato in pellets, cubi e mattoncini. Il PCI, a seconda della preparazione varia da 10 a 30 Mj/kg.

Il controllo della qualità del prodotto è basato sulla verifica delle specifiche richieste, usualmente dall'impianto che lo utilizza, in particolare le principali caratteristiche chimico-fisiche sono:

- PCI
- Contenuto in ceneri
- Umidità
- Materie volatili
- Composizione chimica (in particolare: C,H,O,N,S,Al,K,Na,P,Cl,F altri metalli)
- Contenuto in inquinanti (metalli pesanti, quali Cromo (VI), piombo, cadmio, mercurio, tallio, PCB, Zolfo, ecc.)

Ai sensi del decreto legislativo 152/2006, il combustibile derivato dai rifiuti (CDR) è il materiale ricavato dai rifiuti urbani (dopo separazione delle frazioni destinate a recupero di materia attuata con la raccolta differenziata) e dai rifiuti non pericolosi mediante trattamento finalizzato, sia all'eliminazione di sostanze pericolose o indesiderate per la combustione, sia a garantire un adeguato potere calorico.

Il CDR viene usato di norma come combustibile alternativo in cocombustione con altre fonti primarie o in coincenerimento con altri rifiuti.

Esempi di impieghi industriali:

- centrali termoelettriche alimentate con polverino di carbone
- cementifici alimentati con polverino di carbone o con altri combustibili solidi alternativi

Nella produzione del CDR possono essere presenti rifiuti speciali costituiti, in particolare, da:

- plastiche non clorate
- poliaccoppiati
- gomme sintetiche non clorate
- resine e fibre artificiali e sintetiche con contenuto di Cl < 0,5% in massa
- pneumatici fuori uso

Le caratteristiche chimico fisiche del CDR sono identificate dalla norma UNI 9903-1:2004 "*Combustibili solidi non minerali ricavati da rifiuti*".

Nel dettaglio, la norma UNI 9903, elaborata dal Comitato Termotecnico Italiano, comprende 14 parti<sup>1</sup> delle quali le principali, ovvero le prime tre pubblicate in una nuova versione nell'aprile 2004.

<sup>1</sup> Struttura della UNI 9903 (N.B. : la prima parte del titolo di ognuna delle parti è "Combustibili solidi non minerali ricavati da rifiuti")

Numero	Titolo	Sommario
UNI9903-1:2004	Specifiche e classificazione	La norma stabilisce la classificazione, le caratteristiche chimico-fisiche dei combustibili solidi ricavati da rifiuti, indicati convenzionalmente come RDF (refuse derived fuels), nonché le prescrizioni generali per il loro stoccaggio, movimentazione e trasporto

La norma UNI 9903 regola la classificazione, le caratteristiche chimico-fisiche, le prescrizioni, nonché le metodologie di campionamento ed analisi per l'impiego ed il trasporto dei combustibili solidi ricavati da rifiuti, indicati convenzionalmente come RDF (Refuse Derived Fuels) destinabili ad usi termici civili ed industriali.

La revisione del 2004 della norma UNI 9903, ha portato alla modifica delle specifiche minimali relative alle due tipologie di RDF, al fine di:

- uniformare le caratteristiche minimali richieste per l'RDF di qualità normale a quelle previste per il CDR individuato dall'allegato 2 suballegato 1 al DM 5 febbraio 1998;
- definire, sulla base dell'evoluzione tecnica e dei parametri quali-quantitativi dei rifiuti disponibili, nonché di motivazioni di salvaguardia dell'ambiente e tenuto conto delle richieste degli utilizzatori finali, delle caratteristiche minimali per l'RDF di alta qualità, che lo rendano idoneo all'impiego, senza modifiche sostanziali delle apparecchiature di combustione disponibili, come combustibile alternativo in impianti industriali esistenti.

UNI 9903-2:2004	Termini e definizioni	La norma fornisce le definizioni per quanto riguarda i termini in uso nella normativa tecnica relativa ai combustibili solidi non minerali ricavati da rifiuti (RDF)
UNI 9903-3:2004	Campionamento e riduzione del campione	La norma stabilisce le procedure per la generazione di un campione di combustibile solido non minerale ricavato da rifiuti (RDF) ai fini della caratterizzazione di un lotto di produzione, nonché per la divisione di questo campione di massa in campioni di laboratorio per l'analisi
UNI 9903-4:1992	Determinazione della pezzatura.	Descrive il metodo per classificare l'RDF in funzione della pezzatura, per l'utilizzo da parte dei consumatori e dei produttori. Si applica alla frazione leggera estratta dai rifiuti solidi urbani o industriali, triturati ad una dimensione minore di 150 mm. Appendice A: Rapporto per l'analisi della pezzatura di RDF (tutte le masse sono espresse in grammi). Appendice B: Attrezzatura per staccatura
UNI 9903-5:1992	Determinazione del potere calorifico del combustibile.	Descrive il metodo per determinare il potere calorifico superiore dell'RDF mediante il calorimetro a bomba
UNI 9903-6:1992	Determinazione del carbonio e dell'idrogeno contenuti nel combustibile.	Descrive il metodo per determinare il carbonio e l'idrogeno totali in un campione di RDF. Le due determinazioni si effettuano con un unico procedimento. I risultati non comprendono soltanto il carbonio e l'idrogeno presenti nella sostanza organica, ma anche il carbonio presente in carbonati minerali e l'idrogeno presente nell'umidità libera che accompagna il campione, come pure l'idrogeno presente come acqua di idratazione.
UNI 9903-7:1992	Misura dell'umidità totale in un campione di combustibile.	Descrive un metodo per determinare la misura dell'umidità di un campione di RDF. E' utilizzabile sia dai produttori che dai venditori e utilizzatori di RDF. Data la natura empirica del metodo si richiede nella sua applicazione una rigorosa osservanza delle metodiche di analisi. Poiché l'RDF ha un'umidità estremamente variabile (da uno stato saturo d'acqua ad uno secco) particolare accuratezza va usata nella fase di campionamento, nella preparazione del campione e nella metodologia di analisi
UNI 9903-8:1992	Determinazione delle sostanze volatili.	Descrive un metodo per determinare la percentuale dei prodotti allo stato gassoso, con l'esclusione del vapore d'acqua, nei campioni di RDF. La quantità di sostanze volatili, determinata con questo procedimento, può essere utilizzata per valutare le caratteristiche della combustione degli RDF
UNI 9903-9:1992	Determinazione delle ceneri nel combustibile.	Descrive un metodo per determinare le ceneri negli RDF; i risultati ottenuti possono essere utilizzati nell'analisi chimico-fisica ed elementare
UNI 9903-10:1992	Determinazione delle varie forme di cloro esistenti nel combustibile.	Descrive un metodo per determinare le varie forme di cloro nei combustibili solidi non minerali ricavati da rifiuti urbani di seguito chiamati RDF: cloro totale; cloruri solubili in acqua; cloro insolubile in acqua. Si applica a qualsiasi materiale ricavato dai rifiuti solidi urbani del quale possa essere approntato un campione per l'analisi di laboratorio. Questo metodo deve essere utilizzato dai produttori e dagli utilizzatori di RDF per la determinazione delle forme di cloro presenti nell'RDF di tipo 1 e di tipo 2 secondo UNI 9903/1.
UNI 9903-11:1992	Determinazione dell'azoto totale nel combustibile.	Definisce un metodo per determinare l'azoto contenuto come specie chimiche diverse nell'RDF.
UNI 9903-12:1992	Preparazione dei campioni di combustibile per l'analisi dei metalli.	Descrive 4 metodi per preparare un campione macinato di RDF per l'analisi dei metalli a mezzo di spettrofotometria in assorbimento atomico. Questi metodi devono essere utilizzati dai produttori e dagli utilizzatori di RDF tipo 1 e tipo 2 secondo UNI 9903/4, per la preparazione di RDF tipo 1 e 2 da sottoporre alle analisi dei metalli. Questi metodi possono essere applicati a qualsiasi materiale di rifiuto dal quale possa essere preparato un campione per l'analisi di laboratorio. Appendice A: Campionamento. Appendice B: Considerazioni sulla scelta del metodo. Appendice C: Proprietà dell'acido perclorico
UNI 9903-13:1999	Determinazione dei metalli - Metodi per spettrofotometria ad assorbimento atomico	La norma prescrive i metodi per la determinazione dei metalli in soluzione, mediante la spettrofotometria ad assorbimento atomico sia per approvazione diretta che mediante la tecnica del forno. Sono pure utilizzati altri metodi particolari quali il metodo dell'idruro gassoso per arsenico e selenio, la tecnica del freddo per il mercurio ed il procedimento di chelazione-estrazione per determinati metalli
UNI 9903-14:1997	Determinazione del contenuto di vetro.	Descrive un metodo per determinare la massa di vetro di un campione di combustibile solido non minerale ricavato da rifiuti

La norma UNI 9903-1: 2004 prevede due classi di qualità del combustibile:

- **Qualità normale:** ricalca le specifiche definite dal DM 05/02/98, quindi quelle comunemente utilizzate dai produttori di CDR per ottemperare alla legislazione vigente;
- **Qualità elevata:** caratterizzata da specifiche più stringenti di quelle previste dalla legislazione vigente (i.e. "qualità normale"), sia per quanto concerne il contenuto di sostanze potenzialmente dannose per l'ambiente (metalli pesanti, ecc.), sia per quanto riguarda parametri di interesse tecnologico (potere calorifico, umidità, ecc).

#### Limiti previsti dalla Norma UNI 9903-1

Parametro	u.m.	RDF qualità normale	u.m.	RDF qualità elevata
Umidità	% massa t.q.	max. 25	% massa t.q.	max. 18
P.C.I.	MJ/kg t.q.	min. 15	MJ/kg s.s.	min. 20
Ceneri	% massa s.s.	max. 20	% massa s.s.	max. 15
Cloro totale	% massa t.q.	max. 0,9	% massa s.s.	max. 0,7
Zolfo	% massa t.q.	max. 0,6	Mg/kg s.s.	max. 0,3
Pb (1)	mg/kg s.s.	max. 200	Mg/kg s.s.	max. 100
Cr	mg/kg s.s.	max. 100	Mg/kg s.s.	max. 70
Cu (2)	mg/kg s.s.	max. 100	Mg/kg s.s.	max. 50
Mn	mg/kg s.s.	max. 400	mg/kg s.s.	max. 200
Ni	mg/kg s.s.	max. 40	mg/kg s.s.	max. 30
As	mg/kg s.s.	max. 9	mg/kg s.s.	max. 5
Cd + Hg	mg/kg s.s.	max. 7	mg/kg s.s.	--
Cd	mg/kg s.s.	--	mg/kg s.s.	max. 3
Hg	mg/kg s.s.	--	mg/kg s.s.	max. 1
Contenuto di vetro	% s.s.	*	% s.s.	*
Fe	% s.s.	*	% s.s.	*
Fluoro	% s.s.	*	% s.s.	*
Al	% s.s.	*	% s.s.	*
Sn	% s.s.	*	% s.s.	*
Zn	% s.s.	*	% s.s.	*
aspetto esteriore		*		*
pezzatura	mm	*	mm	*
rammollimento ceneri	°C	*	°C	*

\* Per questi parametri non è richiesto il limite di accettazione: Tuttavia, se ne raccomanda l'indicazione

(1) Frazione volatile, (2) Composti solubili

#### Determinazione della rispondenza alle specifiche

La rispondenza del combustibile alle specifiche sopra introdotte deve essere verificata con riferimento al lotto di produzione e secondo le metodiche di campionamento definite dalla UNI 9903-3.

Per quanto concerne il lotto di produzione, lo stesso viene definito dalla UNI 9903-2 "Quantità di RDF prodotta in 5 settimane sequenziali sempre che durante tale periodo non avvengano variazioni significative delle tipologie dei rifiuti destinate al processo di produzione o del processo stesso. Se tali variazioni avvengono il lotto si intende interrotto all'accadere di tale variazione".

Si hanno variazioni significative delle tipologie di rifiuti destinate al processo di produzione qualora nel corso di una settimana di produzione si verifichi almeno una delle seguenti condizioni:

- 1) venga utilizzato quale componente per la produzione del RDF un rifiuto di tipologia diversa (codice EER) da quelle utilizzate nelle settimane precedenti che costituiscono il lotto di produzione.

- 2) rispetto alla media delle settimane precedenti, si abbia una variazione quantitativa maggiore del 50% di una qualsiasi tipologia di rifiuti che, a seguito della variazione stessa o prima di essa, costituisce almeno 1/3 in massa del RDF in produzione

#### *Campionamento e riduzione del campione (UNI 9903- 3:2004)*

Campionamento e riduzione del campione sono trattati dalla UNI 9903-3:2004.

Tra i punti salienti da segnalare la definizione di una nuova metodica per la determinazione della massa degli incrementi campione; la massa minima dell'incremento viene correlata alla pezzatura massima nominale ed alla massa volumica del materiale da campionare.

La riduzione del campione prevede diverse metodiche:

- 1) riduzione per incrementi;
- 2) divisore a canne ;
- 3) prelievo e quartatura ;
- 4) paleggiamento alternativo ;
- 5) riduzione meccanica

#### *Determinazione delle caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche*

Le metodiche per la determinazione delle caratteristiche del combustibile sono trattate dalle altre parti della UNI 9903 (vedere nota 2).

### **D.5.2 Produzione di combustibile da rifiuti da selezione secco-umido e biostabilizzazione della frazione organica**

**Ingresso all'impianto:** rifiuto indifferenziato residuo dalla raccolta differenziata

**Scopo:**

- a) *Effettuare un pretrattamento del rifiuto ai fini della sua termovalorizzazione.*
- b) *Stabilizzare la frazione organica del rifiuto residuo.*

**Tipo di processo:** meccanico

**Descrizione del processo:** (*schema a*)

- Scarico in fossa o su pavimento a raso
- Carico dell'impianto con carroponete o con pala meccanica
- Prima riduzione dimensionale
- Estrazione materiali ferrosi
- Separazione di materiale fine (< 20-30 mm); il materiale in uscita varia dal 70% al 75% del materiale in ingresso.
- Trasporto all'impianto di termovalorizzazione.

Il sovrallo combustibile che si ottiene ha un P.C.I. più elevato del rifiuto originale (10.500-11.700 kj/kg) rispetto al rifiuto indifferenziato e una percentuale di ceneri più bassa (15-20%). La massa di materiale inviata all'impianto di termovalorizzazione varia dal 70% all'75% della massa in ingresso.

- c) *Effettuare un pretrattamento costituito dalla separazione della parte combustibile dalla parte biodegradabile, con o senza separazione del fine.*

**Descrizione del processo:** *(schema b)*

- Scarico in fossa o su pavimento a raso
- Carico dell'impianto con carroponete o con pala meccanica
- Prima riduzione dimensionale
- Estrazione materiali ferrosi
- Separazione di materiale fine (< 20-30 mm);
- Separazione della Frazione Organica Putrescibile tramite un vaglio (sezione di passaggio > 80 mm)
- Invio della frazione organica putrescibile alla stabilizzazione
- Invio del sovrvallo secco alla termovalorizzazione

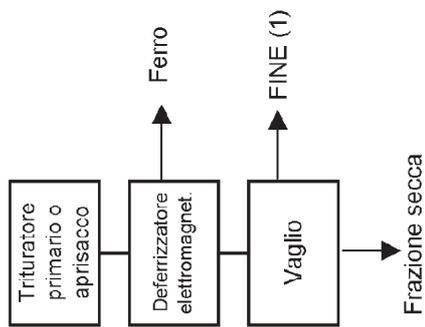
d) *Spingere il trattamento fino a ottenere un combustibile rispondente alle specifiche fissate dalla norma UNI 9903-1:2004*

**Descrizione del processo:** *(schema c)*

- Scarico in fossa o su pavimento a raso
- Carico dell'impianto con carroponete o con pala meccanica
- Prima riduzione dimensionale
- Estrazione materiali ferrosi
- Separazione della frazione Organica Putrescibile tramite vaglio (foratura interna minima: 60 mm)
- Invio della frazione Organica Putrescibile alla stabilizzazione
- Separazione dei materiali a maggiore densità dai sovralli.
- Separazione dei metalli ferrosi
- Separazione dei metalli non ferrosi
- Seconda riduzione dimensionale (50\*50 mm)
- A seconda della destinazione il CDR fluff così ottenuto può essere:
  - addensato (densità > 300 kg/m<sup>3</sup>) per forni a griglia o a letto fluido bollente
  - pellettizzato (densità >600 kg/m<sup>3</sup>) per forni a griglia o a letto fluido ricircolato
  - pressato in balle per forni a griglia alimentati con CDR fluff
- Stoccaggio e invio a destinazione.

Tabella 2

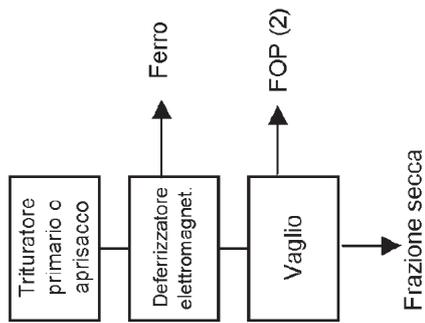
Schema a) (impianto di separazione del fine)



(1)

Con foratura fino a 30 mm si ottiene un prodotto fine, umido, di aspetto terroso, con elevata concentrazione di inquinanti tipo metalli, vetro, ecc. Eventualmente da stabilizzare.

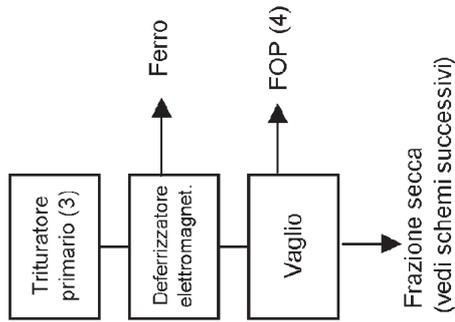
Schema b) (impianto di separazione secco umido)



(2)

Con foratura fino a 80 mm si ottiene un prodotto costituito in gran parte da sostanza organica con presenza di carta e plastica che deve essere e stabilizzato. La frazione di sopravaglio è pulita con scarsa presenza di organico

Schema c) (impianto di produzione CDR)

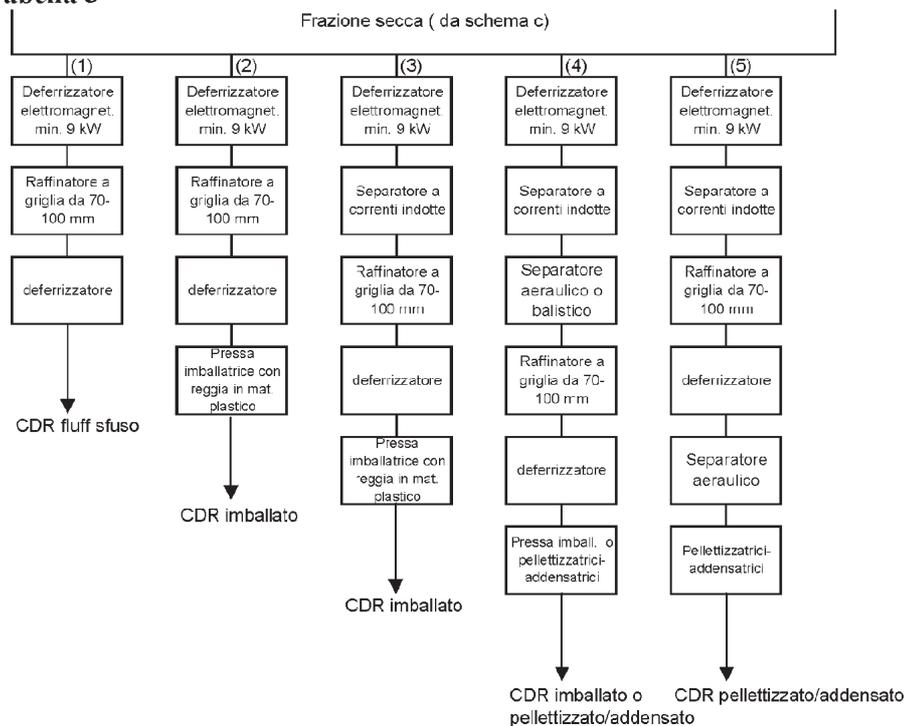


(3) Trituratore primario mono o bialbero a giri lenti che in caso di materiali intriturbabili si blocca, inverte la marcia e tramite ampie aperture laterali permette l'intervento di rimozione del materiale

(4) Con foratura minima 60 mm

Le possibili alternative di produzione di CDR a partire dal sovrillo secco sono indicate negli schemi seguenti, a partire dal più semplice al relativamente più complesso.

**Tabella 3**



**NOTE**

- (1),(2) Linee semplificate, necessitano di un raffinatore in grado di accettare materiali intriturbabili con danni minimi al sistema di taglio
- (3) Come le precedenti ma dotata di un separatore di metalli non ferrosi, anche in questo caso non è garantita l'eliminazione di materiali intriturbabili
- (4) Linea più complessa con l'inserimento di un separatore aeraulico o balistico con il preciso scopo di salvaguardare il sistema di taglio del raffinatore. La separazione aeraulica è più efficiente ma con maggiori probabilità di ingolfamenti dovuti alla pezzatura grossolana del materiale
- (5) Maggiore complessità per la produzione di CDR pelletizzato o addensato dove la separazione aeraulica è inserita a valle del raffinatore (pertanto il raffinatore deve essere del tipo previsto nelle linee 1 e 2), con lo scopo di eliminare materiali pesanti ferrosi e non ferrosi, inerti e plastiche rigide per salvaguardare le filiere delle pelletizzatrici che diversamente si otturerebbero. In questo caso potrebbe essere omesso il separatore a correnti indotte.

**D.5.3 Produzione di combustibile da rifiuti indifferenziati tramite processo di bioessiccazione**

In alternativa al processo meccanico biologico di separazione e stabilizzazione della frazione organica e di trattamento più o meno spinto della parte secca, per ottenere materiale combustibile ad elevato P.C.I. si può procedere anche con il processo di bioessiccazione, che consiste nel produrre la reazione di fermentazione della parte organica insieme con gli altri rifiuti. Il riscaldamento della massa e una intensa aerazione provocano una biostabilizzazione/essiccazione non solo della frazione umida ma anche di altre frazioni come carta, legno, tessili, plastica. La perdita di massa dovuta all'ossidazione della frazione umida e all'essiccazione delle altre frazioni è di circa il 25%, il Potere Calorifico Inferiore del materiale che si ottiene dopo almeno 14 giorni di permanenza nel reattore è circa 15.000 kJ/kg. Riguardo alla stabilità biologica, determinata con metodi respirometrici (indice di respirazione dinamico - IRD), il parametro di riferimento del materiale bioessiccato non raffinato si assume non superiore a  $700 \text{ mg O}_2 \times \text{kg SV}^{-1} \text{ ora}^{-1}$ .

Il bioessiccato ottenuto può essere inviato direttamente a recupero energetico o ulteriormente trattato allo scopo di ottenere un CDR con caratteristiche conformi alle specifiche di cui alla norma UNI 9903 -1: 2004./

Il trattamento successivo alla bioessiccazione è simile a quello eseguito per il sovrullo secco:

Descrizione del processo:

- scarico in fossa
- triturazione primaria
- biostabilizzazione e bioessiccazione dell'intera massa in reattore o biotunnel o biocella con areazione forzata. Tempo di permanenza da 7 a 14 gg.

Il materiale bioessiccato ha un'umidità di circa il 20% e può essere avviato direttamente a recupero energetico oppure trasformato in CDR, dopo un successivo trattamento consistente, ad esempio, in:

- vagliatura del fine
- deferrizzazione primaria
- triturazione secondaria
- deferrizzazione secondaria
- separazione aeraulica degli inerti e altri materiali ad elevata densità,
- asportazione metalli non ferrosi
- addensamento o pellettizzazione o semplice pressatura a secondo del tipo di alimentazione del forno di destinazione.
- trattamento degli scarti (da vagliatura e da selezione aeraulica) per recuperare gli inerti e/o metalli

Il CDR così ottenuto contiene una parte di sostanza organica biostabilizzata e bioessiccata e corrisponde a circa il 45-50% del rifiuto in ingresso. Il PCI è superiore a 17.000 kJ/kg e può essere bruciato in forni (es. a letto fluido o in forni a griglia, tamburo rotante...)

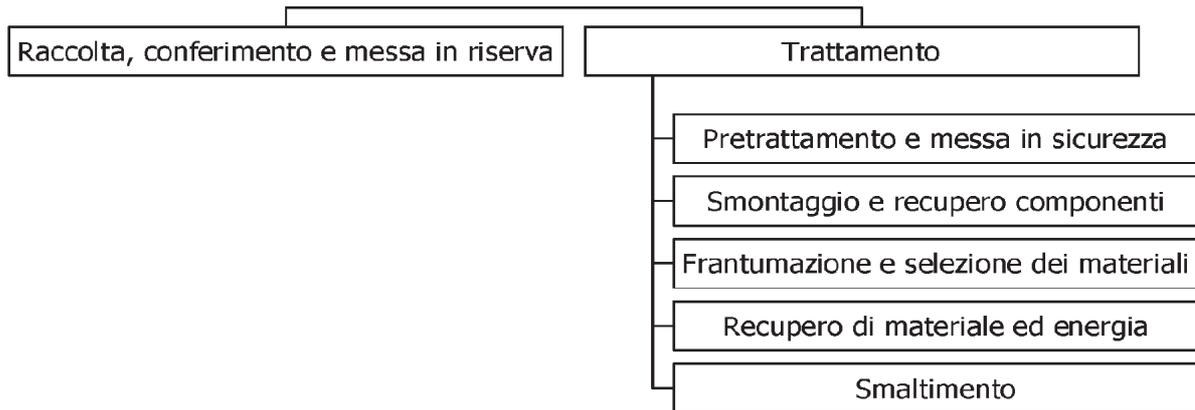
**D.6 Il trattamento dei beni durevoli e delle apparecchiature elettriche ed elettroniche.**

La gestione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche è attualmente disciplinata dal D.Lgs 151/2005 di attuazione delle direttive 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE, relative alla riduzione dell'uso delle sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, nonché alla gestione dei rifiuti. In particolare, l'allegato 2 al D.Lgs 151/2005 individua i requisiti tecnici degli impianti di trattamento e l'allegato 3 individua le modalità di gestione dei RAEE negli impianti di trattamento stessi.

Tanto premesso, le attività di trattamento realizzate presso le piattaforme per apparecchiature elettriche ed elettroniche dismesse possono essere raggruppate in fasi alle quali vengono associate operazioni elementari; di queste, alcune sono comuni a tutte le categorie, altre si distinguono per tipologia di apparecchiatura. In particolare, le fasi principali sono la raccolta, il conferimento e la messa in riserva e il trattamento; quest'ultima è suddivisibile in: pre-trattamento e messa in sicurezza dei materiali, smontaggio e recupero del componente, frantumazione e selezione dei materiali, recupero di materiale ed energia, smaltimento.

La figura seguente fornisce una schematizzazione delle fasi.

**Figura: Fasi della gestione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche dismesse**



**Ingresso all'impianto:** apparecchiature elettriche ed elettroniche dismesse (R.A.E.E.), in particolare beni durevoli, provenienti da appositi circuiti di raccolta.

**Descrizione del processo:**

- conferimento e messa in riserva;
- pre-trattamento e messa in sicurezza;
- smontaggio e recupero componenti;
- frantumazione controllata delle carcasse;
- stoccaggio delle componenti ambientalmente critiche;
- stoccaggio dei materiali recuperabili;
- stoccaggio dei componenti recuperabili;
- stoccaggio dei rifiuti non recuperabili, da destinarsi allo smaltimento, risultanti dalle operazioni di pretrattamento, messa in sicurezza e trattamento.

**Destinatari:** filiere produttive

Di seguito si riportano, per ogni fase, le specifiche comuni a tutte le apparecchiature elettriche ed elettroniche dismesse ( R.A.E.E.).

***Raccolta, conferimento e messa in riserva***

Trattasi del complesso delle operazioni di trasferimento dei beni ad un centro di trattamento e loro stoccaggio in vista del recupero, in particolare, il carico su automezzi, il trasporto, lo scarico, lo stoccaggio e il prelievo per il trattamento.

**Pre-trattamento e messa in sicurezza**

La fase di pretrattamento e messa in sicurezza è una lavorazione preliminare – consecutiva al trasporto interno o esterno – finalizzata a rendere più sicuro lo svolgimento delle successive fasi di recupero, previo trasporto interno/esterno.

Essa consiste nella asportazione di parti mobili delle apparecchiature (sportelli, componenti e cablaggi elettrici, guarnizioni in PVC e/o gomma ed altre parti accessorie quali piani in cristallo, in acciaio, in plastica ecc.) e nella contemporanea rimozione, se necessario, dei materiali classificati pericolosi quali, ad esempio, CFC dai circuiti e dall'olio, interruttori con sostanze pericolose, condensatori, tubi catodici, schede elettriche ed elettroniche. Prevalentemente ai fini della sicurezza sul posto di lavoro, sono asportate in questa fase le sostanze facilmente infiammabili eventualmente presenti.

**Smontaggio e recupero componenti**

La fase di smontaggio richiede una definizione attenta di procedure al fine di garantire la possibilità di recupero dei componenti potenzialmente validi da un punto di vista tecnico - economico. Essa richiede, rispetto alle altre fasi, un maggior apporto di lavoro manuale, dunque, il contributo di procedure automatizzate non può essere spinto oltre certi limiti se non a scapito della flessibilità dell'operazione.

Le suddette operazioni devono consentire la costituzione di una forma di garanzia sulla durata di vita residua presunta per il componente recuperato.

L'impiego di eventuali componenti, utilizzanti fluidi refrigeranti la cui produzione è bandita dalla normativa vigente, deve essere adeguato ai limiti temporali e applicativi della normativa stessa.

I componenti e le apparecchiature recuperati devono tassativamente presentare i seguenti requisiti:

- devono riportare una marcatura dell'azienda/organizzazione che li ricondiziona e li pone sul mercato (in tal modo se ne assume la responsabilità e la marcatura funge da garanzia);
- la marcatura deve essere visibile, indelebile e tale da consentire la rintracciabilità del responsabile della re-immissione del componente sul mercato.

**Frantumazione e selezione dei materiali**

Durante questa fase si realizza la frantumazione e la selezione dei materiali da avviare al recupero (metalli ferrosi e non, plastiche, ecc.). Essa è caratterizzata da un maggiore impiego di energia e da soluzioni automatizzate e ad alto contenuto tecnologico.

Nella fattispecie, le operazioni di frantumazione della carcassa bonificata devono avvenire in locali di tipo industriale; in particolare la rottura delle parti contenenti le schiume poliuretaniche in cui sono presenti composti organoalogenati avviene in apposito impianto e con procedure tali da evitare il rilascio di suddetti composti, polveri ed altre emissioni in atmosfera.

La demolizione controllata comporta sviluppo di gas e polveri, pertanto, deve essere condotta in ambienti a contenimento statico, tenute con guarnizioni, o dinamico, mediante il mantenimento di opportune depressioni. Prima del rilascio in atmosfera, devono essere predisposti sistemi di abbattimento, la cui efficienza deve essere periodicamente misurata.

Deve essere esclusa la possibilità di generare situazioni di rischio per infiammabilità o esplosività di polveri e gas, anche ricorrendo a sistemi inertizzanti.

**Recupero di materia ed energia <sup>2</sup>**

I materiali selezionati dovranno essere prioritariamente reintrodotti nei cicli produttivi ovvero avviati a processi di recupero energetico.

**Smaltimento <sup>3</sup>**

I rifiuti prodotti dalle attività di bonifica e trattamento sono avviati a smaltimento nel rispetto della normativa vigente.

---

<sup>2</sup> Le operazioni di recupero sono quelle elencate nell'allegato C alla parte IV del D.Lgs 152/2006.

<sup>3</sup> Le operazioni di smaltimento dei rifiuti del ciclo non avviati a recupero sono quelle dell'allegato B alla parte IV del D.Lgs 152/2006.

## **D.7 Descrizione delle tecniche e delle tecnologie impiegate negli impianti di selezione, produzione CDR e trattamento apparecchiature elettriche ed elettroniche**

### **D.7.1 Impianti di selezione dei rifiuti destinati al recupero di materia**

I processi di selezione per il recupero dei materiali si realizzano con tecnologie altamente automatizzate che utilizzano macchine che operano la selezione a mezzo di sensori particolari, in alternativa o in aggiunta all'impiego della selezione manuale. Negli impianti più evoluti la selezione manuale è ridotta alla fase di rifinitura delle operazioni incomplete eseguite dalle macchine.

#### *Piattaforme per la selezione della raccolta multimateriale*

**Ingresso:** miscela di materiali diversi provenienti dalla raccolta differenziata la cui composizione merceologica percentuale può variare notevolmente a seconda dei contesti territoriali e del tipo di raccolta che viene effettuata.

Impianto costituito da:

- area di consegna e stoccaggio dei rifiuti al chiuso sul pavimento
- tramoggia con nastro di carico caricata da operatore con pala meccanica
- nastro estrattore di carico della linea
- vaglio oscillante
- nastro di distribuzione,
- separatore delle frazioni leggere (plastica, alluminio) per via aeraulica; i materiali giacenti sul nastro e distribuiti in maniera uniforme e monostrato passano sotto una cappa aspirante che li estrae dal flusso degli altri rifiuti e li convoglia a un ciclone dove si separano dall'aria e cadono in una tramoggia dove sono raccolti e inviati alla pressa.
- magnete overbelt per separazione dei metalli ferrosi; il ferro separato è stoccato in un contenitore sottostante alla linea di selezione
- dispositivo a correnti indotte per la separazione dei metalli non ferrosi (i materiali non ferrosi selezionati sono stoccati in un contenitore sottostante);
- controllo di qualità: gli operatori separano manualmente le frazioni diverse dal vetro rimaste nella corrente di rottami di vetro residua dopo la separazione degli altri materiali
- stoccaggio del vetro; il vetro, che rappresenta circa l'80% del peso del multimateriale, cade alla fine del nastro in un contenitore scarrabile sottostante con cui viene poi trasportato al successivo trattamento di raffinazione.
- asportazione ferro (in alcuni casi il ferro viene imballato da una pressa apposita)
- asportazione altri metalli
- pressatura e stoccaggio della plastica

Negli impianti più moderni i box di stoccaggio sono appoggiati su celle di carico in modo che si possa avere in tempo reale il peso delle singole frazioni separate.

Uscita: flussi separati di: materie plastiche miste, vetro di diversi colori, lattine in banda stagnata, lattine in ferro, rifiuti vari.

Prestazioni:	da 1 a 7 t/h
Impurezze nei materiali selezionati massimo	5 %.
Rendimento di separazione della plastica	90%
Rendimento di recupero	95%

**Impianto di selezione meccanica per la selezione e pulizia della carta mista**

**Ingresso:** carta mista qualificabile come gruppo 1 dalle norme UNI EN 643 (ottobre 2002) composta da diverse qualità di carta (giornali, riviste, carta di uso domestico e da ufficio etc) e cartone in percentuali variabili dal 15 all'80% di cartone ma contenente dal 2 al 20% di impurezze:

Impianto costituito da:

- area di consegna e stoccaggio dei rifiuti cellulosici a pavimento al chiuso
- tramoggia con nastro di carico caricata da operatore con pala meccanica
- sistema di vagli (a dischi o oscillanti) per separazione del cartone dalla carta e per separazione dimensionale della carta stessa.
- distribuzione del flusso di carta mista residua su un nastro in uno strato unico di materiale
- separazione della carta di giornali e riviste manuale
- controllo di qualità manuale
- stoccaggio separato delle varie qualità di carta
- alimentazione meccanica della pressa
- pressatura in balle

**Uscita:** flussi separati di cartone, carta grafica, carta mista.

Prestazioni 5-7 t/h

Impurezze massimo 1%

Rendimento di separazione del cartone 80%

Rendimento di recupero dell'impianto 95%

**Impianto per la selezione di bottiglie, o altri contenitori per liquidi, per polimeri e per colore, normalmente usato per la valorizzazione della raccolta differenziata delle bottiglie in PET.**

**Ingresso:** flussi di contenitori per liquidi eseguiti in materie polimeriche diverse (PE, PET, PP, PS, PSE)

- Lo scarico avviene al chiuso sul pavimento.
- Una macchina operatrice alimenta la fossa da cui il nastro estrattore asporta il rifiuto convogliandolo alla linea di produzione.

La selezione viene realizzata come segue:

- a) Una macchina schiaccia i contenitori (se provengono direttamente dalla raccolta) o apre le balle e stacca il materiale compattato se provengono da altra piattaforma. Il contenitore deve essere piatto in modo da non rotolare sul nastro di selezione.
- b) Vagli rotanti e per la prima selezione dei rifiuti di piccola dimensione e per la selezione dei fogli di film di grande dimensione.
- c) Vagli a doghe longitudinali oscillanti per la separazione delle plastiche leggere (shoppers). La funzionalità dei vagli oscillanti è determinata da:
  - lunghezza-larghezza del vaglio
  - ampiezza e frequenza di oscillazione
  - dimensione delle luci di passaggio
- d) Nastro trasportatore su cui i contenitori sono disposti in un unico strato

- e) Classificatore con dispositivo a NIR per la selezione dei polimeri. Il dispositivo analizza lo spettro del raggio riflesso dall'oggetto di plastica e ne registra la posizione, la dimensione e la forma sul nastro che lo trascina. Nel caso in cui l'oggetto sia da separare dal flusso principale viene azionato un getto di aria compressa in corrispondenza al passaggio dello stesso di fronte a un determinato ugello di una fila posta subito sotto alla testa del nastro. Il getto di aria compressa spinge l'oggetto e lo fa cadere in un vano diverso da quello in cui cadono per gravità le altre bottiglie.
- f) Dispositivo per analisi del colore degli oggetti e separazione per colore. Il dispositivo consiste di una telecamera assistita da uno scanner e da un analizzatore del colore che individua il colore dei contenitori che passano trascinati dal nastro (per riflessione o per trasmissione) e ne registra la posizione. I colori selezionati sono il bianco-trasparente (Clear) e l'azzurro; il resto (verde, marrone, blu, ecc. fanno parte del flusso colorato). Con lo stesso meccanismo usato per la selezione del polimero la bottiglia del colore voluto viene spinta dal getto d'aria in un contenitore separato.
- g) Controllo di qualità manuale
- h) Stoccaggio delle diverse plastiche
- i) Pressa per imballaggio.

**Uscita:** flussi separati di contenitori di un unico polimero e di un unico colore.

Capacità di separazione di ogni singolo polimero (PS, PP, PET, PE): tipicamente 95%.

Rendimento di separazione per colore:	max 97%
Produzione di un impianto di selezione:	da 0,5 a 5 t/h
Personale in linea:	2 persone per controllo di qualità per ogni flusso di diverso colore

### **Preparazione del vetro pronto al forno**

**Ingresso:** rottame di vetro proveniente dalla raccolta differenziata dopo una prima selezione grossolana delle impurezze (tappi, etichette, rottami di porcellana e ceramica, pietre, carta e plastica)

Realizzazione della selezione:

- a) vagliatura del rottame vetroso in tre pezzature con eliminazione del fine sotto 3 mm.
- b) selezione manuale delle impurezze contenute nel rottame vetroso
- c) eliminazione dei materiali ferromagnetici con magnete ad elevato gradiente
- d) eliminazione materiali leggeri
- e) eliminazione di materiali non trasparenti (ceramica, porcellana, frammenti di minerali diversi) con sensore NIR. Il rottame di vetro in pezzatura omogenea e ben disteso su un nastro senza sovrapposizioni passa sotto uno scanner a NIR che è in grado di riconoscere la trasparenza del pezzo e registra la posizione sul nastro dei pezzi non trasparenti in modo da comandare un getto d'aria nel momento e nella posizione in cui si trova il pezzo alla fine del nastro. Il getto d'aria investe il pezzo da scartare e lo fa cadere in un contenitore separato. La macchina è molto selettiva, ma non riesce a colpire solo il pezzo da scartare e quindi determina uno scarto più o meno elevato a seconda della precisione e della velocità del nastro
- f) eliminazione dei metalli non ferrosi con macchina a correnti indotte.
- g) seconda eliminazione di materiali magnetici con magnete ad alto gradiente (magnete al neodimio)

**uscita:** vetro pronto al forno con caratteristiche:  
granulometria > 3mm (sottovaglio 3mm < 5%)  
ceramica e porcellana < 0,01%  
pietre < 0,02%  
metalli magnetici < 0,002%  
metalli amagnetici < 0,01%  
materiali organici < 0,1%

#### Tecnologie per la selezione del vetro per colore.

Sono macchine in grado di riconoscere i tre colori del vetro (bianco, verde e marrone) e di separare il vetro ridotto in pezzatura di 5\*5 cm nei tre colori. Da definire la taglia della macchina a e la sua produttività oraria.

### **D.7.2 Descrizione delle tecnologie disponibili per la produzione di combustibile da rifiuti**

I processi di selezione dei rifiuti per la produzione di materiale ad elevato potere calorifico si realizzano con l'uso di macchine e altri componenti meccanici, essenzialmente vagli, trituratori, nastri trasportatori etc. Nella tabella 6 vengono indicate le principali caratteristiche dei componenti dei sistemi di selezione che vengono usati allo scopo.

#### *Tecniche impiegate in un impianto di produzione di combustibile da rifiuti a seguito di un trattamento meccanico biologico consistente nella separazione secco umido e nella biostabilizzazione separata dell'organico*

##### **1. Raccolta e trattamento**

I rifiuti in ingresso all'impianto è generalmente il rifiuto indifferenziato residuo dalla raccolta differenziata, ma possono essere consegnati all'impianto anche altri rifiuti come plastiche non clorurate, pneumatici fuori uso, poliaccoppiati, gomme sintetiche non clorurate, resine e fibre artificiali e sintetiche con contenuto in Cl < 0,5% in massa.

##### **2. Consegna**

I mezzi di conferimento arrivano nell'area di consegna dei rifiuti dove scaricano i rifiuti dentro la fossa di stoccaggio o in uno stoccaggio a pavimento. Lo scarico avviene dopo che il mezzo è entrato, attraverso porte dotate di apertura e chiusura automatica, in un ambiente chiuso e tenuto in depressione.

##### **3. Stoccaggio**

Negli impianti di maggiore dimensione (>400 t/g) è necessario stoccare i rifiuti in una fossa, di solito realizzata in calcestruzzo e a tenuta d'acqua. All'interno di essa i rifiuti sono movimentati (allo scopo di miscelarli e di caricarli sulla linea) mediante una benna a polipo montata su di un carroponente. La cabina di alloggiamento dell'operatore del carroponente è posizionata in modo da consentire una buona panoramica dell'intera fossa rifiuti ed è munita di un sistema di ventilazione indipendente rispetto alla fossa. La capacità di stoccaggio della fossa è solitamente pari a 3-4 giorni di funzionamento dell'impianto nelle condizioni di progetto; essa risulta variabile in funzione delle caratteristiche dei rifiuti e di eventuali vincoli caratteristici del sito nel quale l'impianto è installato. La fossa è tenuta in depressione e l'aria estratta può essere inviata agli impianti di biostabilizzazione o di bioessiccazione prima di essere depurata.

Negli impianti più piccoli lo scarico avviene su un pavimento a tenuta di liquido in cui è stata eseguita una piccola fossa che contiene una tramoggia in lamiera con un nastro estrattore. Un operatore movimentata i rifiuti con la pala meccanica che butta nella fossa i rifiuti scaricati sul terreno. Per la protezione contro gli incendi l'area di stoccaggio dei rifiuti è dotata di sistemi di rilevazione e di sistemi automatici di spegnimento ad acqua.

Le aree di stoccaggio devono essere adeguatamente protette, mediante idoneo sistema di canalizzazione, dalle acque meteoriche esterne, inoltre, deve essere previsto un opportuno sistema di raccolta ed allontanamento delle acque meteoriche, con pozzetti di raccolta muniti di separatori per oli e vasca di raccolta delle acque di prima pioggia.

#### **4. Pretrattamento**

Il nastro estrattore chiuso (ovvero la benna del carro ponte) convoglia i rifiuti nella tramoggia di un trituratore primario, che esegue una riduzione dimensionale fino a 300 mm. Il trituratore primario è una macchina caratterizzata da un basso numero di giri (da 30 a 60 rpm), costituita da uno o due rotori dotati di elementi di taglio muniti di rostri che eseguono un'azione di lacerazione e rottura venendo a contrasto di un pettine fisso con un accoppiamento lasco. Nel caso di rifiuti intriturbabili il rotore torna indietro e dopo avere eseguito alcuni tentativi si blocca. In questo caso è possibile aprire la macchina ed estrarre il materiale intriturbabile. Nelle macchine più moderne gli utensili di taglio sono applicati al rotore in modo da poterli cambiare quando sono usurati senza smontare tutto il rotore.

Il rifiuto passa quindi a una prima deferrizzazione e quindi al vaglio (da 40 a 60 mm) (ruotante o anche a dischi); da questo il sottovaglio costituito in massima parte da sostanza organica putrescibile passa alla fase di biostabilizzazione.

La parte secca (sopravaglio) viene trasferita con un nastro trasportatore chiuso alla raffinazione.

#### **5. Raffinazione**

Le operazioni che vengono eseguite consistono nel separare prima il ferro con un elettromagnete e i metalli non ferrosi con una macchina a correnti indotte.

Quindi viene eseguita la riduzione dimensionale a pezzatura max 100\*100 mm con un trituratore secondario o raffinatore che può avere uno due rotori muniti di placche taglienti che esercitano una netta azione di taglio a contrasto con uno statore che ne copia esattamente la forma triangolare. Questa macchina ha in genere un numero di giri inferiore o uguale a 120 rpm; il materiale tritato è costretto passare attraverso una griglia che ha fori della dimensione della pezzatura voluta; il materiale che non passa viene nuovamente sottoposto all'azione di taglio. Anche queste macchine hanno il pregio di potere cambiare le placchette taglienti senza smontare il rotore e si bloccano quando trovano corpi infrantumabili.

L'ultima operazione è la selezione per densità eseguita con un sistema aerulico attraverso il quale il flusso di materiale sciolto in caduta dalla testa del nastro viene sottoposto all'azione aspirante di una corrente d'aria prodotta da un ventilatore. I materiali più densi e compatti cadono nel vuoto mentre quelli più leggeri ed estesi seguono la corrente d'aria da cui sono poi separati tramite un ciclone che li scarica in basso attraverso una rotocella. In questo modo vengono separati gli inerti, ed eventuali metalli ancora presenti. Nel caso che il combustibile sia destinato a un forno a griglia non è necessario eseguire la deferrizzazione e la demetallizzazione prima della selezione aerulica.

#### **6. Condizionamento ai fini dell'alimentazione del forno e del trasporto**

La parte successiva dell'impianto dipende dalle modalità successive di uso del combustibile prodotto (determinate dal tipo d'alimentazione del forno) nonché da quelle di trasporto del CDR fluff così prodotto, che si presenta sfuso e di densità inferiore a 100 kg/m<sup>3</sup>. Le alternative sono:

A) nel caso in cui la tipologia di forno possa alimentare e bruciare il combustibile in forma di fluff è necessario:

- procedere alla pressatura in balle del combustibile prodotto. La maniera più semplice e poco costosa consiste nel legare le balle con reggette di plastica a distanza di 10-15 cm l'una dall'altra, ottenendo una densità di circa  $0,6 \text{ t/m}^3$ .
- usare una pressa stazionaria per caricare un semirimorchio statico da 25 tonnellate
- caricare (dall'alto o con un nastro trasportatore) un semirimorchio walking-floor da 25 tonnellate

B) nel caso la tipologia di forno (es. letto fluido) non consenta l'utilizzo del fluff è necessario:

- eseguire la pellettizzazione con una specifica macchina che comprime il materiale in cilindretti molto densi, in modo da raggiungere un peso specifico di  $0,6 \text{ t/m}^3$ , con un consumo di energia che va da 25 a 35 kWh/t. Con il termine addensamento si indica un procedimento simile ma meno spinto (densità circa  $300 \text{ kg/m}^3$ ) e meno costoso.

Il processo di produzione di combustibile descritto può essere applicato anche al caso in cui alla selezione secco-umido segua la digestione anaerobica della parte umida, con rendimenti energetici complessivi evidentemente diversi. In determinati processi menzionati dal BRef europeo alla parte secca che viene trasformata in combustibile con i metodi descritti si aggiungono altri flussi provenienti dal rifiuto sottoposto a digestione anaerobica che hanno elevato potere calorifico; complessivamente da 1 tonnellata di rifiuto vengono prodotti 300 chilogrammi di combustibile che ha mediamente  $16,5 \text{ MJ/kg}$  di PCI e umidità pari al 24%.

#### ***Tecniche impiegate in un impianto per la produzione di combustibile da rifiuti indifferenziati tramite trattamento di bioessiccazione***

Il conferimento e lo stoccaggio del rifiuto indifferenziato avvengono con le stesse modalità previste per l'impianto con biostabilizzazione dell'organico separata. Anche in questo caso il rifiuto viene caricato alla linea che porta al tritratore primario. Dopo la prima deferrizzazione il rifiuto viene immesso nella linea di bioessiccazione da cui esce dopo un periodo che va da 7 a 14 giorni, con una riduzione di massa di circa il 25%. Dopo il trattamento biologico si ha una selezione meccanica tramite un vaglio con fori da 20-25 mm da cui viene separata una percentuale rilevante (circa il 20% rispetto al rifiuto in ingresso) di scarti costituiti da inerti e organico essiccato e stabilizzato. Il sopravaglio viene poi sottoposto ad una nuova deferrizzazione e quindi all'asportazione dei metalli non ferrosi. Viene, quindi, ridotto alle dimensioni del fluff ( $110 \times 100 \text{ mm}$ ) con un raffinatore delle stesse caratteristiche di quello descritto al paragrafo precedente. Successivamente si può eseguire la selezione aeraulica. Il fluff così ottenuto pur contenendo in parte della sostanza organica biostabilizzata, ha potere calorifico elevato ( $>15.000 \text{ kJ/kg}$ ) e bassa umidità ( $<15\%$ ).

Il fluff può successivamente passare al confezionamento del rifiuto in balle o in pellets-addensato, o può essere caricato sciolto sui camion, con la pressa stazionaria o con il walking-floor.

Gli scarti di questo tipo di impianto possono essere sottoposti a ulteriore selezione per separare gli inerti recuperabili e i metalli.

Il confronto fra i bilanci di massa delle due tecnologie è rappresentato dai due schemi seguenti.

**Tabella 4 Bilanci di massa di un impianto di bioessiccazione e di un impianto di trattamento meccanico biologico**

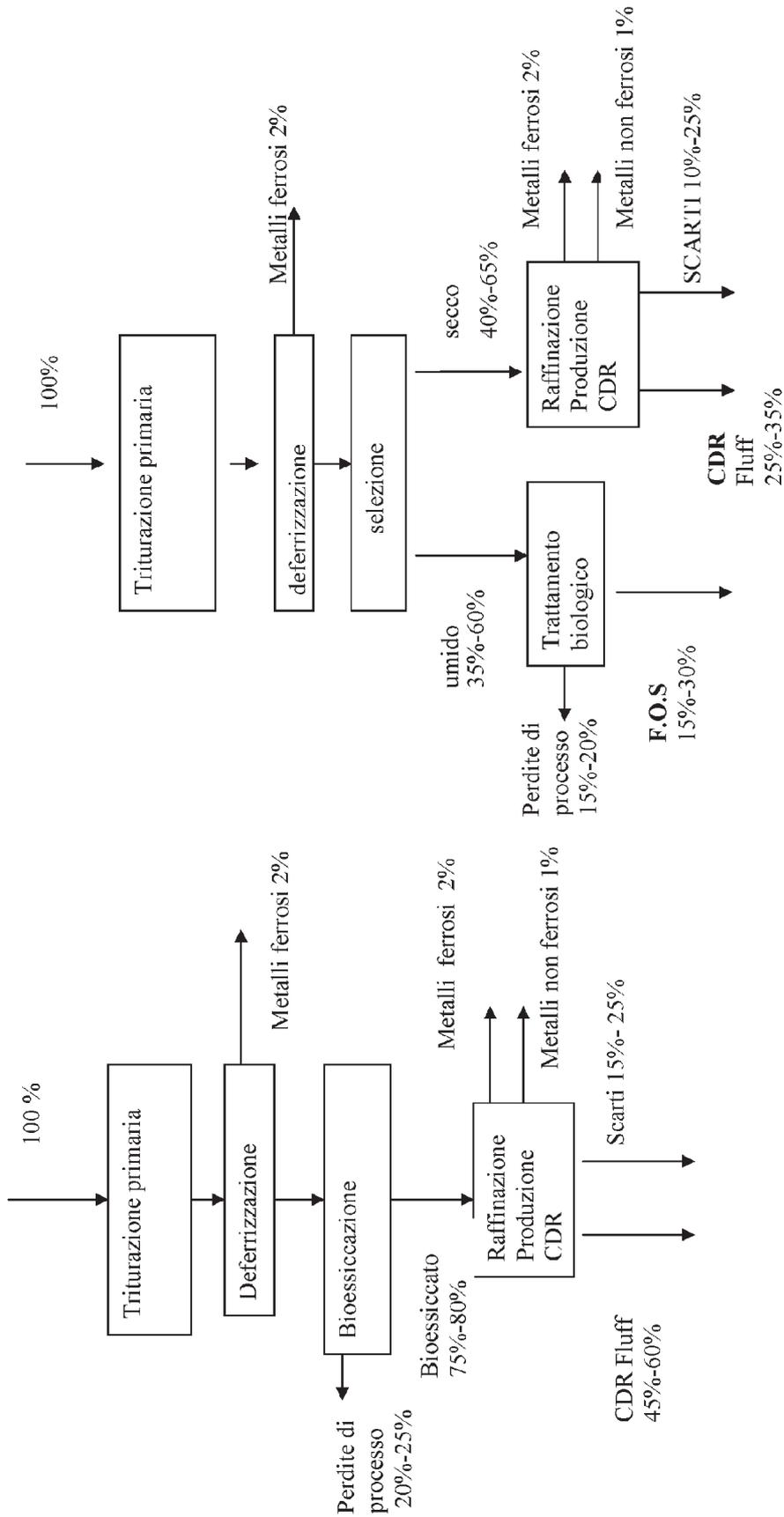


Tabella 5 Impianto di trattamento meccanico biologico

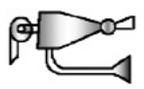
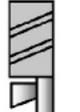
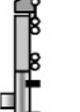
Frazione utile al recupero di energia	Quantità prodotte (kg/t di RU)	Valore calorifico (Mj/kg)	
		Inferiore	superiore
CDR	350 - 460	16,6 - 19,9	
<b>Frazione da cui non è possibile recuperare energia</b>		<b>Destinazione dei materiali</b>	
Ferrosi	32 - 40	Rottamatori	
Non ferrosi	8 - 10	Recupero materiali	
Inerti	48,6 (vetro <40)	Riuso	
Frazione organica da avviare a trattamento biologico	550 perdite di processo 200 rifiuti pre trattati per discarica 350	TOC 18% in peso e PCU 6 Mj/kg Densità > 1,5 t/m <sup>3</sup> (tal quale) Conducibilità idraulica k < 10 <sup>-8</sup> m/s	

Fonte: Best Available Techniques Reference Document for the Waste Treatments Industries

La tabella che segue elenca i principali componenti degli impianti di produzione di combustibile da rifiuti e mette in evidenza le caratteristiche di ciascuno di essi e l'uso che ne viene prevalentemente fatto. Vengono riportati anche elementi di costo di investimento, ovviamente riferiti al singolo componente e alla data di redazione di questo documento.

TABELLA 6: tipologie di apparecchiature utilizzate nei processi di selezione: indicazioni su migliori utilizzi, consumi e costi di investimento

Macchina	Simbolo	Funzione	Tipologie	Vantaggi	Svantaggi	Consumi	Costi di investimento
Trituratore Primario		Tritura il tal quale in ingresso all'impianto, laceri i sacchi, strappa i materiali tessili e tritura i manufatti in plastica e legno. Può essere monrotore o birotore	A cesoia plurialbero (<15 rpm) Monoalbero (<60 rpm)	Adatti a materiali tenaci ed elastici (tessili, gomme). Adatti per un rifiuto misto. Le dimensioni più contenute della bocca di carico permettono installazioni più compatte.	Bassa produttività e alte usure. Adatto a materiali resistenti (pneumatici). Inadatto a rifiuti prevalentemente elastici e resistenti (tessili, gomme)	7-15 kWh/ton	9000-15000 € per ton/h di potenzialità in ingresso
Laceri/sacchi		Lacera e apre i sacchi.	A lame	Elevata produzione e bassi consumi energetici.	Completamente inadatto in presenza di altro tipo di materiali se non sacchi. Si blocca in presenza di manufatti metallici e/o inerti di grosse dimensioni.	2-4 kWh/ton	2500-4000 €/t per ora di potenzialità in ingresso
Vaglio		Separa i materiali in base alla loro pezzatura. Possono essere di tipo monostadio o pluristadio, a seconda del num. di zone vaglianti con fori di diametro differente. Spesso si utilizzano vagli bistadio.	Tamburo Vibrovaglio	Macchina universale che rivolta completamente il materiale. Adatto a materiali di pezzatura piccola (<10 cm) e per separare materiali fini (fori < 4 cm).	Macchine di grandi dimensioni Inasamento per fori >4 cm o per materiali bidimensionali (es. filtri di ferro). Di difficile messa a punto e rumoroso.	0,5-1,5 kWh/ton	3000-4800 €/t per ora di materiale in ingresso
Magnete deferrizzatore		Separa i materiali ferrosi. Solamente per flussi di materiali a pezzatura uniforme e <15 cm il ferro estratto risulta "pulito", ovvero senza inquinamento di plastiche, stoffe, carta.	Elettromagnete overbelt Magnete permanente Overbelt Puliggia magnetica	Adatto a flussi medio/grandi (10-30 ton/ora) e/o pezzat. medio/grandi (<400 mm) Semplice ed econ. Adatto a piccole pezzature (<200 mm) Economica, OK per pezzat. piccole (<100 mm) e/o in coazione con magneti overbelt.	Consumi elettrici superiori, macchina costosa Inadatta a grandi pezzature e in presenza di pezzi di ferro >3 Kg Inadatta a pezzature medio/grandi (>100 mm)	0,2-0,4 kWh/t (magnete permanente) 0,6-1 kWh/t (elettromag.)	600-1500 €/t per ora di materiale trattato.
Separatore a correnti indotte		Separa i metalli non ferrosi (ad eccezione dell'acciaio inox). La sua efficacia risulta tanto maggiore quanto minore è la pezzatura del materiale (<15 cm)	A rullo induttore a magneti permanenti	Adatto a flussi medi (<15 ton/h). Permette di separare l'alluminio dannoso per combustibile destinato a letti fluidi.	Macchina costosa. Può causare pericoli quali incendi se il rifiuto non è stato accuratamente deferrizzato prima: oggetti di Fe che permangono sul tamburo rotante si arroventano.	0,7-1,2 kWh/t	3800-5000 €/t per ora di materiale trattato.

Macchina	Simbolo	Funzione	Tipologie	Vantaggi	Svantaggi	Consumi	Costi di investimento
Lavola gravimetrica o densimetrica		Separa una frazione "pesante" da una "leggera" in base al peso specifico. Rendimento accettabile con pezzatura costante (<25 cm). Può anche separare un sottovaglio fine. E' utilizzata per separare gli inerti.	A elementi mobili, a moto vibrante.	Adatto a flussi bassi (<10 t/h), separano pesante, leggero, fine (varia pezzatura, fino a 10 cm).	Ingombri elevati, rendimenti di selezione di solito non elevati, di difficile messa a punto.	0,5-1 kWh/t	3300-5000 €/t per ora di materiale in ingresso
Separatore aeraulico		Separa una frazione "pesante" da una "leggera" in base al peso specifico tramite correnti d'aria. Rendimento buono con pezzatura costante (<25 cm). E' utilizzata per separare gli inerti.	A correnti d'aria, con aspirazione	Adatto a flussi medi (<15 t/h), aspira il materiale leggero e non quello pesante. Adatto per pezzature costanti (<25 cm). Flessibilità impiantistica	Elevati flussi d'aria da trattare, consumi energetici non marginali. Di difficile messa a punto.	1-3 kWh/ton	7800-15000 €/t per ora di materiale da trattare
Trituratore secondario		Riduce la pezzatura del combustibile pretritato e selezionato per esigenze di combustione (<15 cm letto fluido, <3-4 cm cementeria) e/o addensam. (<10-15 cm). Mono o binotore, si danneggia con Fe e metalli.	Lenti a taglio (<120 giri/min)	Macchina sicura, dotata di frizione, si blocca con grossi corpi infrantumabili.	Bassi flussi (<5 t/h per pezz. <4cm, <10 t/h per pezz. <15 cm). Hanno alti consumi energetici.	15-23 kWh/t	17.000-33000 € per ogni ton/ora di potenzialità in ingresso
Pressa imballatrice		Imballa e reggia materiali di basso peso specifico (materiali combustibili, plastiche, stoffe) ai fini di stoccaggio e trasporto. La pezzatura deve essere >8 cm.	A canale orizzontale, con o senza pressore aggiuntivo	Adatta per grossi flussi (<30-40 t/h). Macchina robusta e di facile gestione.	Si danneggia in presenza di Fe o metalli di grosse dimensioni. E' una macchina costosa.	3-5 kWh/t	7800-9300 € per ogni ton/ora di materiale trattato.
Press-container		Compatta materiali di basso peso specifico direttamente in container e/o scarrabili	A canale orizzontale, senza camera di compattazione.	Adatta per grossi flussi (<30-40 t/h). Macchina robusta, di facile gestione ed economica.	Richiede un sistema di cambio container quando questi sono pieni. Per flussi importanti, il cambio deve avvenire anche ogni mezz'ora.	1-2 kWh/t	2300-3500 €/per ogni ton/ora di materiale trattato
Pressa per mezzi gran volume		Compatta materiali di basso peso specifico trasferendoli poi in mezzi grande volume	A canale orizzontale, dotata di camera di compattazione	Adatta per grossi flussi (<30-40 t/h), consente di fare il pieno carico in mezzi grande volume (>70 mc di volume).	Necessità di una accurata manutenzione del pistone di compattazione che è a più sfili e molto lungo (>10 mt fuori tutto). Macchina costosa.	1-2 kWh/t	7800-9300 €/t per ora di materiale trattato.

Macchina	Simbolo	Funzione	Tipologie	Vantaggi	Svantaggi	Consumi	Costi di investimento
Addensatrici, pellettizzatrici, cubettrici		Tramite estrusione attraverso una griglia forata addensano il materiale in cubetti o pellets. Possono trattare solamente piccoli flussi (<7 t/h), di pezzatura <1,5 cm e senza metalli.	A estrusione	Consente di semplificare lo stoccaggio (silos) ed ottimizza il carico. Il combustibile addensato è pienamente compatibile con l'utilizzo in forni a griglia o a letto fluido	L'addensato non è compatibile con l'alimentazione in cementeria. Le macchine sono molto sensibili alla presenza di metalli (l'Al tappa i fori), sono, inoltre, costose e consumano molta energia elettrica.	25-35 kWh/t	25000-35000 €/per t/ ora di materiale trattato
Estrattori da tramoggia		Estraggono e regolarizzano il flusso di rifiuti da una tramoggia. Ne esistono di molti tipi. In questo caso si fa riferimento ai due tipi più diffusi: a tapparelle (Apron) o a traversini raschianti (Redler)	Apron Redler	Robusto, adatto ad alti flussi (<50 t/h), inclinato Max. 45°, bassi consumi energetici. Più economico, stesse prestazioni del tipo precedente, non sporca perché ricircola il materiale che finisce sul fondo.	Macchina costosa, sporea e richiede un redler di pulizia. Alle usure e alti consumi energetici.	1,7-1,9 kWh/mt (Apron) 1-1,5 kWh/mt (Redler)	4000-12000 €/metro lineare
Trasportatori		Trasportano il materiale su tappeti o con redler. Possono essere caratterizzati o aperti. Ne esistono di moltissimi tipi composti. In questo caso si fa riferimento ai due tipi più diffusi.	A tappeto in gomma Redler	Economico, bassi consumi energetici, adatto per tratte lunghe. Il tappeto liscio e adatto per inclinazioni <20%. Consente scarichi multipli, è adatto per inclinazioni <70°, può essere è adatto per pezzature <15 cm (si usano modelli semplificati).	Sporea, richiede pulitori efficienti e controlli e registrazioni frequenti (centraggio e sostituzione tappeti). Costoso, alti consumi energetici, usure elevate.	0,3-0,4 kWh/m (A tappeto) 0,5-0,9 kWh/mt (Redler)	2000-4500 €/mt lineare (A tappeto), 3500-8000 €/mt lineare (A palette raschianti)

## Presidi ambientali

### *1. Trattamento delle emissioni in atmosfera*

Gli impianti di produzione di combustibile da rifiuti possono essere sede di emissione soprattutto di odori e di polvere, di NH<sub>3</sub> e in minore quantità di gas di combustione provenienti dai motori a combustione interna dei camion che scaricano i rifiuti e delle macchine utilizzate per la movimentazione dei rifiuti (pala meccanica, muletto).

In genere il luogo ove viene eseguito **lo stoccaggio dei rifiuti** e dove si producono sostanze odorogene, talvolta ammoniacale, e produzione di polveri in fase di scarico dei rifiuti, è soggetto a 2-3 ricambi d'aria/h; l'aria estratta viene utilizzata per il trattamento di biostabilizzazione o di bioessiccazione dei rifiuti, viene, quindi, inviata alla depurazione che può essere eseguita con biofiltro o con scrubber chimico.

Nella zona di **raffinazione** si produce un'elevata quantità di polveri e minori quantità di composti odorogeni. L'aria viene ricambiata 1-2 volte/h e se necessario inviata anch'essa ai reattori biologici, comunque dopo depolverazione generalmente su filtro a tessuto.

#### Riduzione delle emissioni di polveri

La riduzione delle emissioni di polveri generate nella zona di stoccaggio avviene a carico del sistema reattore biologico-scrubber ad acqua-biofiltro, in quanto il volume d'aria viene inviato al biofiltro dopo essere passato attraverso la massa dei rifiuti organici in fase di biostabilizzazione (o di tutti i rifiuti in fase di bioessiccazione).

La riduzione delle emissioni di polveri generate nella zona di raffinazione si esegue normalmente con filtro a manica, che garantisce un elevatissimo abbattimento della concentrazione di polveri. Si utilizzano maniche in polipropilene o in poliestere con velocità di attraversamento non superiori a 1,2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> al minuto. Il prelievo dell'aria da depolverizzare viene effettuato in prevalenza con aspirazioni concentrate rispetto ad aspirazioni diffuse, in particolare nella zona di raffinazione del combustibile da rifiuti.

#### Riduzione delle emissioni odorogene

Le emissioni odorogene in un impianto di produzione di combustibile da rifiuti sono associate allo stoccaggio dei rifiuti prima del trattamento, al trattamento biologico e in parte minore alla zona di raffinazione. La natura degli odori è quindi quella dovuta alla presenza delle sostanze osmogene (composti solforati-mercaptani, ammoniacali-amminici etc).

La tecnica utilizzata per l'abbattimento delle sostanze odorogene, corrispondenti a una modesta concentrazione di composti organici, nell'aria interessata, è generalmente quella dell'abbattimento tramite filtro biologico, dimensionato in modo da garantire un'emissione massima di 300 U.O.I./m<sup>3</sup> nell'aria trattata e mantenuto in buone condizioni di funzionamento (in particolare umidità e stato del materiale filtrante). Il biofiltro è in genere preceduto da uno scrubber a umido che provvede alla depolverazione dell'aria e alla sua umidificazione.

### *2. Controllo e trattamento delle acque reflue.*

Le acque reflue dall'impianto di produzione di combustibile da rifiuti sono le seguenti:

- acque di processo (acque di percolazione della zona di scarico, acque di percolazione degli impianti biologici, acque di scarico dello scrubber e di condensazione del biofiltro).
- acque di prima pioggia dei piazzali
- acque meteoriche
- acque sanitarie

Le acque di processo sono in genere riciclate negli impianti biologici (in cui l'umidità della sostanza organica tende a diminuire al di sotto del valore utile per l'attività biologica) e non danno luogo a scarichi salvo casi eccezionali, comunque è buona norma avere uno stoccaggio adeguato da cui possano essere riciclate o essere inviate a depurazione.

Le acque di prima pioggia dei piazzali (corrispondenti a una precipitazione di min. 5 mm) devono essere captate e inviate a depurazione, insieme con le acque sanitarie.

Le acque meteoriche devono avere uno smaltimento separato e adeguato.

### ***3. Gestione e trattamento dei rifiuti solidi***

I rifiuti solidi prodotti in questo tipo di impianti sono gli scarti del trattamento, in particolare nella zona di raffinazione. Normalmente si tratta di rifiuti non pericolosi che non pongono particolari problemi di smaltimento. Occorre tuttavia distinguere fra i rifiuti prodotti nel processo seguente a una fase di biostabilizzazione, derivanti dalla selezione della parte secca dei rifiuti indifferenziati, che sono una piccola percentuale del rifiuto in ingresso, e quelli che si producono dopo una fase di bioessiccazione, che sono una percentuale fra il 15 e il 20% del rifiuto in ingresso. In questo caso occorre eseguire un'attenta analisi del contenuto del rifiuto in cui potrebbero essere presenti inerti riciclabili in quantità utile per mettere a punto un sistema di recupero.

### ***4. Controllo dei rumori e delle vibrazioni***

Le apparecchiature di produzione del combustibile da rifiuti possono produrre rumori e vibrazioni derivanti:

- dai trituratorini primari e dai raffinatori secondari
- dai ventilatori e dai cicloni che effettuano la separazione aeraulica
- dal ventilatore che estrae l'aria dagli ambienti e la convoglia al sistema di depurazione
- dai nastri trasportatori

Sono pertanto prescritti limiti alla rumorosità delle macchine in esercizio (80 dB) per la tutela della salute dei lavoratori e limiti al rumore percepibile all'esterno sulla base della zonizzazione eseguita dall'autorità comunale.

## Esempi applicativi dei processi di produzione del combustibile da rifiuti

### A) Esempio di impianto di produzione di CDR

La configurazione della linea di trattamento RU con selezione meccanica e produzione di CDR è la più semplice in relazione allo scopo. La qualità del CDR prodotto è, infatti, di norma riferita alle specifiche tecniche di accettabilità dell'impianto utilizzatore per la valorizzazione energetica.

#### La linea di trattamento con produzione di CDR è costituita da:

##### SELEZIONE SECCO UMIDO

- Trituratore primario bialbero a rotazione lenta con controlama e con motorizzazione oleodinamica, destinato alla riduzione della pezzatura dei rifiuti conferiti.
- Nastro trasportatore in gomma completo di redler di pulizia nella parte inferiore.
- Deferrizzatore elettromagnetico di elevata potenza (10 kW), installato in senso trasversale al nastro di alimentazione.
- Vaglio rotante con fori da 60-80mm.
- Nastri in gomma per il trasporto del materiale tritato alle successive fasi di lavorazione, i nastri sono dotati, nella parte inferiore, di redler di pulizia per evitare la caduta del materiale nella zona sottostante.

##### LINEA CDR

- Deferrizzatore elettromagnetico secondario di elevata potenza (10 kW),
- Raffinatore per CDR di elevata potenzialità, del tipo bialbero con barra mobile per preservare l'attrezzatura in caso di urti causati da materiali intriturbabili che accidentalmente possono finire nel flusso da trattare; questa attrezzatura consente la produzione di CDR fluff da destinare alla valorizzazione energetica.
- Pressa imballatrice del tipo a camera di compattazione fissa con doppia compattazione e con legatura mediante reggette di plastica. La legatura è del tipo completamente automatico in tunnel telescopico ed è realizzata con reggette di poliestere o propilene.

##### LINEA UMIDO

La frazione umida viene stabilizzata fino ad ottenere un IRD < 700 mgO<sub>2</sub>\*kg SV<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

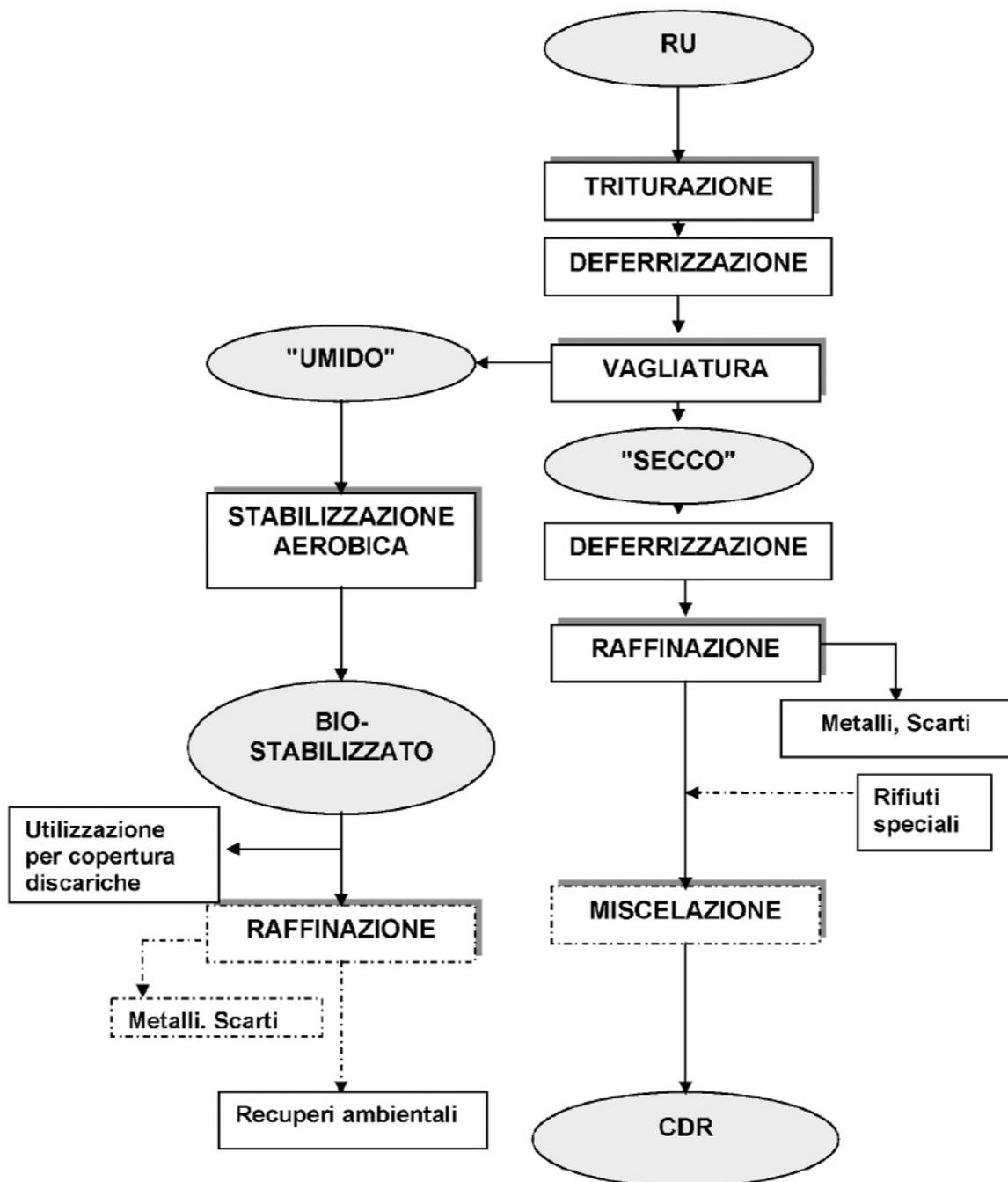
#### Descrizione del processo di produzione del CDR

In uscita all'impianto di produzione CDR si ottiene, un materiale piuttosto secco, ricco di sostanza polimerica (plastica e gomme) e lignocellulosica (carta e cartoni, legno).

I prodotti secondari del trattamento risultano essere i flussi di metalli ferrosi e non, di inerti (vetro, ceramica, pietre, ecc.), nonché di organico stabilizzato.

L'impianto riceve in alimentazione diverse tipologie di rifiuti: la più rilevante è costituita dai RU indifferenziati, e da rifiuti assimilabili agli urbani; cui seguono, eventualmente, i rifiuti ingombranti combustibili (mobili, suppellettili, ecc.).

Lo schema di processo è riportato nella figura seguente: il rifiuto in ingresso, previa riduzione della pezzatura, viene suddiviso in due frazioni, "secco" e "umido", tramite vagliatura.



Schema di processo di produzione di CDR

### **Ricezione dei rifiuti in ingresso e accumulo**

Il rifiuto in ingresso all'impianto, dopo le operazioni di registrazione e pesatura, viene scaricato in una zona di ricezione (fossa) di volumetria sufficiente all'accumulo del materiale trattato in 2-3 giorni di produzione e, comunque, tale da evitare l'insorgere di problemi di carattere igienico-sanitario.

In fase di accettazione, il materiale conferito subisce un controllo visivo necessario per l'individuazione e la rimozione di materiali ritenuti incompatibili con le successive fasi di lavorazione (ingombranti, pericolosi, ecc.).

I rifiuti scaricati vengono caricati mediante carroponete con benna a polipo in fossa e da qui trasportati sulla tramoggia che alimenta il trituratore primario.

### **Triturazione primaria**

Il rifiuto subisce una prima triturazione, al fine di facilitare la successiva selezione per la separazione della frazione secca da quella umida. Il trituratore primario è costituito da uno o più rotori a rotazione lenta (da 15 a 60 giri/min) e da una serie di contro-lame fisse, denominate anche contropettine. L'azione esercitata sul materiale è in parte di taglio e in parte di fratturazione. Il prodotto risulta quindi un poco sfibrato, ma di pezzatura abbastanza omogenea, inferiore a 300\*200 mm.

Attualmente sono utilizzati prevalentemente trituratori bialbero con azionamento oleodinamico, preferibili ai trituratori monoalbero perché dispongono di maggiori superfici di taglio ed a parità di potenzialità, consentono di ottenere un prodotto con pezzatura inferiore e più omogenea.

### **Selezione e deferrizzazione primaria**

In uscita dal mulino i rifiuti vengono ripresi da un nastro trasportatore e subiscono una prima deferrizzazione mediante un separatore magnetico installato sopra al nastro e in grado di asportare i metalli, che vengono raccolti in una tramoggia posta al di sotto, mentre il flusso principale dei rifiuti confluisce in una tramoggia di alimentazione del vaglio che può essere del tipo a cilindro rotante o a dischi (in questo caso rotante).

Dalla tramoggia i rifiuti confluiscono ad una sezione di vagliatura primaria che provvede alla separazione del materiale in due (eventualmente tre flussi).

L'attrezzatura attualmente usata è un vaglio rotante che ha un'unica sezione di vagliatura realizzata con una maglia di foratura, del diametro di 60 mm.

Il vaglio rotante è un'attrezzatura costituita da un cilindro metallico di grosse dimensioni leggermente inclinato, ruotante ad una velocità, compresa tra 10 e 60 giri/minuto.

La sezione vagliante è costituita dall'intera superficie laterale, le forature sono realizzate delle dimensioni adeguate al trattamento da effettuare, la rotazione del cilindro avviene mediante ruote gommate azionate da motoriduttori.

### **Deferrizzazione secondaria**

Prima della raffinazione, il materiale combustibile in uscita dal vaglio subisce una seconda asportazione dei metalli ferrosi mediante deferrizzatore elettromagnetico di notevole potenza, la potenza elevata (superiore a 10 kW) consente di asportare materiali ferrosi di grosse dimensioni che potrebbero altrimenti danneggiare il trituratore secondario.

**Triturazione secondaria**

Il materiale in uscita dal vaglio necessita di ulteriori trattamenti come la riduzione della pezzatura per ottenere un prodotto omogeneo con caratteristiche costanti.

La triturazione secondaria (o raffinazione) del sovravaglio combustibile viene effettuata con attrezzature di triturazione di tipo bialbero che hanno due rotori cilindrici sulla cui superficie sono installate una serie di placchette taglienti triangolari; queste in fase di rotazione sfiorano una controlama che ne ripete la sagoma, tagliando in modo netto il materiale che si interpone fra inserto e controlama.

Per avere maggiore affidabilità queste attrezzature sono dotate di barra mobile fissata su ammortizzatori; questa soluzione consente di salvaguardare la tavola di taglio in caso di urti accidentali causati da materiali intriturbabili che possono trovarsi nel flusso del sovravaglio.

Il prodotto che si ottiene è della dimensione voluta (< 100\*100 mm) già utilizzabile come CDR.

**Confezionamento in balle del CDR**

Per agevolare le operazioni di stoccaggio e di trasporto il CDR viene confezionato in balle legate con reggetta di plastica, l'attrezzatura che esegue queste operazioni è del tipo a camera chiusa con doppia compattazione e con legatura in tunnel telescopico.

La legatura in tunnel telescopico esterno alla camera di compattazione consente di avere una massima affidabilità gestionale in quanto il materiale compattato non viene attraversato da aghi portafilò come per le legature con filo di ferro.

Le balle confezionate con CDR e legate con reggette in materiale plastico possono essere utilizzate dall'impianto termico senza dover togliere le legature.

**Trattamento dell'aria**

Tutti i locali dove avviene il trattamento sono al chiuso e in depressione. L'aria estratta viene trattata con biofiltri preceduti da scrubber a umido. L'aria trattata nei biofiltri viene immessa in atmosfera all'altezza di 25 m secondo le prescrizioni contenute nell'autorizzazione.

**Potenzialità dell'impianto e costo di gestione**

L'impianto così configurato tratta attualmente 350 t/giorno di rifiuti indifferenziati e produce circa 120 t/g di CDR rispondente alle specifiche del CDR di qualità normale di cui alla norma UNI 9903-1:2004. Il CDR viene inviato a un impianto termico con recupero di energia a distanza di circa 300 km.

Il costo dello smaltimento complessivo del rifiuto in ingresso, compresa la stabilizzazione e l'utilizzazione dell'organico, la pressatura il trasporto a distanza e il trattamento termico del CDR è inferiore al costo di messa a discarica, tenuto conto dell'ecotassa.

**Eventuale ulteriore raffinazione del prodotto**

Questo trattamento aggiuntivo consiste nell'eliminazione dei materiali indesiderati, per migliorare le caratteristiche chimico-fisiche come richiesto da utilizzatori diversi da quello attuale.

La separazione viene ottenuta con un separatore aeraulico. Il sistema di classificazione aeraulico è preceduto da una tavola vibrante per la distribuzione del materiale in strato sottile; il sistema di aspirazione collegato ad un ventilatore è collocato nella zona di scarico della tavola vibrante e per aspirazione separa le frazioni più leggere (carta, plastica, ecc.), mentre quelle più pesanti, come inerti, metalli, plastiche rigide etc. cadono in una tramoggia sul fondo del separatore aeraulico.

Il flusso di aria che trasporta i materiali leggeri viene convogliato ad un ciclone dove la velocità dell'aria immessa si attenua consentendo alle materie solide trasportate dal flusso di precipitare sul fondo del ciclone, da cui una valvola stellare consente lo scarico del materiale combustibile sul nastro sottostante.

### **Eventuale Pellettizzazione del prodotto**

In relazione alle specifiche di accettazione dell'impianto utilizzatore del CDR, il combustibile derivato da rifiuti può essere confezionato in pellet, quando sia richiesto.

La pellettizzazione viene effettuata con macchine del tipo piano o verticale, in entrambi i casi la pellettizzatrice dispone di una filiera forata del diametro opportuno, il materiale combustibile raffinato viene compresso mediante appositi rulli contro la filiera e grazie all'azione di compressione esercitata, il materiale fuoriesce dalla parte opposta della filiera formando dei cilindretti.

Le pellettizzatrici hanno una potenzialità limitata, richiedono una potenza molto elevata ed hanno grosse usure causate dall'azione abrasiva del materiale.

### **B) Bioessiccazione in biotunnel**

#### **Fasi del processo**

Il processo realizzato si svolge secondo le seguenti fasi:

#### Triturazione RU

L'operazione di triturazione avviene durante le ore diurne con un operatore presente nella sala comandi/controlli che ispeziona visivamente ogni carico ed eventualmente interviene azionando manualmente la gru a ponte per eliminare i rifiuti incompatibili con il processo (per esempio bombole, putrelle, blocchi di cemento, ecc.).

Il trituratore è una macchina di taglio elettroidraulica, bialbero, a rotazione lenta, collocato su un ponte mobile che, spostandosi, permette l'ottimale riempimento della vasca di accumulo.

L'operazione di triturazione fino a una pezzatura di circa 20-30 cm ha lo scopo di omogeneizzare il materiale per meglio attivare la fermentazione, facilitando il contatto tra la parte organica del rifiuto e l'ossigeno dell'aria fatta passare forzatamente nel cumulo.

Bioessiccazione dei rifiuti. Il processo è attivo 24 ore su 24. Il materiale triturato ed omogeneizzato viene posto dalla gru a ponte, secondo il programma computerizzato impostato, nell'area di stabilizzazione e bioessiccazione, con formazione di cumuli di altezza fino a 6 m. Poiché tale operazione non richiede particolari controlli, essa avviene in automatico durante le ore notturne, in assenza di personale e unicamente con una segnalazione di allarme per eventuali anomalie di funzionamento rilanciata presso una postazione remota di controllo.

La pavimentazione dell'area è forata e consente che l'aria di processo aspirata tramite un sistema di ventilatori, una volta attraversati i rifiuti, vada al sistema di depurazione (biofiltro) sulla copertura dell'edificio. Variando in modo opportuno la portata di aria (operazione effettuata automaticamente tramite un sistema computerizzato di controllo), è possibile sfruttare al meglio l'esotermia del processo per bioessiccare nel minor tempo possibile il rifiuto.

#### Raffinazione meccanica

La raffinazione come di seguito descritta permette rese superiori al 50% in rapporto al peso del rifiuto in ingresso alla Bioessiccazione.

- vagliatura bistadio: viene utilizzata per allontanare il materiale fine ricco di inquinanti (metalli pesanti) e prevalentemente non combustibile e per inviare ad una selezione di separazione aeraulica la frazione intermedia (frazione con dimensioni indicative comprese tra 2 e 12 cm). Le dimensioni dei fori dei due stadi del vaglio possono essere decise in funzione delle caratteristiche merceologiche dei rifiuti in ingresso;

- deferrizzazione del sovravaglio e del sottovaglio intermedio: permette la separazione di tutti i materiali ferrosi che possono essere inviati a recupero;
- classificazione aeraulica del sottovaglio intermedio: permette il recupero delle frazioni leggere (prevalentemente plastica leggera e carta) dalla frazione intermedia; la frazione recuperata viene immessa nel flusso principale destinato alla produzione di combustibile;
- triturazione secondaria: il materiale viene ulteriormente triturato per rendere il prodotto idoneo al tipo di combustione prevista. In generale dimensioni medie di triturazione attorno ai 10 – 15 cm sono idonee per la combustione in termoutilizzatori del tipo a letto fluido, dimensioni medie di triturazione attorno ai 3 – 5 cm sono idonee per la combustione in cemeniteria.
- Demetallizzazione sul materiale dopo triturazione secondaria: permette la separazione dei metalli non ferrosi;

### Trattamento emissioni

#### Aria

Le zone dell'impianto destinate allo scarico, stoccaggio e trattamento di RU sono dotate di sistema di aspirazione. L'aspirazione è necessaria per garantire lo svolgimento del processo in Biotunnel nella zona di bioessiccazione e per evitare il diffondersi di odori molesti verso l'esterno.

Nella zona di bioessiccazione si utilizza una pavimentazione ad elementi forati di cemento. Al di sotto del piano della pavimentazione forata si ha un "plenum" da cui parte una serie di tubazioni aventi la funzione di convogliare l'aria, che ha attraversato dall'alto verso il basso i cumuli dei rifiuti, al sistema di biofiltrazione posto sulla copertura dell'edificio.

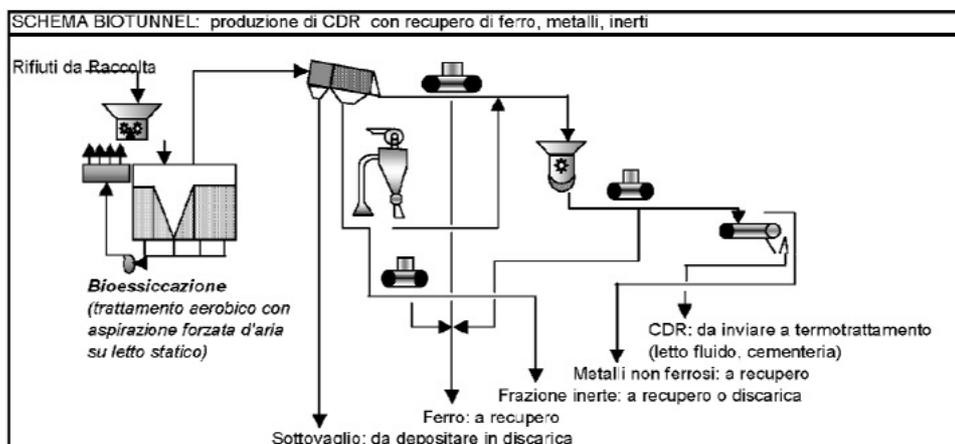
Il sistema di ventilazione è equipaggiato con centraline di rilevamento della temperatura che retroaziona gli inverter dei ventilatori per il controllo e la regolazione della velocità e quindi, della portata d'aria nei vari punti dell'impianto.

La raffinazione è collegata a un sistema di filtrazione a maniche che abbatte la polverosità.

#### Percolati

Le limitate quantità di percolato prodotte, pari a circa il 2% in peso degli RU entranti, mediante il loro ricircolo sugli stessi possono essere impiegate per prolungare il trattamento di stabilizzazione se ritenuto necessario, o per le zone di maturazione della FOS. In caso contrario i percolati prodotti vengono inviati a impianti di depurazione.

Tale processo è applicato negli impianti di Corteolona, Bergamo, Montanaso e Lacchiarella.



### C) Bioessiccazione in biocelle

La tecnologia, sviluppata in Germania, consente di risolvere, per buona parte, i problemi di omogeneità, di costanza del potere calorifico inferiore, e di emissioni.

La sostanziale differenza rispetto al combustibile da rifiuti tradizionale è data dalla presenza di un processo di “stabilizzazione a secco”, che ha lo scopo di ridurre in maniera consistente la presenza di umidità all’interno del rifiuto; inoltre, l’impianto è dotato di numerosi sistemi di selezione del rifiuto, che consentono di eliminare buona parte delle frazioni inerti e metalliche, che incidono negativamente sui processi di combustione.



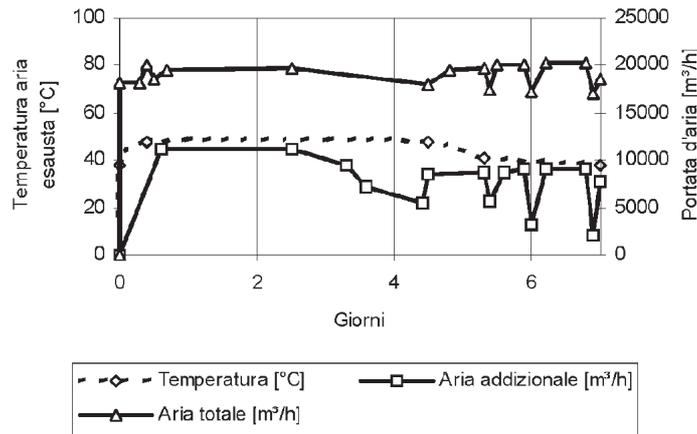
*Schema a blocchi dell'impianto di produzione del combustibile*

#### Produzione di combustibile da rifiuti

L’impianto, in grado di trattare fino a 167.000 t/anno di rifiuto, riceve il rifiuto indifferenziato dei cassonetti, che giunge all’impianto tramite i consueti sistemi di raccolta e viene depositato nella fossa di stoccaggio. In seguito, tramite l’ausilio di una benna collegata ad un carroponte, il rifiuto viene inviato ai tre trituratori primari dalla portata massima di 40t/h ciascuno, che riducono la pezzatura dei rifiuti più ingombranti ad un massimo di 250 mm, per consentirne un più agevole stoccaggio nelle biocelle. Dopo la prima triturazione il materiale viene depositato in un bunker di accumulo da cui viene successivamente prelevato tramite una benna, completamente automatizzata, che provvede al carico ed allo scarico delle biocelle. A questo punto inizia il processo di stabilizzazione a secco.

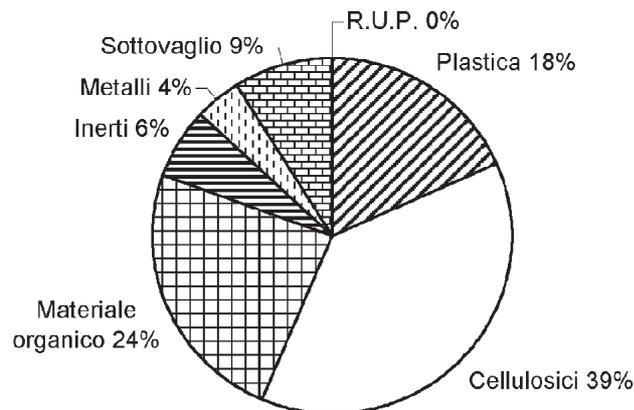
#### Biostabilizzazione

L’impianto è dotato di dodici biocelle, che vengono ciclicamente caricate e scaricate. Il processo di biostabilizzazione ha la durata di sette giorni, ed in questa fase il rifiuto subisce una sostanziale trasformazione. Il processo di fermentazione è controllato tramite la regolazione della portata d’aria che può essere ricircolata o introdotta dall’esterno.



### *Temperatura e flussi d'aria durante la biostabilizzazione*

Tale sistema permette di controllare la temperatura che viene sempre mantenuta nell'intervallo compreso tra i 40°C e i 50°C. Occorre sottolineare che l'innalzamento di temperatura è autoprodotta dalla massa di rifiuto in fermentazione senza alcuna iniezione di calore esterno; il processo di biostabilizzazione non comporta l'utilizzo di combustibili fossili, che non incidono, quindi, sul bilancio energetico finale.



### *Composizione merceologica del materiale in ingresso*

Il rifiuto, che, in ingresso alle biocelle, ha le caratteristiche di composizione merceologica e chimico-fisiche esce con un potere calorifico incrementato, e pari a 12.000-12.500kJ/kg, con una riduzione in massa fino al 30%, e con una percentuale residua di umidità intorno al 10-15%.

### *Caratteristiche chimico fisiche del rifiuto in ingresso*

Caratteristiche chimico-fisiche	Campione Mestre
Potere calorifico inferiore	9,639kJ/kg
Umidità 105 °C	47,6%
Ceneri a 1000 °C	22,6%

La forte riduzione di umidità giustifica l'innalzamento del potere calorifico, e rende il materiale agevole da trattare riducendo drasticamente la presenza e la possibilità di sviluppo di microrganismi

nocivi. Infine, tramite la medesima benna, il rifiuto stabilizzato viene avviato al processo di selezione meccanica.

### **Selezione meccanica e separazione degli inerti**

Il rifiuto può, a questo punto, essere agevolmente lavorato, anche grazie ad una drastica riduzione degli odori, sempre in seguito al processo di stabilizzazione a secco.

Il materiale entra nell'elaborato sistema di selezione meccanica, che permette di ottenere una separazione spinta tra il combustibile vero e proprio, e tutti quei materiali che influiscono negativamente sul potere calorifico inferiore, come i metalli (ferrosi e non ferrosi) e gli inerti.

La selezione inizia con la separazione in 4 flussi del materiale in ingresso, a seconda della pezzatura, tramite due vagli disposti in cascata. I flussi che riguardano gli elementi con pezzatura da 0-10mm e da 10-35mm sono, in pratica assimilabili, in quanto, in questo caso, la pezzatura coincide già con quella del combustibile finale. I flussi da 0-35 mm vengono sottoposti ad operazioni di separazione tramite vagli aerulici (1-2), in sostanza vibrovagli in cui il materiale è fluidizzato tramite una corrente d'aria trasversale e diviso in due frazioni una leggera e l'altra pesante, e vagli eolici (1), in cui il leggero viene separato dal pesante tramite una corrente d'aria proveniente dal basso. Dalla frazione leggera così formata si estraggono i metalli ed il restante materiale diventa direttamente CDR; la frazione pesante, dopo essere stata sottoposta ad un'ulteriore operazione di vagliatura (vagli aerulici 3-4-5 ed eolici 4-5), diventa anch'essa combustibile. Il materiale che rimane viene ulteriormente separato in metalli ferrosi, metalli non ferrosi ed inerti.

La frazione con pezzatura superiore ai 35mm, in realtà composta da due flussi (35-85mm e >85mm), subisce un'operazione di vagliatura (vagli eolici 2-3) da cui derivano quattro flussi. I flussi leggeri sono inviati ai trituratori secondari, che ne riducono la pezzatura rendendola inferiore ai 35mm, e uniti al leggero proveniente dalla prima vagliatura, per poi essere sottoposti ad un'operazione di estrazione dei metalli, e divenire, infine, combustibile. La frazione grossolana pesante è, invece, convogliata ad una macina a martelli, che frantuma il più possibile il materiale per renderlo comunque utilizzabile. I pezzi impossibili da macinare vengono automaticamente estratti dal ciclo.

Alla mulino a martelli perviene anche il materiale ferroso, generalmente ancora grossolano, proveniente dalla prima operazione di separazione dei metalli. Il flusso dopo la macinazione è vagliato (vaglio eolico 6), separato dal materiale metallico ferroso, e re-immesso all'inizio del ciclo di selezione. Il materiale, durante le operazioni di selezione, viene trasportato da una macchina alla successiva tramite dei nastri chiusi a catena con raschi. Tutta l'aria di processo, compresa quella estratta dagli stabili (in leggera depressione), ad esclusione di quella proveniente dal sistema di biostabilizzazione, è inviata a dei filtri a maniche che ne estraggono le polveri. Queste ultime sono direttamente unite al combustibile in uscita.

Le emissioni gassose sono costituite da una miscela di gas e vapori (soprattutto CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) che vengono successivamente trattati in un sistema di depurazione a biofiltri o tramite combustione termica rigenerativa.

Al termine del trattamento è possibile ricavare un quantitativo di combustibile all'incirca pari al 50% dei rifiuti iniziali, oltre a circa il 15% di materiale inerte e 5% di materiali ferrosi.

### **Trattamento dell'aria di processo**

I flussi d'aria, necessari al processo di fermentazione, sono caratterizzati da una forte presenza di cattivi odori, che impediscono l'emissione diretta in atmosfera degli stessi. Al fine di eliminare tale inconveniente l'impianto è dotato di un sistema di bruciatori (LARA), ad elevato rendimento, che bruciano i componenti organici, causa dei cattivi odori, contenuti nell'aria di processo. Il flusso d'aria viene portato a oltre 850°C, e tramite il processo di ossidazione, durante la combustione, il carbonio organico viene trasformato in CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O. Il quantitativo d'aria da trattare risulta molto elevato, pertanto il LARA è costruito in modo da consentire un elevato recupero termico (~ 98 %) tra una combustione e la successiva.



*L'aria calda depurata viene trasferita nella sezioni adiacenti per cedere il proprio calore*



*Il ciclo viene ripetuto iniziando dalla sezione successiva*

Il recupero avviene grazie alla conformazione del sistema di combustione, costruito in speciali materiali ceramici ad elevata capacità termica che formano una matrice a nido d'ape, creando un'elevata superficie di scambio.

Il ciclo segue il seguente percorso: l'aria combusta viene trasferita nelle sezioni adiacenti cedendo, in maniera pressoché completa il calore acquisito, dopodiché, invertendo il flusso viene introdotta aria fresca da depurare che recupera calore fin quasi a raggiungere la temperatura di processo ottenuta tramite l'ausilio di un bruciatore a metano che utilizza circa 50 Nm<sup>3</sup>/h di metano (1 atm, 0°C). Infine il ciclo ricomincia partendo dalla sezione successiva.

#### **D) Produzione di CDR arricchito con materiale ad alto potere calorifico**

L'impianto produce CDR di qualità, utilizzando la frazione residuale dei rifiuti urbani prodotti nei 54 Comuni aderenti ad un consorzio, oltre che rifiuti assimilati in forma di granulati.

L'impianto produce a regime circa 25.000 tonnellate/anno di CDR-P, equivalenti in termini di energia a circa 12.000 tonnellate/anno di petrolio equivalente.

Il cementificio recupera circa il 10% di energia termica di processo mediante l'impiego del CDR-P nei bruciatori principali di due fomi.

#### **Prodotto e tecnologia**

Il CDR è costituito da una miscela della frazione secca da rifiuti urbani (RU) con componenti ad elevato potere calorifico, tra cui pneumatici fuori uso (PFU) e plastiche non clorurate. Il potere calorifico del prodotto ottenuto si aggira intorno alle 5.500/6.000 kcal/kg ed è quindi da considerare un vero e proprio combustibile, di buona qualità, ambientalmente sostenibile e che si allinea alle prestazioni del carbone.

La sua utilizzazione è principalmente in co-combustione a parziale sostituzione dei combustibili fossili tradizionali, in impianti di potenza e di produzione energetica esistenti (centrali termoelettriche e cementifici).

*Il ciclo di produzione del CDR*

Il ciclo produttivo è finalizzato alla preparazione di una miscela composta da tre materiali, in modo che la stessa sia omogenea ed abbia un potere calorifico costante:

- frazione secca proveniente da separazione e riduzione dimensionale di RU;
- materiale ricavato dalla triturazione di pneumatici fuori uso (PFU);
- materiale ricavato dalla triturazione di plastiche ed imballaggi non contenenti cloro.

Essenzialmente si possono distinguere presso l'impianto:

- la linea di preparazione della frazione secca che consiste principalmente in triturazione finale (per arrivare ad una pezzatura di circa 20 mm) ed essiccamento (per arrivare a un contenuto medio di umidità pari a circa il 10%).
- la linea di alimentazione, stoccaggio e dosaggio dei PFU;
- la linea di alimentazione, stoccaggio e dosaggio delle plastiche;
- la linea di miscelazione e carico degli automezzi;
- la linea di trattamento aria.

Il processo di produzione del CDR avviene interamente all'interno di un capannone, in ambiente in costante depressione.

L'impianto è completamente automatizzato e gestito da tre operatori per turno.

*Utilizzo in cementificio*

L'approvvigionamento e lo stoccaggio del CDR viene effettuato per mezzo di semirimorchi della capacità di circa 80 m<sup>3</sup> dotati di pavimento mobile. I semirimorchi garantiscono una richiesta oraria in alimentazione ai due forni di circa 2.000 kg per sette giorni la settimana.

Il semirimorchio, una volta staccato dalla motrice, viene collegato al quadro di comando dei forni e ne diventa parte integrante.

Il CDR viene scaricato per mezzo del pavimento mobile, la cui marcia è regolata dalla richiesta di materiale al bruciatore. Una volta scaricato il CDR, viene pesato ed addotto alla testata del forno nel bruciatore principale per mezzo di un sistema di trasporto pneumatico.

L'impianto è in marcia da gennaio 2003 e al momento le rilevazioni al camino di NO<sub>x</sub> hanno registrato una diminuzione media di circa il 20%.

### D.7.3 Impianti di trattamento delle apparecchiature elettriche ed elettroniche

Nella tabella che segue si illustrano le principali operazioni di trattamento di una serie di apparecchiature elettriche ed elettroniche.

Tabella 7

INDIVIDUAZIONE DELLE OPERAZIONI ELEMENTARI PER IL TRATTAMENTO					
Componente Tipo di operazione	FRIGORIFERI SURGELATORI CONGELATORI	TELEVISORI MONITORS	COMPUTERS (CPU Tastiere)	LAVATRICI LAVASTOVIGLIE	CONDIZIONATORI
<b>RACCOLTA CONFERIMENTO E MESSA IN RISERVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ carico su automezzi</li> <li>➤ trasporto</li> <li>➤ Scarico mezzi</li> <li>➤ Stoccaggio</li> <li>➤ Prelievo per trattamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Carico su automezzi</li> <li>➤ Trasporto</li> <li>➤ Scarico mezzi</li> <li>➤ Stoccaggio</li> <li>➤ Prelievo per trattamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Carico su automezzi</li> <li>➤ Trasporto</li> <li>➤ Scarico mezzi</li> <li>➤ Stoccaggio</li> <li>➤ Prelievo per trattamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Carico su automezzi</li> <li>➤ Trasporto</li> <li>➤ Scarico mezzi</li> <li>➤ Stoccaggio</li> <li>➤ Prelievo per trattamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Carico su automezzi</li> <li>➤ Trasporto</li> <li>➤ Scarico mezzi</li> <li>➤ Stoccaggio</li> <li>➤ Prelievo per trattamento</li> </ul>
<b>PRE -TRATTAMENTO E MESSA IN SICUREZZA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Separazione parti mobili</li> <li>➤ Recupero CFC refrigeranti</li> <li>➤ Recupero olio compressori</li> <li>➤ Degasaggio olio compressori</li> <li>➤ Stoccag. CFC ed oli</li> <li>➤ Separazione interruttori a mercurio</li> <li>➤ Separazione guarnizioni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rimozione carcassa</li> <li>➤ Rottura vuoto tubo catodico</li> <li>➤ Separazione tubo catodico collettivo induttivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rimozione carcassa</li> <li>➤ Rimozione condensatori con PCB (eventuali), relè a mercurio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rimozione carcassa</li> <li>➤ Rimozione condensatori con PCB (eventuali)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Separazione parti mobili e filtri</li> <li>➤ Recupero CFC refrigeranti</li> <li>➤ Recupero olio compressori</li> <li>➤ Degasaggio olio compressori</li> <li>➤ Stoccag. CFC ed oli</li> <li>➤ Rimozione condensatori con PCB (eventuali).</li> </ul>
<b>SMONTAGGIO DI PARTI E PRELIEVO DEI COMPONENTI AI FINI DEL REIMPIEGO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Separazione cavi, parti PVC,</li> <li>➤ Separazione parti elettriche,</li> <li>➤ Separazione compressori,</li> <li>➤ Separazione serpentine di scambio termico</li> <li>➤ Cernita e collaudo dei componenti recuperabili: <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒compressore,</li> <li>⇒elettroventilatori,</li> <li>⇒serpentine di condens. ed evaporazione</li> </ul> </li> <li>➤ Separazioni guarnizioni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Separazione piastre,</li> <li>➤ Separazione cavetteria,</li> <li>➤ Separazione telaio, Cernita e collaudo dei componenti recuperabili</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Separazione piastre,</li> <li>➤ Separazione cavetteria,</li> <li>➤ Separazione telaio; Cernita e collaudo dei componenti da piastre (circuiti integrati ecc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Separazione cavi, parti PVC,</li> <li>➤ Separazione parti elettriche,</li> <li>➤ Separazione pompe e motori,</li> <li>➤ Separazione cestello,</li> <li>➤ Separazione contrappeso in cemento</li> <li>➤ Cernita e collaudo dei componenti recuperabili: <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒compressore,</li> <li>⇒elettroventilatori</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Separazione cavi, parti PVC, ecc</li> <li>➤ Separazione parti elettriche</li> <li>➤ Separazione compressori e ventilatori</li> <li>➤ Separazione serpentine di scambio termico,</li> <li>➤ Cernita e collaudo dei componenti recuperabili: <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒compressore,</li> <li>⇒elettroventilatori</li> <li>⇒serpentine di condens ed evaporazione.</li> </ul> </li> </ul>
<b>FRANTUMAZIONE E</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Frantumazione carcassa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Frantumazione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Macinazione schede;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Frantumazione carcassa;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Frantumazione carcassa e</li> </ul>

<b>SELEZIONE PER RECUPERO MATERIALI ED ENERGIA</b>	<p>Separazione metalli ferrosi;</p> <p>Separazione metalli non ferrosi</p> <p>Separazione sostanze plastiche</p> <p>Separazione poliuretano</p> <p>Recupero CFC esparidenti</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico</p> <p>Separazione materiali non recuperabili</p> <p>Recupero di energia in loco o presso altri impianti</p>	<p>Separazione metalli ferrosi da cenere;</p> <p>Separazioni metalli non ferrosi da cenere;</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico</p> <p>Separazione a contenuto energetico utilizzabile;</p> <p>Separazione materiali non recuperabili;</p> <p>Recupero energia in loco o presso altri impianti.</p>	<p>Separazione metalli ferrosi e non ferrosi;</p> <p>Separazione plastiche;</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico utilizzabile;</p> <p>Separazione materiali non recuperabili;</p> <p>Recupero energia in loco o presso altri impianti.</p>	<p>Separazione metalli ferrosi e non ferrosi;</p> <p>Separazione plastiche;</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico utilizzabile;</p> <p>Separazione materiali non recuperabili;</p> <p>Recupero energia in loco o presso altri impianti.</p>	<p>filtri;</p> <p>Separazione metalli ferrosi e non ferrosi;</p> <p>Separazione plastiche;</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico utilizzabile;</p> <p>Separazione materiali non recuperabili;</p> <p>Recupero energia in loco o presso altri impianti.</p>
	<b>SMALTIMENTO</b>	<p>piastre;</p> <p>Separazione metalli ferrosi e non ferrosi;</p> <p>Separazione plastiche;</p> <p>Separazione legno;</p> <p>Trattamento tubo catodico</p> <p>per bonifica vetri e recupero polveri tossiche;</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico</p> <p>utilizzabile;</p> <p>Separazione materiali non recuperabili;</p> <p>Recupero energia in loco o presso altri impianti.</p>	<p>Accumulatori non recuperabili;</p> <p>Interruttori a mercurio;</p> <p>Soluzioni di trattamento;</p> <p>Altre frazioni non recuperabili.</p>	<p>Accumulatori non recuperabili;</p> <p>Interruttori a mercurio;</p> <p>Soluzioni di trattamento;</p> <p>Altre frazioni non recuperabili.</p>	<p>Condensatori con PCB eventuali;</p> <p>Altre frazioni non recuperabili.</p>
<p>Separazione metalli ferrosi</p> <p>Separazione metalli non ferrosi</p> <p>Separazione sostanze plastiche</p> <p>Separazione poliuretano</p> <p>Recupero CFC esparidenti</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico</p> <p>Separazione materiali non recuperabili</p> <p>Recupero di energia in loco o presso altri impianti</p>		<p>Separazione metalli ferrosi da cenere;</p> <p>Separazioni metalli non ferrosi da cenere;</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico</p> <p>Separazione a contenuto energetico utilizzabile;</p> <p>Separazione materiali non recuperabili;</p> <p>Recupero energia in loco o presso altri impianti.</p>	<p>Separazione metalli ferrosi e non ferrosi;</p> <p>Separazione plastiche;</p> <p>Separazione legno;</p> <p>Trattamento tubo catodico</p> <p>per bonifica vetri e recupero polveri tossiche;</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico</p> <p>utilizzabile;</p> <p>Separazione materiali non recuperabili;</p> <p>Recupero energia in loco o presso altri impianti.</p>	<p>Separazione metalli ferrosi e non ferrosi;</p> <p>Separazione plastiche;</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico utilizzabile;</p> <p>Separazione materiali non recuperabili;</p> <p>Recupero energia in loco o presso altri impianti.</p>	<p>Separazione metalli ferrosi e non ferrosi;</p> <p>Separazione plastiche;</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico utilizzabile;</p> <p>Separazione materiali non recuperabili;</p> <p>Recupero energia in loco o presso altri impianti.</p>
<b>SMALTIMENTO</b>	<p>Accumulatori non recuperabili;</p> <p>Polveri tossiche (da tubo catodico);</p> <p>Altre frazioni non recuperabili;</p> <p>Condensatori con PCB eventuali;</p>	<p>Accumulatori non recuperabili;</p> <p>Interruttori a mercurio;</p> <p>Soluzioni di trattamento;</p> <p>Altre frazioni non recuperabili.</p>	<p>Accumulatori non recuperabili;</p> <p>Interruttori a mercurio;</p> <p>Soluzioni di trattamento;</p> <p>Altre frazioni non recuperabili.</p>	<p>Condensatori con PCB eventuali;</p> <p>Altre frazioni non recuperabili.</p>	<p>CFC;</p> <p>Condensatori con PCB eventuali;</p> <p>Altre frazioni non recuperabili.</p>
	<p>Separazione metalli ferrosi</p> <p>Separazione metalli non ferrosi</p> <p>Separazione sostanze plastiche</p> <p>Separazione poliuretano</p> <p>Recupero CFC esparidenti</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico</p> <p>Separazione materiali non recuperabili</p> <p>Recupero di energia in loco o presso altri impianti</p>	<p>Separazione metalli ferrosi da cenere;</p> <p>Separazioni metalli non ferrosi da cenere;</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico</p> <p>Separazione a contenuto energetico utilizzabile;</p> <p>Separazione materiali non recuperabili;</p> <p>Recupero energia in loco o presso altri impianti.</p>	<p>Separazione metalli ferrosi e non ferrosi;</p> <p>Separazione plastiche;</p> <p>Separazione legno;</p> <p>Trattamento tubo catodico</p> <p>per bonifica vetri e recupero polveri tossiche;</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico</p> <p>utilizzabile;</p> <p>Separazione materiali non recuperabili;</p> <p>Recupero energia in loco o presso altri impianti.</p>	<p>Separazione metalli ferrosi e non ferrosi;</p> <p>Separazione plastiche;</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico utilizzabile;</p> <p>Separazione materiali non recuperabili;</p> <p>Recupero energia in loco o presso altri impianti.</p>	<p>Separazione metalli ferrosi e non ferrosi;</p> <p>Separazione plastiche;</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico</p> <p>Separazione del materiale a contenuto energetico utilizzabile;</p> <p>Separazione materiali non recuperabili;</p> <p>Recupero energia in loco o presso altri impianti.</p>

## **E) CONCETTI GENERALI SULLA SCELTA DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE DI SETTORE**

Come già evidenziato, gli impianti oggetto del presente Rapporto sono inseriti, solo in parte, nella bozza di documento Europeo sulle migliori tecniche disponibili nel Bref "Best Available Techniques Reference Document for the Waste Treatments Industries", in particolare il documento europeo non contiene alcuna indicazione riguardo agli impianti di trattamento e recupero di apparecchiature elettriche ed elettroniche.

Il documento BRef contiene la trattazione relativa agli impianti di trattamento meccanico biologico finalizzati alla produzione di combustibile da rifiuti ma non tratta gli impianti di stoccaggio, selezione, miscelazione, adeguamento volumetrico dei rifiuti destinati a successive operazioni di recupero. Di seguito, pur utilizzando l'indice previsto per le analisi del documento europeo, vengono fornite indicazioni applicabili al settore nazionale. Laddove presenti nel BRef, vengono riportate le indicazioni europee.

### **E.1 Criteri generali di scelta delle tecnologie**

I vantaggi del riciclo dei materiali vanno valutati attraverso un'analisi costi benefici ambientale che tiene conto degli impatti totali evitati e di quelli aggiuntivi dovuti all'operazione di riciclo.

L'impatto ambientale generato a causa delle emissioni prodotte nella fase di raccolta e di trasporto e nella fase di esecuzione delle operazioni di trattamento per il riciclo dei materiali, deve essere minore di quello che si avrebbe se si fabbricassero i prodotti a partire da materie prime vergini.

Per il segmento della catena di riciclo costituito dagli impianti di selezione di materiali, questi criteri orientano la scelta delle BAT nel senso di ricercare:

- il massimo rendimento degli impianti riferito all'uso dell'energia e alla quantità di materiali recuperati ai fini del riciclo
- le minime emissioni con particolare riguardo alla produzione di rifiuti.

La scelta delle tecnologie impiegate negli impianti di selezione deve essere finalizzata ad una destinazione definita e certa di recupero o smaltimento per i flussi di materiali e per gli scarti in uscita.

I processi realizzati dagli impianti devono garantire i livelli di qualità del materiale, come richiesto dalle filiere di recupero a valle del trattamento, con il minimo impatto ambientale complessivo. Le prestazioni delle singole macchine componenti l'impianto, devono essere definite in relazione alla qualità del materiale in ingresso e alla capacità di trattamento delle singole apparecchiature. Ogni macchina deve essere impiegata per una specifica funzione dichiaratamente espressa nelle specifiche di fornitura: la semplificazione degli schemi di processo determina sempre un aumento di affidabilità complessiva e una maggiore costanza della produzione e quindi della qualità del prodotto.

Gli indici sotto definiti sintetizzano la capacità degli impianti a realizzare i criteri sopra enunciati.

Riguardo al trattamento delle apparecchiature elettriche ed elettroniche per la scelta delle tecniche e tecnologie di trattamento, valgono le stesse considerazioni anche se va, in primo luogo, garantita la messa in sicurezza delle apparecchiature che, a causa del loro contenuto di sostanze pericolose, possono causare se non ben gestite un notevole impatto sull'ambiente e la salute umana.

A valle della messa in sicurezza le operazioni di trattamento vanno condotte con l'obiettivo di massimizzare il reimpiego, riciclo e recupero energetico delle apparecchiature stesse anche al fine di garantire i target comunitari fissati dalle direttive in materia.

### E.1.1. Bilancio di materia

La valutazione del bilancio di materia, inteso come definizione delle quantità dei vari flussi di materiali in ingresso ed uscita dall'impianto, è indispensabile per:

- dimensionare correttamente le varie sezioni di impianto;
- individuare una corretta logistica dei rifiuti in ingresso e dei materiali in uscita;
- valutare correttamente i rendimenti del processo e la produzione di scarti non recuperabili
- predisporre un bilancio economico complessivo.

### E.1.2 Rendimento di separazione

Il rendimento di separazione delle varie frazioni è un indice dell'efficienza dell'impianto nella separazione di una particolare frazione di materiale.

$$E_s = F_s/F_c\%$$

Esso va inteso come rapporto percentuale tra la quantità di frazione selezionata avviata al recupero ( $F_s$ ) e quella effettivamente contenuta nel rifiuto da separare ( $F_c$ ) e rilevata tramite analisi merceologica. Il rendimento di separazione può variare anche di molto in dipendenza della selezione eseguita. Valori tipici di riferimento sono:

**Tabella 8**

<b>rendimento di separazione</b>	<b>Cernita manuale</b>	<b>Selezione meccanica</b>
separazione umido da indifferenziato		90%
separazione materiali ferrosi da indifferenziato =		95%
separazione materiali non ferrosi da indifferenziato =		90%
separazione vetro da multimateriale e a 4 componenti =		99%
separazione plastica da multimateriale a 4 componenti=		97%
separazione del PET dal totale della plastica raccolta	< 90%	95%

### E.1.3 Rendimento di recupero

Il rendimento di recupero ( $E_{rec}$ ), inteso come rapporto tra la quantità complessiva di materiali selezionati avviati ad impianti di recupero ( $Q_{rec}$ ) e la quantità totale di rifiuti in ingresso ( $Q_{tot}$ ), è un indice delle prestazioni dell'impianto in termini di recupero globale di materia.

$$E_{rec} = Q_{rec}/Q_{tot}$$

## E.2 Aspetti tecnici e tecnologici del settore

Gli aspetti tecnici e tecnologici del settore sono già stati trattati nel paragrafo D.

## E.3 Aspetti ambientali

### E.3.1 Impatto sull'ambiente

In linea di principio l'attività di recupero di materia e di energia dai rifiuti permette di diminuire l'estrazione di materie prime minerali, il consumo di prodotti realizzati a partire da materie vergini e di combustibili convenzionali. La prevenzione della produzione dei rifiuti ed il loro riciclo sono da

considerarsi prioritari secondo quanto disposto dalla Strategia Europea sulla gestione dei rifiuti e da tutti gli atti regolamentari e di indirizzo dell'Unione Europea.

Tali principi sono ripresi e meglio sviluppati nella Comunicazione della Commissione Europea del 21 dicembre 2005: "Portare avanti l'utilizzo sostenibile delle risorse: una strategia tematica sulla prevenzione e il riciclaggio dei rifiuti"- Com(2005)666 definitivo, che ha lo scopo di individuare gli strumenti necessari ad imprimere un ulteriore sviluppo della prevenzione e del riciclo.

Secondo la Commissione Europea il bilancio ambientale complessivo delle attività finalizzate al riciclo dei rifiuti risulta positivo, anche se va verificato ulteriormente con metodologie del tipo L.C.A.. E', comunque, necessario adottare tecnologie e tecniche in grado di assicurare un'elevata efficienza in termini di recupero effettivo dei rifiuti trattati.

Al fine di analizzare gli impatti generati dalle operazioni di recupero e riciclaggio di materiali dai rifiuti è opportuno prendere in esame:

- i consumi energetici connessi alla raccolta e agli impianti che eseguono i pre-trattamenti necessari per potere immettere le materie recuperate nelle filiere di riciclaggio;
- la produzione di rifiuti connessa a queste attività, che consiste piuttosto in una produzione di scarti delle materie recuperate; l'importanza di questa produzione dipende dal modo con cui viene eseguita la raccolta differenziata, dalla qualità richiesta dagli impianti di riciclaggio (connessa a requisiti impiantistici ma anche a purezza del materiale usato per prodotti che vengono immessi al consumo);
- la produzione di rifiuti pericolosi, da gestire opportunamente, nel caso di trattamento di apparecchiature elettriche ed elettroniche dimesse;
- le emissioni in atmosfera, connesse al trasporto e alle lavorazioni, limitate in genere a emissioni di polveri e di odori o sostanze organoalogenate nel caso di impianti di trattamento di frigoriferi, condizionatori, congelatori non gestiti in maniera corretta;
- il consumo di acqua e gli scarichi liquidi, normalmente limitati;
- le emissioni di rumori, che possono essere importanti quando si usano macchine per riduzione volumetrica (tritatori, vagli)

Gli impatti connessi alla produzione di combustibile da rifiuti ottenuto per selezione meccanica dei RU sono riferibili, principalmente, all'energia spesa per la produzione dello stesso, alla selezione più o meno spinta a seconda del tipo di prodotto che si vuole ottenere e dell'utilizzo al quale è destinato.

Il rifiuto residuo dalla raccolta differenziata, in particolare nel caso di una raccolta spinta dell'umido, possiede già un potere calorifico elevato, per cui tutte le lavorazioni aggiuntive sono dettate da esigenze legate alla specifica pianificazione territoriale, alla tipologia di impianti prescelta, alla eventualità di avviare il materiale ad impianti dedicati o di co-incenerimento. In generale si deve cercare di realizzare cicli con il massimo recupero netto di energia, tenuto conto di tutte le condizioni d'uso.

Ulteriori impatti generati dagli impianti di produzione di combustibile da rifiuti sono ascrivibili alle emissioni aeriformi (polveri, odori), liquide (molto limitate in quantità e qualità), ai rumori e alla produzione di rifiuti solidi, dovuti agli scarti di materiali non ammessi alla produzione di CDR rispondente agli standard qualitativi.

Gli impianti di selezione e trattamento dei rifiuti ai fini di un loro successivo invio ad un circuito di recupero presentano, comunque, nella maggior parte dei casi, un bilancio energetico e ambientale, positivo se si mettono in conto i recuperi di energia, il risparmio di risorse e le emissioni evitate per il mancato smaltimento dei materiali avviati al recupero.

I fattori che influenzano questi bilanci sono molteplici e riguardano la qualità dei rifiuti che vengono trattati dagli impianti, in particolare:

- la tipologia di rifiuto

- il contenuto di impurezze (se si tratta di flussi di raccolta differenziata) ovvero la quantità di rifiuto effettivamente riciclabile
- il contenuto di sostanze pericolose
- lo stato fisico rispetto alle caratteristiche di lavorazione richieste dall'impianto.

Gli impianti di produzione di combustibile da rifiuti possono essere considerati ambientalmente positivi solo quando con questo processo viene assicurata la valorizzazione energetica dello stesso CDR in impianti dedicati o in coincenerimento o in cocombustione.

### E.3.2 Consumo di energia

Le operazioni finalizzate al recupero di materiali e di energia devono essere valutate con ricorso a semplici bilanci ambientali che ne determinano in prima approssimazione la convenienza. Il bilancio energetico delle operazioni eseguite permette di effettuare un immediato confronto fra l'energia spesa nell'intero processo di recupero e quella derivante dal processo di produzione dei prodotti a partire da materie vergini.

In ogni caso il **consumo specifico di energia**, inteso come l'energia (normalizzata all'unità di peso) utilizzata per ottenere la quantità complessiva di materiali inviati ad operazioni di recupero, deve essere il minimo sia in rapporto alla qualità richiesta per il materiale da valorizzare che ad un recupero di materia sufficientemente alto.

Di seguito vengono indicati i consumi medi di energia specifici per alcuni processi di selezione e produzione CDR

**Tabella 9**

<b>Consumo di energia medio specifico per le operazioni di selezione</b>	<b>kWh/t</b>
vagliatura per selezione di cartone da carta mista	6-8-kWh/t
Selezione del multimateriale	8-12 kWh/t
selezione della plastica per polimero e per colore	12-18 kWh/t
Selezione e biostabilizzazione rifiuto indifferenziato*	20-30 kWh/t
produzione di combustibile fluff *	40-50kWh/t
produzione di combustibile addensato o pellettizzato*	65-75 kWh/t

\*i dati sono riferiti alle tonnellate di rifiuto in ingresso; il sovrillocco secco e il fluff sono pressati per il trasporto a distanza.

### E.3.3 Emissioni e produzione di rifiuti

Gli impianti di selezione necessitano di accorgimenti tecnici e di applicazioni tecnologiche volti alla riduzione delle emissioni, rappresentate da polveri, gas e sostanze osmogene, reflui di processo, rifiuti solidi rumore.

Gli impianti di trattamento dei rifiuti differenziati possono avere emissioni differenti a secondo del rifiuto trattato come risulta dalla tabella seguente:

**Tabella 10**

<b>Tipo di impianto</b>	<b>emissioni</b>				
	<b>polveri</b>	<b>gas- odori</b>	<b>liquidi di processo</b>	<b>rifiuti solidi</b>	<b>rumore</b>

<b>Impianti per la selezione del multimateriale</b>		modesta emissione di odori allo scarico e nella fase di selezione	allo scarico dei materiali dal camion ed in fase di selezione	produzione di rifiuti costituiti da materiali estranei in proporzione variabile dal 2 al 10% del materiale trattato	in fase di carico dell'impianto con pala meccanica, dal ventilatore che aspira il materiale leggero, dalla caduta del rottame di vetro nel sito di stoccaggio
<b>Impianti per la selezione della carta</b>	concentrate allo scarico e diffuse durante la selezione			scarti in proporzione dal 2 al 15% della carta trattata	dai vagli, dai separatori e dai nastri
<b>Impianti per la selezione della plastica</b>	concentrate allo scarico		modesta emissione in fase di scarico	scarti di sostanze estranee e plastica non recuperabile dal 2 al 15%	trattamento (rompicacchi, vaglio, nastri, pressa)
<b>Piattaforme per la selezione degli ingombranti</b>	in fase di scarico			scarti dalla selezione in proporzione al 20-40% del materiale raccolto	fase di scarico dal camion con gru
<b>Selezione e produzione di combustibile a partire da rifiuti indifferenziati</b>	in fase di scarico		percolato in fase di stoccaggio	fine < 20 mm (10-20% del materiale trattato), scarti della separazione balistica (2-3%)	dai trituratori dai vagli, dai nastri, dai separatori balistici, dalle addensatrici o pellettizzatrici
<b>Selezione e produzione di CDR a partire da rifiuti bioessiccati</b>	in fase di scarico		percolato in fase di stoccaggio	fine < 20 mm (10-20% del materiale trattato), scarti della separazione balistica(2-3%)	dai trituratori dai vagli, dai nastri, dai separatori balistici, dalle addensatrici o pellettizzatrici
<b>Trattamento dei R.A.E.E.</b>		possibili esalazioni di gas nocivi in lavorazione		rifiuti pericolosi e non pericolosi.	triturazione, vagliatura

### F.3.4 Analisi dei rischi

Le attività di trattamento dei rifiuti finalizzate al recupero di materiali e di produzione di combustibile non presentano rischi ambientali rilevanti intrinseci al funzionamento degli impianti, in quanto impiegano sempre lavorazioni meccaniche in assenza totale di reagenti chimici. Le

macchine e le attrezzature devono chiaramente essere conformi alle normative europee (certificazione CE etc).

Il rischio principale, indiretto, è che attraverso il recupero dei rifiuti si immettano nell'ambiente sostanze indesiderate a causa della contaminazione dei prodotti di recupero; di qui la necessità di garantire ai materiali da avviare al recupero standard di qualità fissati dalla norma UNI.

La qualità dei rifiuti in ingresso all'impianto e le caratteristiche dei materiali in uscita devono, pertanto, essere adeguatamente controllate in base a metodiche di campionamento normalizzate e concordate con i destinatari dei materiali avviati al recupero. L'utilizzazione di tecnologie sperimentate e consolidate e l'adozione di sistemi di qualità aziendale, di processo ed eventualmente di prodotto riducono questo tipo di rischio.

Le emissioni degli impianti di recupero devono essere adeguatamente controllate e i dispositivi di abbattimento ben dimensionati ed efficienti; in ogni caso i rischi di inquinamento sono limitati e possono riguardare emissione di sostanze osmogene, superamento dei limiti per i reflui depurati, emissione di polveri e cattivo stato di pulizia dei piazzali e dei luoghi circostanti gli impianti. L'adozione di sistemi di E.M.S. (Environmental Management Systems) o di qualità ambientale riduce questo tipo di rischio.

Oltre ai normali rischi legati alla gestione di impianti industriali negli impianti di selezione si possono presentare rischi di incendi a causa del materiale stoccato (materiale cellulosico, plastica), e rischi di esplosione, specificamente nell'operazione di triturazione primaria dei rifiuti indifferenziati. La possibilità che bombolette di gas o materiale esplosivo sia contenuto nei rifiuti, in particolare in quelli indifferenziati, non è da escludere. Occorre prendere precauzioni affinché il trituratore primario sia montato in modo tale da non recare danno agli operatori e alle strutture dell'impianto anche in caso di esplosione (eventualmente blindato o bunkerizzato e disegnato in modo che lo spostamento d'aria sia convogliato verso l'alto).

La realizzazione degli impianti è, comunque, soggetta all'esame preliminare dei VV.FF. e all'adozione di metodi costruttivi e di misure antincendio (attrezzature e analisi del rischio e piani di emergenza), secondo norme e prescrizioni.

I rischi principali legati alla gestione degli impianti sono piuttosto per i lavoratori e sono legati alla movimentazione del materiale in spazi tradizionalmente ristretti, in cui si muovono macchine operatrici e operatori. L'automazione di alcune movimentazioni, realizzabile per gli stoccaggi dei rifiuti e l'alimentazione della pressa, diminuisce questi rischi, riguardo ai quali occorre comunque prendere le opportune precauzioni.

I rischi dal punto di vista dell'igiene del lavoro sono particolarmente importanti laddove si eseguono operazioni di cernita manuale in cui gli operatori lavorano generalmente in piedi di fronte al nastro trasportatore su cui avanzano i rifiuti da selezionare; gli aspetti specifici da analizzare riguardano l'inalazione di polveri e gas nocivi, la possibilità di prodursi tagli, bucare e altre abrasioni superficiali, i limiti massimi di produttività sopportabili per la durata dell'orario di lavoro, la presenza di macchine rumorose.

Nel recupero di materiali dai R.A.E.E. occorre porre attenzione alla sicurezza nel recupero del vetro dai tubi catodici (pericolo di implosione, contenuto di sostanze chimiche pericolose) e da altri apparecchi che possono contenere sostanze ambientalmente critiche (CFC, HCFC, mercurio, PCB, ecc).

#### **E.4 Migliori tecniche e tecnologie degli impianti di selezione e produzione combustibile da rifiuti**

Di seguito vengono individuate le migliori tecniche e tecnologie che dovrebbero essere utilizzate nella realizzazione e gestione degli impianti di selezione e produzione di combustibile da rifiuti con lo scopo di ridurre l'impatto sull'ambiente. In particolare vengono anche indicati i presidi ambientali necessari a ridurre le emissioni generate da ciascun impianto.

Le tecniche considerate obsolete non sono state prese in considerazione; sono state considerate solo le tecniche che migliorano la performance ambientale degli impianti, in particolare quelle utilizzate nella realizzazione e gestione degli impianti di selezione e produzione di combustibile da rifiuti.

Nel presente capitolo vengono quindi trattate la produzione, la prevenzione, il controllo, la gestione, le procedure di minimizzazione dei consumi e delle emissioni. L'adozione di queste tecniche implica modifiche del processo di trattamento e delle condizioni operative degli impianti a favore di sistemi meno inquinanti, volti a ridurre il consumo di materiali, sostituire le sostanze che possono dare luogo a prodotti tossici, aumentare il recupero dei rifiuti e in generale migliorarne i metodi di gestione.

#### **E.4.1 Configurazione base di un impianto**

Tutti gli impianti di selezione devono essere dotati di:

- una zona di ricezione e accumulo temporaneo dei rifiuti in ingresso;
- una zona di trattamento;
- una zona di stoccaggio dei materiali trattati e di carico sui mezzi in uscita.

#### **E.4.2 Ricezione e Stoccaggio**

La ricezione e tutte le aree di stoccaggio di matrici ad alta putrescibilità (RU indifferenziati o residui, frazioni di lavorazioni intermedie o finali ad elevata contaminazione da organico) devono essere:

- realizzate al chiuso;
- dotate di pavimento in calcestruzzo impermeabilizzato;
- dotate di opportuni sistemi di aspirazione e trattamento dell'aria esausta;
- dotate di sistema di raccolta degli eventuali percolati.

Elevate quantità di rifiuti combustibili, come carta e plastica devono essere stoccate in modo da ridurre il rischio di incendio (possibilmente imballati fino al momento del trattamento). Deve essere redatto un piano di pronto intervento in caso di incendio.

La ricezione e tutte le aree di stoccaggio di rifiuti a bassa putrescibilità (frazioni secche derivanti da raccolta differenziata, frazioni di lavorazioni intermedie o finali a bassa contaminazione da organico quali metalli, inerti, RU essiccati o bioessiccati) devono essere:

- realizzate almeno sotto tettoia o all'aperto in cassoni chiusi;
- dotata di pavimentazione realizzata in asfalto o in calcestruzzo;
- dotata di sistemi di raccolta delle acque di lavaggio delle aree stesse.

Tutte le aree di stoccaggio, nelle quali sia prevista la presenza non episodica di operatori, devono essere realizzate in modo tale da essere facilmente lavabili.

Tutte le aree di stoccaggio temporaneo (non a scopo di processo biologico) di rifiuti ad elevata putrescibilità, nelle quali sia prevista la presenza non episodica di operatori, devono essere liberate e lavate con adeguata frequenza.

### **E.4.3 Movimentazioni**

Qualora la movimentazione dei rifiuti sia eseguita da un operatore su pala meccanica ragno o gru ponte, la cabina di manovra della macchina deve essere dotata di climatizzatore e di un sistema di filtrazione adeguato alle tipologie di rifiuti da movimentare.

In caso di movimentazione di rifiuti ad elevata putrescibilità con pala gommata o ragno, tutte le aree di manovra devono essere realizzate in calcestruzzo corazzato.

### **E.4.4 Modalità di realizzazione di sistemi di selezione**

Tutte le linee di selezione meccanica devono essere realizzate:

- all'interno di capannone chiuso;
- in aree dotate di sistemi di copertura.

La realizzazione di linee completamente all'aperto è sconsigliata per i seguenti motivi:

- difficoltà di controllo e manutenzione in caso di pioggia;
- difficoltà di controllo delle emissioni odorose e delle polveri;
- deterioramento rapido delle macchine a causa degli agenti atmosferici.

Le linee di selezione realizzate al chiuso devono essere dotate di un impianto di aspirazione di polveri e/o odori.

A seconda dei casi e dei rifiuti trattati il sistema di aspirazione può essere localizzato nei punti critici (cappe collocate su salti nastro, tramogge di carico e scarico, vagli, carterizzazioni di macchine e nastri, ecc.) oppure essere diffuso.

Le linee di selezione realizzate sotto tettoia devono prevedere accorgimenti atti ad evitare la dispersione di polveri e/o odori e/o rifiuti.

A seconda dei casi e delle differenti tipologie dei rifiuti da trattare possono essere presi i seguenti accorgimenti:

- carterizzazione di macchine e nastri;
- aspirazioni localizzate su punti critici;
- sistemi che evitino la dispersione aeraulica.

Tutte le superfici su cui sono posizionate le macchine di trattamento meccanico devono essere dotate di adeguata pavimentazione impermeabilizzata e di sistema di raccolta delle acque di lavaggio.

Gli impianti di selezione meccanica devono essere realizzati in modo da ridurre al minimo la presenza continuativa di operatori all'interno delle aree di trattamento; a tale scopo devono essere previsti sistemi di controllo remoto degli impianti (da sala controllo) quali:

- telecamere;
- sensori di rotazione dei nastri;
- sensori di sbandamento dei nastri;
- livelli di riempimento tramogge;
- controlli remoti delle eventuali regolazioni di velocità dei nastri;
- segnalazioni di allarme delle varie parti;
- pesatura automatica sull'alimentazione e sulle uscite dei materiali.

Negli impianti di selezione deve essere esclusa qualsiasi operazione di cernita manuale (senza l'ausilio di alcuna macchina) su RU tal quali o frazioni residue dopo raccolta differenziata. Le operazioni di cernita possono essere previste solo su rifiuti preselezionati, provenienti da raccolta differenziata delle sole frazioni secche.

Tutte le eventuali operazioni di cernita manuale, eseguite su rifiuti secchi da raccolta differenziata, che possono dare luogo ad emissioni di polveri e/o odori, devono avvenire all'interno di cabine climatizzate, poste in pressione o depressione e con prelievo di aria eseguito all'esterno dell'impianto di trattamento. Si consigliano come minimo 5 ricambi ora.

#### **E.4.5 Tecniche da considerare nella preparazione del combustibile da rifiuti**

##### ***a) Separazione aerea***

Applicazione: separazione del materiale in uscita dal tritratore secondario.

Benefici ambientali ottenibili:

- riduzione del contenuto indesiderato di frazioni fini nel prodotto finale
- in caso di ulteriore riduzione dimensionale, i rotori, inclusi le lame e i supporti si scaldano meno e diminuisce il fabbisogno di energia per la riduzione dimensionale e volumetrica
- condizioni migliori per il trasporto del materiale.

Tecniche da considerare:

Riuso dell'aria che è stata utilizzata per il classificatore ad aria. Circa il 30% dell'aria del flusso in circolazione è scaricata dal lato in pressione del ventilatore e depurata con un filtro per la polvere.

##### Benefici

I vantaggi offerti da questa operazione sono i seguenti:

- il filtro per separare la polvere può essere di dimensioni molto più piccole perché l'aria da filtrare è circa 1/3 del volume convenzionale
- l'aria circolante ha una bassa concentrazione in polvere o umidità
- la velocità dell'aria alla zona di separazione può essere regolata con valvole a farfalla.

##### Dati operativi

La quantità d'aria consumata dal classificatore dipende dalla geometria del condotto del classificatore.

##### Applicabilità

Non tutti i classificatori ad aria disponibili prevedono l'opzione di ricircolo dell'aria. In molti casi debbono essere progettati appositamente.

La velocità dell'aria per la separazione di carta secca, plastica sottile e plastica in film è, approssimativamente, pari a 12 m/s. Il minimo recupero di questa frazione leggera ad alto potere calorifico è di circa il 70%. La velocità di passaggio attraverso un classificatore ad aria è limitato dal carico specifico, con un massimo di capacità di 0,35 kg di solidi/m<sup>3</sup> aria\*ora.

##### ***b) Separazione magnetica***

Applicazione: separazione metalli

Alcune tecniche da considerare sono:

- a) installazione di un separatore magnetico in linea con il nastro che trasporta i rifiuti, posizionato sulla traiettoria di caduta degli stessi.
- b) installazione di un ulteriore stadio di separazione con un separatore a tamburo magnetico o a puleggia, per le piccole parti ferrose di difficile captazione
- c) incremento della velocità del nastro magnetico per avere un minore spessore del materiale trasportato e migliori rese di separazione
- d) impiego di un separatore magnetico alimentato dall'alto

### Benefici ottenuti

Il separatore magnetico viene usato per estrarre rifiuti metallici ferrosi (ferro, acciaio, banda stagnata) sia al fine del loro recupero sia per evitare problemi operativi nelle sezioni di trattamento successive ed in generale per migliorare la qualità del prodotto.

L'installazione in linea con il nastro trasportatore ed in prossimità del punto di caduta dei rifiuti è preferibile perché favorisce la separazione del materiale. Se, infatti, il magnete fosse messo trasversalmente al nastro, la potenza del magnete dovrebbe essere di molte volte superiore.

Per evitare trascinamenti di materiali non metallici è raccomandato l'aumento della velocità del nastro trasportatore. Generalmente un separatore magnetico dà un risultato molto buono, fino al 98% dei materiali ferrosi contenuti nel rifiuto.

L'impiego di un separatore magnetico alimentato dall'alto generando un campo magnetico più forte può aumentare la resa di separazione.

### Dati operativi

Il materiale da separare può essere alimentato al tamburo magnetico separatore dall'alto o dal basso. Nel caso di alimentazione dall'alto, il materiale è caricato sul tamburo con un alimentatore vibrante. Solo i materiali magnetizzabili sono trattiene sul tamburo mentre gli altri cadono e vengono raccolti al di là di uno schermo di separazione non magnetizzabile.

In uno schema con tamburo alimentato dal basso il tamburo attrae i metalli ferrosi dal nastro alimentatore e li fa cadere dall'altra parte dopo che hanno lasciato il campo magnetico, mentre i materiali non magnetici cadono dal nastro alimentatore. Per un'alimentazione omogenea è indispensabile un alimentatore vibrante.

Normalmente nel trattamento dei rifiuti si opera con il tamburo sottoalimentato solo per applicazioni speciali come i rottami ferrosi da triturazione. A causa della forte abrasione durante la selezione dei rottami il tamburo è fatto di una lamina di 8 mm di spessore di acciaio duro al manganese.

## ***c) Separazione di metalli non ferrosi***

### Descrizione

Alcune tecniche da considerare comprendono:

- a) Classificazione dimensionale dei materiali metallici non ferrosi (al di sotto dei 150 mm) prima di separarlo con un separatore a correnti indotte.
- b) Impiego di un campo magnetico alternato ad alta frequenza per migliorare la separazione di materiali molto fini
- c) Posizionare i poli magnetici eccentricamente
- d) Usare alimentatori vibranti per ottenere uno strato costituito da singole particelle per avere un buon risultato della selezione.
- e) Separare le particelle ferrose fini con un magnete a tamburo alimentato dal di sotto prima di alimentare le correnti parassite.

### Problemi operativi

E' difficile separare componenti filiformi o molto piatti a causa della debole corrente parassita indotta.

***d) Separatori di metalli universali*****Descrizione**

Nella preparazione del combustibile solido dai rifiuti i separatori di metalli universali sono usati soprattutto per il trattamento dei rifiuti plastici. Il dispositivo funziona con un detector costituito da una bobina che è installata di traverso rispetto alla direzione del flusso e sezionata in elementi singoli. Se una particella di metallo entra nel campo elettromagnetico alternato della bobina questa è individuata da un microprocessore e allontanata per mezzo di un getto d'aria e raccolta in un contenitore separato.

**Benefici**

Migliora la separazione dei metalli dai rifiuti.

**Applicabilità:**

I detectors a bobina possono individuare pezzi di metallo di dimensioni superiori a 1 mm. Si applicano quando il contenuto di metalli nel flusso in alimentazione è basso, quando altri sistemi di separazione non funzionano bene a causa dell'alta qualità richiesta o quando si devono proteggere dei dispositivi posti a valle nell'impianto (esempio cesoie rotanti).

***e) Vagli rotanti*****Descrizione**

A seconda della velocità del tamburo si possono avere modi di funzionamento diversi: a cascata o a cataratta

Il vaglio rotante dà i risultati migliori con una velocità di rotazione pari al 70% della velocità critica nel modo a cataratta. Lo svantaggio del vaglio a cascata è la creazione di agglomerati che impediscono una buona separazione dei materiali fini.

**Benefici ambientali**

Migliora il rapporto di separazione. L'operazione non necessita di apparecchi vibranti, è possibile una maggiore omogeneizzazione ed è possibile pulire le superfici dalle piccole particelle aderenti che spesso contengono alte quantità di metalli pesanti.

***f) Spettroscopia al vicino infrarosso (NIR)***

**Applicazione:** separazione selettiva di imballaggi composti di carta, cartone, plastiche miste come PE, PP, PS, PET e PVC. Il recupero dipende dalla qualità dei rifiuti e la resa di selezione varia dall'80 al 90%. Le qualità raggiungibili per il prodotto selezionato vanno dal 90 al 97%.

**Descrizione**

Il detector NIR è installato sopra il nastro trasportatore in modo da permettere la scansione dei singoli materiali e trasmetterne lo spettro caratteristico a un processore. I segnali sono confrontati con un database. Il processore manda un segnale e la selezione avviene con un getto d'aria posto di fronte al punto finale di scarico del nastro. La rampa dell'aria è costituita da tanti getti singoli distanziati di circa 30 mm. Ogni getto d'aria è alimentato da un serbatoio a pressione ed è comandato da elettrovalvole.

**Dati operativi**

I dispositivi di rilevamento possono selezionare particelle di dimensioni comprese fra 30 e 300 mm circa. La larghezza del nastro può andare da 500 a 1.500 mm. Il flusso, attraverso il dispositivo, di un materiale preclassificato (imballaggio leggero) con dimensioni da 50 a 200 mm va da 1 a 6 t/h.

La separazione del materiale di colore scuro è impossibile perché la luce NIR è tutta assorbita e non c'è radiazione riflessa che raggiunga i sensori.

#### ***g) Selezione automatica***

##### Descrizione

Un metal detector sistemato sotto il nastro trasportatore e una videocamera a colori collocata sopra il nastro inviano informazioni sui rifiuti ad un computer. Le informazioni sono analizzate da un software speciale prima che il computer trasmetta gli impulsi agli ugelli per selezionare ed allontanare con soffi d'aria le singole particelle di rifiuti. Sia i prodotti accettati che quelli scartati sono poi portati via con singoli nastri a ulteriori trattamenti o stoccaggi.

##### Benefici

Migliora l'efficienza della classificazione dei differenti materiali nei rifiuti.

##### Applicabilità

Con un nastro di 1.200 mm di larghezza e a secondo del materiale è possibile una portata di 2-8 t/h con una dimensione delle particelle da 3 a 250 mm

La selezione automatica sta guadagnando terreno nel settore del trattamento dei rifiuti specialmente nel caso in cui non venga richiesto un prodotto di con particolari specifiche di qualità.

#### **E.4.6 Monitoraggio del funzionamento delle macchine e programmazione della manutenzione**

Negli impianti di selezione meccanica devono essere previsti accorgimenti per potere eseguire agevolmente operazioni di manutenzione preventiva, programmata dalla direzione dello stabilimento, secondo le istruzioni del costruttore; a tale scopo le macchine delle linee di selezione devono essere dotate di:

- sistemi di ingrassaggio e lubrificazione automatici o centralizzati;
- cuscinetti autolubrificanti (dove possibile);
- contatori di ore di funzionamento, per la programmazione degli interventi di manutenzione; alle macchine più sofisticate si applica il monitoraggio a distanza con trasmissione dei dati
- pulsantiere locali per azionamento manuale delle macchine durante le manutenzioni;
- possibilità di accesso in tutte le zone con mezzi di sollevamento (manipolatore telescopico, autogrù) per interventi di modifica o manutenzione. Qualora gli spazi a disposizione non lo permettano, occorrerebbe prevedere un carro ponte o paranchi di manutenzione dedicati.

#### **E.4.7 Accorgimenti per limitare la diffusione di rifiuti negli ambienti di lavoro**

Negli impianti di selezione meccanica devono essere previsti accorgimenti in grado di impedire la fuoriuscita dei rifiuti dai nastri e dalle macchine di trattamento per mantenere la pulizia degli ambienti; a tale scopo occorre mettere in opera:

- nastri trasportatori ampiamente dimensionati dal punto di vista volumetrico;
- pulitori sulle testate dei trasportatori e nastri pulitori al di sotto dei trasportatori;
- carterizzazioni;
- cassonetti di raccolta del materiale di trascinamento, in corrispondenza delle testate posteriori o dei rulli di ritorno;
- strutture metalliche di supporto delle macchine tali da permettere il passaggio di macchine di pulizia dei pavimenti.

#### **E.4.8 Limitazione delle emissioni**

##### *Generalità*

Gli impianti di selezione devono essere eserciti in modo da non produrre emissioni dannose all'ambiente esterno e all'ambiente di lavoro, in particolare:

- emissioni di polveri
- emissioni di sostanze osmogene
- emissione di rumori
- scarichi liquidi
- produzione di rifiuti

Non si devono, inoltre, produrre infestazioni di insetti e roditori.

##### *Limitazione delle emissioni di polveri*

Le emissioni di polveri sono prodotte dagli impianti di selezione della carta, della plastica, dei rifiuti indifferenziati. Al fine di limitare tali emissioni devono essere previsti:

- ricambi d'aria degli ambienti chiusi in cui si svolgono le operazioni di trattamento
- sistemi di aspirazione concentrata (cappe collocate su salti nastro, tramogge di carico e scarico, vagli, copertura con appositi carter di macchine e nastri, ecc).

Deve essere, inoltre, assicurato un numero di ricambi d'aria adeguato alla intensità delle emissioni ed alla presenza di operatori all'interno del capannone, variabile da 1 a 4.

L'aria aspirata con entrambi i sistemi deve essere trattata con filtri a tessuto aventi caratteristiche tali da assicurare un'efficienza di abbattimento pari ad almeno il 98% delle emissioni in ingresso; in ogni modo devono essere definiti:

- tipo di tessuto (polipropilene o feltro poliestere)
- max velocità di attraversamento ( 1,25 mc/mq.min)

Va, inoltre, prevista:

- la pulizia automatica delle maniche
- l'evacuazione delle polveri tramite contenitori a tenuta
- la caratterizzazione delle polveri raccolte al fine di individuare le modalità di smaltimento più adeguate

I liquidi usati negli scrubbers devono essere monitorati per assicurare il corretto funzionamento (pH, concentrazioni, ricambio dei reagenti etc).

Importante è anche mettere in atto un piano dettagliato relativo alla gestione degli odori che indichi:

- le più importanti attività che producono odori e le sorgenti di odore
- le rilevazioni ambientali eseguite e le tecniche utilizzate per controllare le emissioni odorose
- le operazioni eseguite per valutare l'esposizione agli odori dei diversi recettori
- i risultati dei monitoraggi e dei reclami ricevuti
- le azioni da intraprendere in caso di eventi anormali o di condizioni che possono generare problemi di odori
- i sistemi utilizzati per ridurre le emissioni osmogene
- i criteri e le modalità sistemi utilizzati nella fase di accettazione di specifici flussi di rifiuti che possono essere fonte di odori.

##### *Limitazione delle emissioni odorose*

Le emissioni di odori sono di norma connesse alla presenza di sostanze organiche allo stato liquido e solido nei rifiuti trattati. Tali emissioni sono presenti in impianti di:

- selezione meccanica secco-umido su rifiuti solidi urbani tal quali o dopo raccolta differenziata. In questo caso l'aria aspirata dal volume della fossa rifiuti può essere trattata con gli stessi presidi ambientali usati per il trattamento dell'aria estratta dai locali dove avviene la stabilizzazione delle sostanze organiche (in genere associata alla selezione), in particolare scrubber ad umido e filtri biologici.
- selezione e pulizia di rottami di vetro e lattine da raccolta differenziata. In questo caso occorre eseguire una caratterizzazione delle sostanze osmogene presenti e della loro concentrazione almeno ad una distanza di 100 metri dallo stabilimento. Anche in questo caso vanno previsti appositi presidi ambientali quali filtri biologici.

Nel filtro biologico si considerano i seguenti parametri:

- indice volumetrico max 80 mc aria/(mc filtro.h)
- tempo di ritenzione 45s-1min
- altezza dello strato filtrante  $H_{min} = 1,2$  m
- tipo di materiale filtrante cortecce, legno, altre biomasse idonee

Il filtro biologico deve essere in grado di abbattere almeno il 98% delle sostanze odorigene. Per le misure si deve fare riferimento ai metodi sensoriali (olfattometria dinamica), metodo prEN13725. Occorre tenere il filtro biologico in buone condizioni di funzionamento e di manutenzione.

A tal fine:

- l'aria che arriva al biofiltro deve essere molto umida (vicina al 90% rispetto alla saturazione)
- il particolato deve essere rimosso
- i gas devono essere raffreddati alla temperatura ottimale per l'attività biologica (25-35°C), occorre tenere conto dell'aumento di temperatura anche di 20 °C nel passaggio nel letto filtrante
- si deve controllare giornalmente la temperatura del gas uscente e la pressione all'ingresso del filtro
- il contenuto di umidità del filtro deve essere regolarmente controllato.
- deve essere presente un allarme di bassa temperatura che può danneggiare il filtro e la popolazione microbica
- il mezzo filtrante deve essere supportato in modo da permettere un facile e regolare passaggio dell'aria senza perdita di carico
- il mezzo deve essere rimosso quando inizia a disintegrarsi, impedendo il passaggio dell'aria. Per questo motivo il filtro deve essere sezionabile in almeno tre sezioni che possono funzionare indipendentemente dalle altre.

La biofiltrazione ha i più bassi costi di gestione di tutte le altre tecnologie per il trattamento di sostanze organiche biodegradabili in piccole concentrazioni. Il beneficio ambientale include la bassa richiesta di energia e la mancanza di trasferimento di inquinamento da un mezzo a un altro.

Bisogna considerare però l'evenienza della perdita della biomassa a causa dell'introduzione di sostanze tossiche; è necessario avere una procedura di stand-by per un evento di questo tipo.

In alternativa è possibile utilizzare tecniche di controllo del COV e delle sostanze odorigene con impianti di ossidazione termica di tipo rigenerativo che funzionano a temperatura elevate e hanno, comunque, un consumo di combustibile che può essere compensato solo se si può utilizzare il calore generato nello stesso sito dell'impianto.

#### **E 4.8.1 Tecniche di trattamento delle emissioni gassose**

Nella presente sezione vengono descritte le principali tecniche di trattamento delle emissioni gassose adottate nel settore, ed indicate, ove possibile, le prestazioni da esse fornite. Le tecniche

ritenute maggiormente idonee per lo specifico settore del trattamento rifiuti sono individuate nel Bref "Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries".

Le tecniche di trattamento dei gas sono, in genere, orientate alla rimozione del materiale particolato, dei vapori di sostanze liquide volatili e dei tipici contaminanti gassosi.

#### *Prestazioni delle tecniche di trattamento delle emissioni gassose*

##### Separatore

Il trattamento prevede il passaggio del gas attraverso una camera dotata di appositi sistemi di deviazione del flusso (piatti paralleli, deflettori, ecc.) in cui gli aerosol e/o piccole gocce di liquido, vengono separati dalla corrente gassosa per effetto della gravità / inerzia di massa.

Parametro	Rimozione (%)	Note
Materiale particolato (PM)	10-90	In funzione della dimensione del materiale particolato (la dimensione deve essere comunque >PM <sub>10</sub> e, preferibilmente, > PM <sub>50</sub> ; utilizzabile per flussi compresi tra 100-100.000 Nm <sup>3</sup> /h e non influenzato dal quantitativo di polveri

##### Ciclone

In tutte le tipologie di cicloni le particelle solide e le goccioline di liquido vengono separate dal flusso gassoso mediante l'utilizzo di forze centrifughe, all'interno di una camera di forma conica. La corrente gassosa entra tangenzialmente nella parte superiore, venendo in tal modo sottoposta all'azione di una forza centrifuga che tende a portare le particelle sospese verso la periferia della camera. Il moto a spirale del fluido impartisce alla particella un'accelerazione radiale verso le pareti dell'apparecchiatura mentre, simultaneamente, la forza di gravità la spinge verso il basso; ne risulta un movimento discendente a spirale fino a quando la particella, per urto contro le pareti si separa dalla corrente gassosa che esce dall'alto attraverso un condotto centrale.

Essendo la velocità radiale inversamente proporzionale al raggio del ciclone, si tende a realizzare delle batterie formate da tanti piccoli cicloni posti in parallelo, di alcune decine di centimetri di diametro ciascuno, o gruppi di cicloni posti in serie (multicicloni).

Tali apparecchiature non consentono di captare le particelle di diametro inferiore ai 5-10 micron, lasciando così passare la maggior parte dei metalli pesanti condensati sulle particelle di diametro inferiore.

Parametro	Rimozione (%)				Note
	Convenzionale	Ad alta efficienza	Ad alta portata	Multi-ciclone	
PM	70-90	80-99	80-99		Portata: 1-100.000 Nm <sup>3</sup> /h (ciclone singolo); >180.000 Nm <sup>3</sup> /h (multiciclone) Contenuto di polveri: 1-16.000 g/Nm <sup>3</sup> Materiale particolato: <PM <sub>2,5</sub> ; temperatura: dipende dal materiale, può essere > 1.200 °C
PM <sub>10</sub>	30-90	60-95	10-40		
PM <sub>5</sub>		90		80-95	
PM <sub>2,5</sub>	0-40	20-70	0-10		

Fonte: "Reference Document on Best Available Techniques in Common Waste and Water Gas Treatment / Management Systems in the Chemical Sector"

##### Filtri a manica

Sono costituiti da elementi tubolari in tessuto ciascuno sostenuto da un cestello portante interno, solitamente in acciaio.

Schematicamente il filtro a maniche si divide generalmente in tre zone:

- la zona di filtrazione, in cui i fumi, lambendo dall'esterno le maniche, attraversano il tessuto depositandovi le particelle;
- la zona superiore o di evacuazione, in cui i fumi vengono raccolti dopo essere stati aspirati dall'alto delle maniche;
- la zona inferiore o tramoggia, in cui vengono raccolte le particelle precipitate per scuotimento tramite getti periodici di aria compressa in controcorrente.

Principali caratteristiche dei tessuti impiegati nei filtri a manica

TIPO DI FIBRA	T° max (°C)		Resistenza a:		
	Cont./punta	Idrolisi	Acidi	Alcali	Ossidazione
Polipropilene	90/100	Ottima	Ottima	Ottima	Cattiva
Poliolfina per alta T	125/130	Ottima	Ottima	Ottima	Cattiva
Poliammide	110/115	Cattiva	Moderata	Buona	Moderata
Poliacrilonitrile cop.	110/115	Buona	Moderata	Moderata	Buona
Poliacrilonitrile omo	125/140	Buona	Buona	Moderata	Buona
Poliestere	140/150	Cattiva	Moderata	Cattiva	Buona
M-aramide	180/220	Moderata	Moderata	Moderata	Buona
Polifenilensolfuro	190/200	Ottima	Ottima	Ottima	Buona
Poliimide	240/260	Buona	Buona	Moderata	Buona
Politetrafluoroetilene	250/280	Ottima	Ottima	Ottima	Ottima

Fonte: Linee guida CITEC (2002)

Le prestazioni di un filtro a manica non sono ben definibili né individuando le dimensioni della più piccola particella filtrabile, né indicando le performance in termini ponderali, dato che la quantità di polvere in uscita dal sistema filtrante dipende poco dalla concentrazione in ingresso; le prestazioni di un filtro sono, piuttosto, definibili tramite la concentrazione di polvere in uscita espressa in  $\text{mg}/\text{m}^3$ . Le velocità media di filtrazione sono nell'intervallo  $1,2-1,5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{min}$

Parametro	Emissione ( $\text{mg}/\text{Nm}^3$ )	
	Filtro standard	Filtro compatto
PM <sup>1</sup>	2-10	1-10
Note <sup>2</sup>	Portata entrante ( $\text{m}^3/\text{ora}$ ): 1.000 – 50.000 Concentrazione gas entrante ( $\text{mg}/\text{Nm}^3$ ): 100 – 5.000	

Fonte: <sup>1</sup> “Reference Document on Best Available Techniques in Common Waste and Water Gas Treatment / Management Systems in the Chemical Sector”

<sup>2</sup> “Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries”

### **Scrubber**

I sistemi di adsorbimento delle emissioni gassose vengono comunemente detti “scrubber” o torri di lavaggio. In particolare gli scrubber ad umido sono apparecchiature in grado di effettuare il trasferimento di massa di composti solubili dalla corrente gassosa ad un solvente, in genere rappresentato da acqua. Va rilevato, tuttavia, che il lavaggio ad acqua ha una elevata efficacia solo per i composti spiccatamente idrosolubili quali ammoniacca, alcoli, acidi grassi volatili; altri composti come le ammine, l'idrogeno solforato, i composti clorurati, i chetoni e le aldeidi sono scarsamente solubili in acqua. Per tali composti si rende necessario l'utilizzo di appositi reagenti chimici, in grado di operare la neutralizzazione o l'idrolisi acida o basica, oppure l'ossidazione in fase gassosa o liquida.

Gli scrubber devono essere dimensionati in modo da garantire tempi di permanenza e superfici di contatto adeguate per la rimozione richiesta. I fenomeni di adsorbimento e solubilizzazione possono essere inoltre favoriti ricorrendo alla nebulizzazione del liquido, o alla creazione di film sottili con grande superficie di contatto, e ponendo nelle torri di lavaggio corpi di riempimento di varie forme e dimensioni.

### **Biofiltrazione**

Con il termine di biofiltrazione si intende quel processo finalizzato all'ossidazione biologica di composti biodegradabili attuato mediante il passaggio della corrente gassosa in una unità riempita con substrato particolato filtrante, costituito da materiali quali cortecce, legno triturato, compost maturo, terreno ed anche da materiale inerte popolato da biomassa microbica attiva (biofilm).

È importante sottolineare che la colonizzazione e le attività metaboliche avvengono all'interno dello strato d'acqua che si crea attorno alle particelle della matrice solida di cui il biofiltro è costituito.

### **Principali caratteristiche dei biofiltri**

<b>Parametro</b>	<b>caratteristiche</b>
Mezzo filtrante	Deve essere <b>biologicamente</b> attivo ma anche sufficientemente stabile
	Contenuto di sostanza <b>organica</b> >60%
	Resistenza a possibili getti d'acqua ed alla <b>compattazione</b>
	Contenuto di materiale fine relativamente basso al fine di ridurre perdite nelle correnti <b>gassose</b>
	Emissioni <b>osmogene</b> residue relativamente basse
Umidità	Al fine di garantire il raggiungimento delle prestazioni sopra riportate dovrebbero essere preparate apposite miscele di materiali
	50-80% in peso
Nutrienti	Deve essere prevista la possibilità di aggiungere acqua e rimuovere eventuali materiali residui
	Il contenuto di nutrienti deve essere adeguato al fine di garantire la buona efficienza del biofiltro
pH	Il contenuto di nutrienti non rappresenta, in genere, un limitazione nei processi di digestione aerobica dei gas in virtù dell'elevato contenuto di NH <sub>3</sub>
Temperatura	Compreso tra 7 e 8,5
Pretrattamento del gas	Prossima alla temperatura ambiente, 15 – 35 o 40 °C
	Il gas viene, spesso, umidificato al fine di raggiungere valori di umidità prossimi al 100%
Flusso gassoso	In alcuni casi si rende necessaria la rimozione di polvere e aerosol, al fine di evitare intasamenti del mezzo filtrante; per molti biofiltri la presenza di polveri non rappresenta, comunque, un problema (a meno che non sia presente uno strato di tessuto sulla superficie filtrante)
	<100 m <sup>3</sup> /hm <sup>3</sup> (valori maggiori devono essere supportati da opportuni test)
Tempo di residenza del gas	30-60 secondi (tempi di residenza minori devono essere supportati da opportuni test)
Spessore del biofiltro	>1m, <2m
Capacità filtrante	Dipende dalla tipologia di biofiltro e dalle sostanze presenti nel gas (in genere è compresa nel range 10-160 gm <sup>-3</sup> h <sup>-3</sup> )
Distribuzione del gas	Il sistema deve essere progettato in modo da garantire uniformità di distribuzione e di flusso del gas nel mezzo filtrante

Fonte: "Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries"

### **Efficienza di ritenzione dei biofiltri per alcuni composti volatili:**

<b>Composto<sup>1</sup></b>	<b>Concentrazione (µg/m<sup>3</sup>) min – max</b>	<b>Efficienza (%) min – max</b>	<b>Concentrazione (µg/m<sup>3</sup>) min – max</b>	<b>Efficienza (%) min – max</b>	<b>Concentrazione (µg/m<sup>3</sup>) min – max</b>	<b>Efficienza (%) min – max</b>
Acetaldeide	2100 - 2500	78 - 89	46 - 740	89 - 96	4900 - 6100	99
n -Butilacetato	150 - 425	97 - 99	30 - 120	83 - 96	170 - 980	73 - 99

Composto <sup>1</sup>	Concentrazione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) min - max	Efficienza (%) min - max	Concentrazione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) min - max	Efficienza (%) min - max	Concentrazione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) min - max	Efficienza (%) min - max
Etilbenzene	250 - 310	12 - 42	60 - 190	27 - 61	250 - 740	16 - 43
2 - Etiltoluene	180 - 220	33 - 41	25 - 105	14 - 89	80 - 270	25 - 55
3,4 - Etiltoluene	480 - 640	23 - 45	70 - 260	38 - 96	230 - 1000	48 - 77
Limonene	1700 - 4300	29 - 40	810 - 2200	94 - 98	1300 - 3700	30 - 63
Toluene	490 - 550	16 - 39	130 - 280		460 - 1000	7 - 36
m/p - Xylene	850 - 1400	9 - 42	280 - 620	30 - 71	720 - 2000	19 - 45
o - Xylene	260 - 290	23 - 41	60 - 150	7 - 63	160 - 650	20 - 45
Acetone	2450 - 2900	99 - 100	1200 - 2800	99 - 100	4700 - 8200	93 - 97
2 - Butanone	960 - 2800	99 - 100	80 - 770	94 - 99	370 - 11000	95 - 100
Etanolo	5200 - 5300	100	88 - 750	94 - 99	14000 - 18000	100
$\alpha$ - Pinene	370 - 700	8 - 44	280 - 790	53 - 83	560 - 930	5 - 39
$\beta$ - Pinene	330 - 800	12 - 44	120 - 300	53 - 81	230 - 490	38 - 49

<sup>1</sup>emissioni derivanti prevalentemente dai trattamenti meccanico biologici dei rifiuti urbani

Fonte: "Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries"

### **Ossidazione termica**

L'ossidazione termica è il processo di ossidazione dei gas e dei composti osmogeni combustibili contenuti nella corrente gassosa, attuata mediante la loro miscelazione con l'ossigeno dell'aria, al di sopra del punto di auto-ignizione, e mantenendo la miscela ad alte temperature per un tempo sufficiente a garantire l'ossidazione completa a  $\text{CO}_2$  ed  $\text{H}_2\text{O}$ .

Le tecniche di ossidazione termica sono:

- *incenerimento*: nella decontaminazione di aria termica esausta, l'aria termica esausta è trattata in una camera di combustione a temperature fino a 850 °C e per un tempo di residenza minimo di 2 secondi. In questo intervallo di tempo le sostanze pericolose sono totalmente ossidate e il gas pulito può essere rilasciato in atmosfera
- *combustione combinata*, In alcuni impianti dove è presente la combustione è possibile iniettare l'aria inquinata raccolta nello stabilimento direttamente nel circuito dell'aria secondaria del forno oppure nell'aria primaria che alimenta il forno, eventualmente con un'adattamento specifico del processo di combustione (modifica della depurazione dei gas e della stabilità della combustione).
- *combustione catalitica*: anche in questo caso l'aria inquinata viene bruciata ma in questa tecnica la temperatura di combustione è ridotta con l'uso di un catalizzatore. Il catalizzatore permette la stessa distruzione del COV ma a temperature più basse
- *ossidazione termica rigenerativa*. Il COV è bruciato in camere di combustione fra 750 e 950 °C. L'energia prodotta nella combustione del COV è usata per preriscaldare l'aria sul letto ceramico prima della combustione. La temperatura della combustione può essere adattata secondo la concentrazione di COV. L'aria di processo inquinata è riscaldata fino alla temperatura di reazione e quindi condotta a un reattore che combina insieme un catalizzatore e un letto di accumulazione del calore. In questo reattore l'aria di processo è decomposta in  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . Il calore di questo reattore è quindi condotto a un secondo reattore combinato e lì viene accumulato. Quando questo secondo reattore si è riscaldato, la corrente dell'aria di processo è deviata in modo da entrare nel secondo reattore. Il calore del secondo reattore è quindi usato per preriscaldare l'aria di processo, mentre la l'ossidazione dell'inquinamento ha luogo nel primo reattore. Nelle operazioni successive l'unità viene comandata a passare ciclicamente fra i due stati descritti prima.

Le caratteristiche delle diverse tecniche sono:

Tecnologia	Dati operativi
Incenerimento	Richiede, in genere, l'utilizzo di combustibile addizionale. Portata entrante: 1.500 Nm <sup>3</sup> /ora Temperatura operativa: 1.050-1.200 °C.
Combustione combinata	Richiede l'installazione di strumentazioni e valvole specifiche al fine di prevenire l'"effetto domino" tra i diversi processi di combustione. Fluttuazione nella qualità o nella quantità di COV può causare disfunzioni del sistema di combustione. Portata in ingresso: <50.000 Nm <sup>3</sup> /ora Concentrazione COV in ingresso: ≈3 g/Nm <sup>3</sup> Concentrazione COV in uscita: 10-50 mg/Nm <sup>3</sup>
Combustione catalitica	In alcuni casi richiede il pretrattamento del gas (ESP, filtri a manica, scrubber) nonché la diluizione con aria quando vengono raggiunte concentrazioni tali da poter causare esplosioni. Il consumo energetico è inferiore rispetto all'incenerimento termico. Portata in ingresso: 20.000-50.000 Nm <sup>3</sup> /ora
Ossidazione termica rigenerativa	Può sopportare fluttuazioni di concentrazione dei COV. Richiede la diluizione con aria quando vengono raggiunte concentrazioni tali da poter causare esplosioni e un sistema di eliminazione delle polveri dal flusso entrante quando la loro concentrazione è superiore a 20 mg/Nm <sup>3</sup> . Portata in ingresso: 20.000-80.000 Nm <sup>3</sup> /ora  Efficienza: > 99%

**Tecniche di trattamento associate con le BAI per le emissioni gassose – rimozione delle polveri (I)**

	<b>Separatore</b>	<b>Ciclone (secco &amp; umido)</b>	<b>Elettrofiltro (secco &amp; umido)</b>
<b>Scopo</b>	Separazione a gravità	Separazione a gravità supportata da forze centrifughe	Separazione tramite campo elettrico
<b>Applicazione</b>	Tecnica preliminare a diversi sistemi di filtrazione	Fase iniziale del controllo del materiale particolato, precede elettrofiltro o filtri a maniche	Tattamento finale nel controllo del materiale particolato
<b>Limiti di applicazione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flusso: fino a 100000 Nm<sup>3</sup>/h</li> <li>Dimensioni del particolato: &gt; PM<sub>50</sub>, ma anche minori dimensioni, fino a PM<sub>10</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flusso: fino a 100000 Nm<sup>3</sup>/h (singola unità) fino a 180000 Nm<sup>3</sup>/h (moltiplicazione)</li> <li>Contenuto di polveri: fino a 16000 g/Nm<sub>3</sub></li> <li>Dimensioni del particolato: fino a PM<sub>2,5</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flusso: molto elevato, fino a 1800000 Nm<sup>3</sup>/h, a seconda delle varianti</li> <li>Contenuto di polveri: 1 ÷ 10 g/Nm<sub>3</sub></li> <li>2 ÷ 110 g/Nm<sub>3</sub></li> <li>Dimensioni del particolato: &gt;PM<sub>1,0</sub></li> <li>Temperature: fino a 700°C (secco) &lt; 90°C (umido)</li> <li>Resistività: 5x10<sup>3</sup> ÷ 2x10<sup>10</sup></li> <li>Acqua (E. umido)</li> <li>Energia: 0,5-1,5 kWh/1000 Nm<sup>3</sup></li> <li>Caduta di pressione: 0,05 ÷ 0,5 kPa</li> </ul>
<b>Consumi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energia: solo per le ventole</li> <li>Caduta di pressione: &lt;0,5 kPa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energia: 0,25-1,5 kWh/1000 Nm<sup>3</sup></li> <li>Caduta di pressione: 0,5 ÷ 2,5 kPa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Smaltimento delle polveri o dei reflui residui</li> </ul>
<b>Effetti trasversali</b>	Smaltimento delle polveri residue	Smaltimento delle polveri residue Emissioni rumorose	
<b>Requisiti volumetrici</b>	Bassi		
<b>Prestazioni raggiungibili (% rimozione di inquinante)</b>	10÷90 (dipende dalle dimensioni della particella e dalle caratteristiche dell'emissione gassosa)	PM 80 ÷ 99 PM <sub>10</sub> 60 ÷ 95 PM <sub>5</sub> 80 ÷ 95 PM <sub>2,5</sub> 20 ÷ 70	PM 99 ÷ 99,2 PM <sub>10</sub> 97,1 ÷ 99,4 PM <sub>2,5</sub> 96 ÷ 99,2
<b>Livelli di emissione raggiungibili (mg/l)</b>			
<b>Applicabilità ad impianti già esistenti</b>	Normalmente integrato		Polveri: 5÷15

**Tecniche di trattamento associate con le BAT per le emissioni gassose – rimozione delle polveri (II)**

	<b>Torre di lavaggio (scrubber) a umido</b>	<b>Filtri a maniche</b>
<b>Scopo</b>	Trasferimento di massa dalla fase gassosa a quella liquida	Tecnica di filtraggio
<b>Applicazione</b>	Trattamento finale nel controllo del materiale particolato	Rimozione $PM < PM_{2,5}$ come trattamento finale Riesce a trattenere particelle che l'elettrofiltro non rimuove
<b>Limiti di applicazione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A seconda delle varianti tecniche, fino a 170.000 Nm<sup>3</sup>/h</li> <li>• I flussi con alti carichi di polveri necessitano di accorgimenti tecnici come torri a spruzzo, scrubber a piatti e venturi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il particolato di dimensioni elevate deve essere rimosso a monte del filtro</li> <li>• Flussi fino a 1.800.000 Nm<sup>3</sup>/h</li> <li>• Limiti di temperatura a seconda del materiale del filtro</li> </ul>
<b>Consumi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acqua di lavaggio: 0.5-5 l/ Nm<sup>3</sup></li> <li>• Energia: 1-6 kWh/1000 Nm<sup>3</sup></li> <li>• Caduta di Pressione: 3-20 kPa (venturi)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aria compressa</li> <li>• Energia: 0.2-2 kWh/1000 Nm<sup>3</sup></li> <li>• Caduta di pressione: 0.5-2.5 kPa</li> <li>• 5-50 kPa (ceramica)</li> </ul>
<b>Effetti trasversali</b>	Sospensione richiede un ulteriore trattamento Emissioni rumorose	Smaltimento delle polveri residue
<b>Requisiti volumetrici</b>		
<b>Prestazioni raggiungibili (% rimozione di inquinante)</b>	PM 50 ÷99 dipende dalle modifiche VOC 50 ÷95 dipende dalle modifiche SO2 80 ÷99 dipende dalle modifiche	Polveri 99-99,9
<b>Livelli di emissione raggiungibili (mg/l)</b>		Polveri 2-10
<b>Applicabilità ad impianti già esistenti</b>		1 (filtro con fibre ceramiche)

**Tecniche di trattamento associate con le BAT per le emissioni gassose – rimozione dei composti organici volatili (I)**

	<b>Scrubber a umido (torri di lavaggio)</b>	<b>Adsorbimento</b>	<b>Condensazione</b>
<b>Scopo</b>	Trasferimento di materiale dalla fase gassosa a quella liquida	Trasferimento di materiale dalla fase gassosa a quella liquida	Liquefazione per raffreddamento
<b>Applicazione</b>	Primo o secondo stadio di trattamento per il controllo dei composti organici volatili, degli inorganici e delle polveri, a seconda delle specifiche tecniche dello scrubber	Rimozione di composti organici volatili, sostanze odorigene, diossine Diverse varianti tecniche	Rimozione di composti organici volatili da flussi gassosi concentrati Pretrattamento prima di sistemi di abbattimento, scrubbing, adsorbimento
<b>Limiti di applicazione</b>	Le temperature ottimali per lo scrubbing ad acqua, senza reagenti chimici, sono sotto i 40 °C  Concentrazione polveri: a seconda delle specifiche tecniche dello scrubber	Flussi fino a 100.000 Nm <sup>3</sup> /h  Temperature < 80 °C (GAC) < 250 °C (Zeoliti)  Basso contenuto di polveri	Flussi fino a 100.000 Nm <sup>3</sup> /h  Temperature < 80 °C  Basso contenuto di polveri (<50 mg/Nm <sup>3</sup> )
<b>Consumi</b>	Liquidi di scrubbing e di raffreddamento Agenti chimici (acidi, alcalini, ossidanti) Energia: 0.2-1 kWh/1000 Nm <sup>3</sup> Vapore per stripping (desorbimento) Caduta di Pressione: 0.4 – 0.8 kPa	Azoto o vapore Acque di raffreddamento Caduta di Pressione: 2-5 kPa	Liquidi di raffreddamento Energia. Caduta di Pressione: 0.1-0.2 kPa
<b>Effetti trasversali</b>	Acque reflue da inviare a idoneo trattamento	Smaltimento materiali adsorbenti	
<b>Prestazioni raggiungibili (% rimozione di inquinante)</b>	COV fino al 99 (comunque superiore al 50)  Composti inorganici 90-99 SO <sub>2</sub> 80-99  HF <1	COV 80-95  Composti odorigeni 80-95  H <sub>2</sub> S 80-95	
<b>Livelli di emissione raggiungibili (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	HCl <10 (<50 con acqua)  SO <sub>2</sub> <40	Hg <0.05 Diossine < 0.1 ng/ Nm <sup>3</sup> TEQ	

**Tecniche di trattamento associate con le BAT per le emissioni gassose – rimozione dei composti organici volatili (II)**

		<b>Trattamenti biologici (filtrazione/scrubbing/filtri percolatori)</b>	
		<b>Ossidazione termica</b>	Degradazione biologica ad opera di microorganismi
<b>Scopo</b>	Ossidazione	Trattamento di emissioni con elevate concentrazioni di COV, trattamento finale di sostanze pericolose	Rimozione di inquinanti solubili in acqua a basse concentrazioni: NH <sub>3</sub> , ammine, idrocarburi, H <sub>2</sub> S, toluene, stirene, sostanze osmogene
<b>Applicazione</b>	Trattamento di emissioni con elevate concentrazioni di COV, trattamento finale di sostanze pericolose	Flussi fino a 86.000 Nm <sup>3</sup> /h Temperatura: 800-1.200 °C	Non idonei a flussi con caratteristiche discontinue
<b>Limiti di applicazione</b>	Flussi fino a 86.000 Nm <sup>3</sup> /h Temperatura: 800-1.200 °C	Combustibile nelle fasi di avvio Energia: 3-8 kWh/1000 Nm <sup>3</sup> Caduta di Pressione: 1-5 kPa	Determinate condizioni ambientali (freddo, umidità, temperature elevate) possono condizionarne le prestazioni e danneggiarne i filtri NH <sub>3</sub> può causare problemi
<b>Consumi</b>	Combustibile nelle fasi di avvio Energia: 3-8 kWh/1000 Nm <sup>3</sup> Caduta di Pressione: 1-5 kPa	CO e NO <sub>x</sub> nelle emissioni	Acqua (scrubbing e filtri percolatori) Energia: < 1kWh/1.000 Nm <sup>3</sup> Agenti chimici (nutrienti, regolazione pH)
<b>Effetti trasversali</b>	CO e NO <sub>x</sub> nelle emissioni	COV 95-99	Caduta di Pressione: 0.2-2 kPa Smaltimento materiale filtrante
<b>Prestazioni raggiungibili (% rimozione di inquinante)</b>	COV 95-99	COV 95-99	Emissioni sostanze osmogene (scrubbing, filtri percolatori) COV 75-99
<b>Livelli di emissione raggiungibili (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	TOC 1-4		Composti inorganici 80-95 Sostanze osmogene 70-95 Dipendono dalla concentrazione in ingresso

**Costi di investimento e gestione minimi (in migliaia di euro) dei più recenti sistemi di abbattimento dei COV**

<b>Portata = 20.000 m<sup>3</sup>/h COV = 400 mg/m<sup>3</sup> Funzionamento = 24 h/die Investimento</b>	<b>Combustione catalitica</b>	<b>Adsorbimento su carboni attivi</b>	<b>Adsorb./desorb. su materiali attivi</b>	<b>Biofiltrazione</b>
	210-260	270-290	270-290	60-80
<b>Gestione (costo annuo)</b>	100-220	60-75	20-25	12-18

Fonte: Il compostaggio in Italia, a cura di S. Piccinini. Maggioli editore, marzo 2002

### *Limitazione delle emissioni liquide*

Gli impianti devono essere dotati di un sistema di raccolta delle acque di scarico in cui sono distinte:

- la raccolta ed il trattamento delle acque di processo
- la raccolta ed il trattamento delle acque sanitarie
- la raccolta ed il trattamento delle acque di prima pioggia
- la raccolta ed il trattamento o il recupero delle acque meteoriche

In ogni caso deve essere valutata la possibilità di riutilizzo delle acque (ad esempio acque degli scrubber installati per la depolverazione a monte dei filtri biologici).

Le **acque di lavaggio** delle aree di accumulo di rifiuti e le **acque di processo** (percolati) devono essere raccolte in un sistema fognario indipendente da quello delle acque meteoriche e inviate a depurazione in loco o ad opportuni serbatoi o vasche di stoccaggio temporaneo, provvisti di bacino di contenimento a norma di legge, per il successivo invio ad un impianto di depurazione centralizzato.

In queste acque sono da controllare i seguenti parametri di inquinamento, tipici delle acque di percolazione: Ammonica, As, Cloruri, BOD, COD, Metalli, Azoto totale, pH, Fosforo totale, Solidi sospesi. I trattamenti da adottare sono in relazione alla qualità delle acque.

Le **acque di prima pioggia** (corrispondenti ai primi 5 mm di precipitazione) cadenti sulle superfici coperte e sulle superfici scoperte e impermeabilizzate all'interno della recinzione dell'impianto devono essere raccolte in apposite vasche e inviate a depurazione dopo analisi del tipo di inquinanti contenuti.

Le acque provenienti dagli impianti sanitari devono essere inviate all'impianto di depurazione centralizzato o depurate in loco, nel rispetto della normativa vigente.

Alcuni accorgimenti gestionali da seguire sono :

- considerare la possibilità di trattamento in impianti centralizzati esistenti nel territorio dell'impianto, purché l'effluente sia compatibile con i limiti di accettabilità dell'impianto, non siano presenti nel percorso scolmatori di piena, lo scarico sia compatibile con il regime dei collettori fognari esistenti
- introdurre specifici controlli e misure per aumentare l'affidabilità dell'abbattimento negli impianti degli inquinanti
- introdurre un sistema di monitoraggio degli impianti e di registrazione dei dati
- avere un sistema automatico di raccolta delle acque di prima pioggia
- verificare periodicamente la tenuta delle impermeabilizzazioni dei serbatoi, delle biocelle e biotunnel, la continuità dei pavimenti in cemento etc.

### *Prevenzione della produzione dei rifiuti*

La prevenzione e la minimizzazione della produzione dei rifiuti è un principio generale dell'IPPC e della gerarchia della gestione dei rifiuti. Occorre tenere presente questa affermazione in particolare quando negli impianti di selezione si utilizzano come materia prima rifiuti che a loro volta producono scarti del trattamento, per la maggior parte rifiuti non recuperabili. Si deve limitare la quantità di questi rifiuti utilizzando tecniche di recupero ad alto rendimento e tenendo presente il punto di equilibrio fra qualità del prodotto selezionato e efficienza dell'impianto in quanto per ottenere piccoli incrementi di qualità si rischia di complicare l'impianto e aumentarne i consumi di energia e i costi di esercizio.

I principali tipi di rifiuti generati sono:

- *sottovaglio fine* del rifiuto indifferenziato (in genere <20 mm) costituito in gran parte da silice, con una certa percentuale di sostanza organica. Rappresenta un rifiuto speciale che può essere messo in discarica senza ulteriore trattamento
- *scarti* degli impianti costituiti da:

- impurezze separate nei flussi di raccolta differenziata a seguito delle operazioni di pulizia. La percentuale di queste materie estranee alla frazione raccolta, costituite per la massima parte da rifiuti indifferenziati, dipende dai metodi di raccolta; questi rifiuti possono essere gestiti con i rifiuti indifferenziati o allocati in discarica.
  - materiali che appartengono alla stessa classificazione merceologica dei materiali selezionati (es. "plastica") ma diversi dalle componenti principali della frazione da avviare a recupero (es. PS dalla frazione plastica da cui si recuperano in massima parte PET e PE). Per questi rifiuti occorre valutare l'avvio a circuiti di valorizzazione anche energetica, in alternativa allo smaltimento in discarica.
  - scarti da selezione aeraulica o da vagliatura (es. da produzione di CDR da bioessiccazione) su cui è possibile effettuare una selezione di metalli e di inerti.
- *polveri* da impianti di depolverazione; si tratta di polveri captate dai filtri a tessuto e provenienti dagli ambienti dove viene realizzata la selezione; generalmente non si tratta di rifiuti pericolosi, ma di rifiuti da caratterizzare al fine di individuare la migliore tecnica di recupero/smaltimento
  - *fanghi* da impianti di depurazione (qualora il trattamento avvenga in loco), di cui si deve valutare la possibilità di recupero

La gestione dei rifiuti deve comunque conformarsi alle normative in vigore; è bene tenere presente che si deve identificare, caratterizzare e quantificare ciascun flusso di rifiuto che si genera nell'impianto e che deve essere rimosso dall'installazione. Individuare quindi il sistema di gestione di ogni tipo di rifiuto, indicando i possibili recuperi (o descrivendo perché il recupero è tecnicamente impossibile), tenere in ordine i documenti che indicano come, dove, quando il rifiuto è stato recuperato o smaltito (registri di carico e scarico, formulari etc).

#### *Limitazione della produzione dei rumori*

E' necessario preliminarmente individuare le principali sorgenti di rumori e vibrazioni (comprese sorgenti casuali) e le più vicine posizioni sensibili al rumore. Al fine di limitare i rumori è necessario acquisire, per ogni sorgente principale di rumore, le seguenti informazioni :

- posizione della macchina nella planimetria dell'impianto
- funzionamento (continuo, intermittente, fisso o mobile)
- ore di funzionamento
- tipo di rumore
- contributo al rumore complessivo dell'ambiente

E' anche necessario eseguire campagne di misure e mappare i livelli di rumore nell'ambiente.

Dopo l'acquisizione di tutte le informazioni necessarie vanno individuati i provvedimenti da attuare. Tutte le macchine devono essere messe a norma e devono essere dotate di sistemi di abbattimento dei rumori, in particolare i trituratori primari. I livelli sonori medi sulle 8 ore del turno lavorativo non devono superare gli 80 dB (A) misurate alla quota di 1,6 m dal suolo e a distanza di 1 m da ogni apparecchiatura.

Le macchine che superano i limiti previsti dalle norme devono essere insonorizzate. All'esterno dei capannoni devono essere verificati livelli di rumore inferiori a quelli ammessi dalla zonizzazione comunale, normalmente inferiori a 60 dB.

#### *Limitazione delle infestazioni*

La buona conduzione degli impianti rappresenta la prima condizione per la riduzione del pericolo di infestazioni da insetti e roditori. La gestione dell'impianto deve prevedere campagne di disinfezione e disinfestazione con frequenza adeguata all'incidenza dei casi riscontrata.

Possono essere previsti sistemi automatici di disinfezione e/o disinfestazione, nelle ore notturne, con irrorazione di prodotti abbattenti per insetti (mosche) in particolare sulle aree di ricezione e sulle

fosse rifiuti. Occorre comunque verificare che i prodotti usati non compromettano la qualità dei prodotti recuperati.

Possono essere, inoltre, usati dispositivi di cattura e distruzione degli insetti (di tipo a scarica elettrica o altri) usati secondo le norme di sicurezza.

## **E.5 Migliori tecniche e tecnologie per gli impianti di trattamento di apparecchiature elettriche ed elettroniche**

Rispetto alle piattaforme per il trattamento delle altre tipologie di flussi di rifiuti urbani, le piattaforme per le apparecchiature elettriche e elettroniche dismesse, a causa del loro contenuto in componenti e sostanze pericolose, richiedono una maggiore attenzione ai criteri di protezione ambientale che devono essere applicati sia dal punto di vista impiantistico che gestionale.

Di seguito vengono indicate le migliori tecniche ritenute le più idonee per gli impianti di trattamento delle diverse tipologie di R.A.E.E.

### **E.5.1 Principi generali**

Le aree di localizzazione degli impianti devono essere scelte secondo criteri che privilegiano zone per insediamenti industriali ed artigianali, zone industriali o di servizi dismesse individuate dalle Regioni, in accordo ai requisiti di compatibilità ambientale e in base alla disponibilità di raccordi e/o scali ferroviari e di reti autostradali di scorrimento urbano con facilità di accesso da parte di carri ferroviari e automezzi pesanti. Il centro deve essere delimitato con idonea recinzione lungo tutto il suo perimetro. Norme di buona pratica ambientale suggeriscono la predisposizione di un'adeguata barriera esterna di protezione, in genere realizzata con siepi, alberature e schermi mobili, atti a minimizzare l'impatto visivo dell'impianto. Dovrebbe, inoltre, essere garantita la manutenzione nel tempo di detta barriera di protezione ambientale.

In generale un impianto di trattamento per R.A.E.E. deve essere opportunamente attrezzato per trattare lo specifico flusso di apparecchiature dismesse, identificare e gestire le componenti pericolose che devono essere rimosse preventivamente alla fase di trattamento.

L'impianto deve garantire la presenza di personale qualificato ed adeguatamente addestrato nel gestire gli specifici rifiuti evitando rilasci nell'ambiente nonché sulla sicurezza e sulle procedure di emergenza in caso di incidenti.

L'impianto deve prevedere procedure per monitorare, controllare e intervenire nel caso di rilasci di sostanze pericolose o altre emergenze (ad esempio incendi).

A chiusura dell'impianto deve essere previsto un piano di ripristino al fine di garantire la fruibilità del sito in coerenza con la destinazione urbanistica dell'area.

L'autorizzazione deve contenere la capacità di processo, in particolare per quanto riguarda i rifiuti pericolosi in modo da garantire che la capacità di stoccaggio non venga superata e i rischi per l'ambiente o per la salute siano minimizzati.

### **E.5.2 Organizzazione e dotazioni dell'impianto**

Nell'impianto devono essere distinte le aree di stoccaggio dei rifiuti in ingresso da quelle utilizzate per lo stoccaggio dei rifiuti in uscita e dei materiali da avviare a recupero.

L'impianto deve essere organizzato in specifici settori corrispondenti, per quanto applicabile, alle rispettive fasi di trattamento:

- a) Settore di conferimento e stoccaggio dei RAEE dismessi
- b) Settore di messa in sicurezza
- c) Settore di smontaggio dei pezzi riutilizzabili
- d) Settore frantumazione delle carcasse
- e) Settore stoccaggio delle componenti ambientalmente critiche
- f) Settore di stoccaggio dei componenti e dei materiali recuperabili
- g) Settore di stoccaggio dei rifiuti non recuperabili risultanti dalle operazioni di trattamento da destinarsi allo smaltimento.

L'impianto deve essere dotato di:

- bilance per misurare il peso dei rifiuti trattati;
- adeguato sistema di canalizzazione a difesa dalle acque meteoriche esterne;
- adeguato sistema di raccolta ed allontanamento delle acque meteoriche con separatore delle acque di prima pioggia, da avviare all'impianto di trattamento;
- adeguato sistema di raccolta dei reflui; in caso di stoccaggio di rifiuti che contengono sostanze oleose, deve essere garantita la presenza di decantatori e di detersivi-sgrassanti;
- superfici resistenti all'attacco chimico dei rifiuti;
- copertura resistente alle intemperie per le aree di conferimento, di messa in sicurezza, di stoccaggio delle componenti ambientalmente critiche e dei pezzi smontati e dei materiali destinati al recupero.

I settori di conferimento e stoccaggio dei RAEE dismessi, di messa in sicurezza e di stoccaggio delle componenti ambientalmente critiche devono essere provvisti di superfici impermeabili con una pendenza tale da convogliare gli eventuali liquidi in apposite canalette e in pozzetti di raccolta;

L'area di conferimento deve avere dimensioni tali da consentire un'agevole movimentazione dei mezzi e delle attrezzature in ingresso ed in uscita.

Gli impianti di trattamento di apparecchiature contenenti sostanze lesive dell'ozono stratosferico devono rispettare i requisiti previsti dal decreto ministeriale 20 settembre 2002, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana del 1 ottobre 2002, n. 230.

### **E.5.3 Modalità di gestione: criteri generali**

#### ***Modalità di raccolta e conferimento***

La raccolta delle R.A.E.E. da sottoporre ad operazioni di trattamento è una fase molto delicata e richiede, pertanto, qualche forma di protezione del bene dismesso durante il trasporto dello stesso fino al punto in cui dovrà essere trattato. La mancata protezione, infatti, può vanificare completamente l'operazione di recupero sia del componente - che può essere danneggiato da manovre non corrette - sia del materiale - che può essere perduto durante il trasporto (si pensi agli oli e ai CFC dei circuiti frigoriferi). Attualmente si valuta che circa il 35% dei frigoriferi domestici dismessi che giungono all'impianto di trattamento, vi pervengono senza più fluido frigorifero nel relativo circuito.

E', pertanto, opportuno prevedere raccomandazioni specifiche per le operazioni di conferimento ai centri di raccolta e di invio successivo a quelli di recupero.

I produttori delle apparecchiature devono fornire alle piattaforme adeguate informazioni che illustrino le misure da applicare per il trasporto e il conferimento.

In particolare, la raccolta dei RAEE, da sottoporre ad operazioni di trattamento, deve essere effettuata adottando criteri che garantiscano la protezione delle apparecchiature dismesse durante il trasporto.

Le apparecchiature non devono subire danneggiamenti che possano causare il rilascio di sostanze inquinanti o pericolose per l'ambiente o compromettere le successive operazioni di recupero.

Al fine di garantire che la movimentazione all'interno dell'impianto avvenga senza rischi di rottura dei circuiti frigoriferi o dei tubi catodici presenti nelle apparecchiature devono essere:

- scelte idonee apparecchiature di sollevamento escludendo l'impiego di apparecchiature tipo ragno
- rimosse eventuali sostanze residue
- assicurata la chiusura degli sportelli e fissate le parti mobili
- mantenuta l'integrità della tenuta nei confronti dei liquidi o dei gas contenuti nei circuiti.

### ***Gestione dei rifiuti in ingresso***

E' necessaria la conoscenza dello specifico flusso di rifiuti in ingresso, della composizione merceologica e chimica e delle caratteristiche fisiche (dimensioni, contenuto in sostanze e componenti pericolose, localizzazione delle sostanze e delle componenti pericolose, ecc).

Un rivelatore di radioattività in ingresso all'impianto dovrà consentire di individuare materiali radioattivi eventualmente presenti tra i rifiuti.

Per migliorare il controllo di qualità dei rifiuti in ingresso è importante acquisire informazioni dettagliate dai produttori sulle caratteristiche chimiche dei rifiuti da trattare, i diversi componenti e materiali delle AEE, in particolare per quanto attiene il contenuto di sostanze pericolose, nonché il punto in cui le sostanze e i preparati pericolosi si trovano nelle AEE.

I produttori dovrebbero predisporre veri e propri manuali per la messa in sicurezza dei componenti contenenti sostanze pericolose, schede tecniche per il disassemblaggio da mettere a disposizione degli impianti di trattamento, per facilitare la selezione dei componenti in materiale plastico, identificare componente per componente i materiali polimerici; dovrebbero, inoltre, fornire un elenco, per tipologia di apparecchiatura prodotta, dei componenti cui è attribuita una funzione di sicurezza.

### ***Criteri per lo stoccaggio dei rifiuti***

I rifiuti da recuperare devono essere stoccati separatamente dai rifiuti destinati allo smaltimento e da quelli destinati ad ulteriori operazioni di recupero da effettuarsi presso altri stabilimenti. Lo stoccaggio dei rifiuti e delle parti smontate deve essere realizzato in modo da non modificare le caratteristiche del rifiuto compromettendone il successivo recupero.

I recipienti fissi e mobili, comprese le vasche ed i bacini utilizzati per lo stoccaggio dei rifiuti devono possedere adeguati requisiti di resistenza in relazione alle proprietà chimico - fisiche ed alle caratteristiche di pericolosità dei rifiuti stessi.

I serbatoi contenenti i rifiuti liquidi pericolosi devono essere provvisti di opportuni dispositivi antitraboccamento, e di dispositivi di contenimento.

I contenitori dei fluidi volatili devono essere a tenuta stagna e mantenuti in condizioni di temperatura controllata.

Se lo stoccaggio dei rifiuti pericolosi avviene in recipienti mobili questi devono essere provvisti di:

- idonee chiusure per impedire la fuoriuscita del rifiuto stoccato;
- dispositivi atti ad effettuare in condizioni di sicurezza le operazioni di riempimento e svuotamento;
- mezzi di presa per rendere sicure ed agevoli le operazioni di movimentazione.

Sui recipienti fissi e mobili deve essere apposta idonea etichettatura con l'indicazione del rifiuto stoccato.

Lo stoccaggio del CFC e degli HCFC deve avvenire in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente.

Lo stoccaggio degli oli usati deve essere realizzato in conformità con quanto previsto dal D.Lgs. n.95/92 e sue modificazioni e dal DM 16 maggio 1996, n.392.

Lo stoccaggio di pile e condensatori contenenti PCB e di altri rifiuti contenenti sostanze pericolose o radioattive deve avvenire in container adeguati nel rispetto delle norme che disciplinano il deposito delle sostanze pericolose in essi contenute.

La movimentazione e lo stoccaggio delle apparecchiature e dei rifiuti da esse derivanti deve avvenire in modo che sia evitata ogni contaminazione del suolo e dei corpi ricettori superficiali e/o profondi.

Devono essere adottate tutte le cautele per impedire la formazione degli odori e la dispersione di aerosol e di polveri.

Il settore di stoccaggio delle apparecchiature dismesse deve essere organizzato in aree distinte per ciascuna tipologia di apparecchiatura. Nel caso di apparecchiature contenenti sostanze pericolose, tali aree devono essere contrassegnate idonea cartellonistica, ben visibile per dimensioni e

collocazione, indicanti le norme per il comportamento, la manipolazione dei rifiuti, il contenimento dei rischi per la salute dell'uomo e per l'ambiente.

Nell'area di stoccaggio delle apparecchiature dismesse si devono adottare procedure per evitare di accatastare le apparecchiature senza opportune misure di sicurezza per gli operatori e per l'integrità delle stesse apparecchiature.

#### *Il ciclo di gestione dei R.A.E.E.*

Il ciclo di gestione dei R.A.E.E. comprende le seguenti attività: pretrattamento e messa in sicurezza, smontaggio di parti e componenti ai fini del reimpiego, recupero di materiali ed energia, smaltimento dei rifiuti non recuperabili. E' opportuno che le operazioni di trattamento (pretrattamento e messa in sicurezza, smontaggio, frantumazione e selezione dei materiali recuperabili) avvengano in un locale chiuso.

#### 1. Pretrattamento e messa in sicurezza dei R.A.E.E.

L'attività consiste nel complesso delle operazioni necessarie a rendere l'apparecchiatura ambientalmente sicura e pronta per le operazioni successive.

Il pretrattamento è finalizzato a:

- la separazione parti mobili;
- il recupero sostanze/materiali/parti pericolose (ad esempio CFC dai circuiti, dall'olio, condensatori, tubi catodici)
- la preparazione per le fasi di smontaggio.

La messa in sicurezza deve comprendere, preventivamente, la rimozione di tutti i fluidi e delle seguenti sostanze, preparati e componenti:

- Condensatori contenenti difenili policlorurati (PCB),
- Componenti contenenti mercurio, come gli interruttori o i retroilluminatori
- Pile
- Circuiti stampati dei telefoni mobili in generale e di altri dispositivi se la superficie del circuito stampato è superiore a 10 cm<sup>2</sup>
- Cartucce di toner, liquido e in polvere, e di toner di colore
- Plastica contenente ritardanti di fiamma bromurati
- Rifiuti di amianto e componenti che contengono amianto
- Tubi catodici
- Clorofluorocarburi (CFC), idroclorofluorocarburi (HCFC), idrofluorocarburi (HFC) o idrocarburi (HC)
- Lampade a scarica
- Schermi a cristalli liquidi (se del caso con il rivestimento) di superficie superiore a 100 cm<sup>2</sup> e tutti quelli retroilluminati mediante lampade a scarica
- Cavi elettrici esterni
- Componenti contenenti fibre ceramiche refrattarie descritte nella direttiva 97/69/CE della Commissione, del 5 dicembre 1997, recante adeguamento al progresso tecnico della direttiva 67/548/CEE del Consiglio relativa alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose
- Componenti contenenti sostanze radioattive, fatta eccezione per i componenti che sono al di sotto delle soglie di esenzione previste dall'articolo 3 e dall'allegato I della direttiva 96/29/Euratom del Consiglio, del 13 maggio 1996, che stabilisce le norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i pericoli derivanti dalle radiazioni ionizzanti
- Condensatori elettrolitici contenenti sostanze potenzialmente pericolose (altezza > 25mm, diametro > 25 mm o proporzionalmente simili in volume)

Nell'eseguire le operazioni di messa in sicurezza si deve avere presente come trattare i seguenti materiali:

- **Sostanze che riducono l'ozono (ODS):** Dal 1° gennaio 2002 è obbligatorio recuperare tutti gli ODS utilizzati nelle apparecchiature domestiche di refrigerazione (durante interventi di assistenza e manutenzione delle apparecchiature, oppure prima di smontarle o smaltirle) al fine di consentire l'utilizzo di una tecnologia sicura ed ecologica o, meglio ancora, riciclati. I gas refrigeranti CFC si trovano nei circuiti di raffreddamento di frigoriferi, congelatori, condizionatori d'aria, raffreddatori d'acqua, pompe di calore e deumidificatori. I CFC sono presenti anche nella schiuma isolante dei pannelli di frigoriferi e congelatori, negli imballaggi, negli aerosol e negli agenti sgrassanti. I principali obiettivi di tutti i programmi per la raccolta e il trattamento delle apparecchiature refrigeranti di scarto devono essere il recupero senza alcuna perdita e la conseguente distruzione dei CFC. A tale scopo, è fondamentale eseguire le giuste operazioni di raccolta e stoccaggio prima che le apparecchiature vengano sottoposte alle effettive operazioni di riciclaggio, così come descritto nel paragrafo E.6.5. Nei congelatori e nei frigoriferi domestici, di norma, i CFC provengono essenzialmente da due fonti. Circa 150 g di CFC (vale a dire quasi 1/3 del contenuto totale di CFC) si trovano nel circuito di raffreddamento, mentre 300-400 g di CFC (2/3 del totale) sono racchiusi nella schiuma di poliuretano utilizzata per isolare termicamente l'unità. Il riciclaggio completo dell'apparecchiatura comporta necessariamente il trattamento sia del circuito di raffreddamento che della schiuma isolante. L'applicazione delle rigorose norme sulle operazioni di recupero degli ODS è fondamentale per la riuscita dell'attività: le norme richiedono operatori qualificati, rintracciabilità dei risultati, soluzioni specifiche laddove possibile.
- **Prodotti contenenti Bifenili Policlorurati (pcb) e metalli pesanti**  
Il problema principale, nei prodotti costituiti in prevalenza da metalli, consiste nel separare i metalli preziosi dalle sostanze pericolose quali i PCB (bifenili policlorurati) e i metalli pesanti. Alcune apparecchiature presentano componenti, elettrici come ad esempio i condensatori, che contengono PCB. E' il caso di frigoriferi, congelatori, lavatrici, forni a microonde, televisori, unità di riscaldamento e raffreddamento, apparecchiature elettroniche. La frantumazione di tali prodotti può generare rifiuti contaminati da PCB. I condensatori, vanno, pertanto, preventivamente smontati; durante lo smontaggio vi è il rischio di scosse elettriche, nonché di cauterizzazione se le sostanze liquide dei PCB entrano a contatto con la pelle o con altri organi. Inoltre, il processo di separazione dei metalli produce polvere metallica fine - contenente oro, alluminio, rame e ferro - che può mettere a rischio la salute degli operatori. Le operazioni vanno, quindi, effettuate da personale specializzato appositamente addestrato.
- **Tubi catodici (CTR)**  
Il vetro frontale dei tubi catodici contiene metalli pesanti quali bario, stronzio, zirconio, mentre nella parte a imbuto vi è una forte presenza di piombo; le parti vanno, quindi, separate e sottoposte a trattamento specifico. Il tubo fluorescente deve essere rimosso in speciali condizioni igieniche per evitare ogni contatto con la pelle, mentre si manipola il bario occorre evitare l'inalazione della polvere. E' necessario rimuovere il rivestimento fluorescente nonché il mercurio delle lampade a scarica. La manipolazione dei CRT può causare rischi di implosione. Pertanto, è necessario proteggere volto e collo, coprire mani e arterie con guanti speciali, proteggere stomaco e fianchi con un grembiule pesante, indossare stivali stabili.
- **Plastiche contenenti ritardanti di fiamma bromurati**  
Garantiscono una protezione antincendio delle apparecchiature e vengono usati essenzialmente nei circuiti stampati o in componenti quali connettori, coperture di plastica e

cavi (di televisori ed elettrodomestici per la cucina, ad esempio). Lo smaltimento di questi materiali deve essere adeguato alla loro composizione.

## 2. Smontaggio di parti e componenti per il loro reimpiego

Lo smontaggio rappresenta il complesso delle operazioni di disassemblaggio dell'apparecchiatura in parti elementari; tale fase consente il recupero di interi sistemi/componenti che possono essere riutilizzati.

L'operazione può essere effettuata manualmente, meccanicamente o con una combinazione dei due metodi.

La fase di smontaggio richiede una definizione attenta di procedure al fine di garantire la possibilità sia dell'utilizzo di componenti come ricambi sia il recupero dei componenti laddove sia verificata la fattibilità tecnico economica dell'operazione.

Nella rimozione di componenti o materiali contenenti sostanze pericolose devono essere adottate tutte le cautele per impedire contaminazioni ambientali e rischio per gli operatori.

Al fine di garantire elevati livelli di recupero di componenti e materiali ed il trattamento corretto di quelli pericolosi, i produttori di apparecchiature elettriche ed elettroniche devono mettere a disposizione dei centri di trattamento tutte le informazioni necessarie ad effettuare in maniera ottimale lo smontaggio.

E', inoltre, necessario evitare l'effettuazione di operazioni preliminari di smontaggio parziale, in quanto potrebbero risultare controproducenti per il corretto svolgimento delle fasi successive.

L'operazione di recupero del componente richiede, inoltre, molta esperienza da parte dell'operatore che deve essere stato appositamente addestrato per tale attività.

Ai fini del recupero, è necessario effettuare un test di qualificazione del componente in funzione dell'impiego previsto e in accordo al relativo livello di qualità richiesto. Ove esistenti è raccomandabile attenersi agli standard forniti dai produttori.

Le suddette operazioni devono consentire la costituzione di una forma di garanzia sulla durata di vita residua per il componente recuperato.

### **E.5.3.1 Limitazione delle emissioni**

Gli impianti di trattamento dei R.A.E.E. devono essere gestiti in modo tale da evitare ogni contaminazione del suolo e dei corpi ricettori superficiali e/o profondi. Devono essere adottate tutte le cautele per impedire il rilascio di fluidi pericolosi, la formazione degli odori e la dispersione di aerosol e di polveri; nel caso di formazione di emissioni gassose e/o polveri l'impianto, deve essere fornito di idoneo sistema di captazione ed abbattimento delle stesse.

Non si devono, inoltre, produrre condizioni dannose alla salute negli ambienti di lavoro

#### *Limitazione delle emissioni liquide*

Al fine di limitare le emissioni liquide, l'impianto, così come descritto al punto E.6.2, deve essere dotato di:

- adeguato sistema di canalizzazione a difesa dalle acque meteoriche esterne;
- adeguato sistema di raccolta ed allontanamento delle acque meteoriche con separatore delle acque di prima pioggia, da avviare all'impianto di trattamento;
- sostanze adsorbenti appositamente stoccate nella zona adibita ai servizi dell'impianto da utilizzare in caso di perdite accidentali di liquidi dalle aree di conferimento, stoccaggio, trattamento; in caso di trattamento di R.A.E.E. contenenti sostanze oleose deve essere garantita la presenza di detersivi-sgrassanti.

Le acque di lavaggio delle aree di accumulo di rifiuti devono essere raccolte in un sistema fognario indipendente da quello delle acque meteoriche e inviate a depurazione in loco o a opportuni serbatoi o vasche di stoccaggio provvisorio, provvisti di bacino di contenimento a norma di legge, per il successivo invio ad un impianto di depurazione centralizzato.

I trattamenti da adottare devono essere individuati in relazione alle caratteristiche qualitative dei reflui.

Le acque di prima pioggia (corrispondenti ai primi 5 mm di precipitazione) cadenti sulle superfici coperte e sulle superfici scoperte e impermeabilizzate all'interno della recinzione dell'impianto devono essere raccolte in apposite vasche e inviate a depurazione dopo l'analisi degli inquinanti contenuti.

Le acque provenienti dai servizi sanitari devono essere inviate all'impianto di depurazione centralizzato o depurate in loco, nel rispetto della normativa vigente.

#### ***Limitazione delle emissioni di polveri***

Le emissioni di polveri sono prodotte dalle attività di demolizione e frantumazione delle carcasse bonificate e dal trattamento di messa in sicurezza di alcune specifiche tipologie di R.A.E.E. (ad es. tubi catodici). Al fine di limitare tali emissioni devono essere previsti:

- ricambi d'aria degli ambienti chiusi in cui si svolgono le operazioni di trattamento
- sistemi di aspirazione concentrata (cappe collocate su salti nastro, tramogge di carico e scarico, vagli, copertura con appositi carter di macchine e nastri, ecc)

Deve essere, inoltre, assicurato un numero di ricambi d'aria adeguato alla intensità delle emissioni ed alla presenza di operatori all'interno del capannone, variabile da 1 a 4.

L'aria aspirata con entrambi i sistemi deve essere trattata con filtri a tessuto aventi caratteristiche tali da assicurare un'efficienza di abbattimento pari ad almeno il 98% delle emissioni in ingresso; in ogni modo devono essere definiti:

- tipo di tessuto (polipropilene o feltro poliestere)
- max velocità di attraversamento

Va, inoltre, prevista:

- la pulizia automatica delle maniche
- l'evacuazione delle polveri tramite contenitori a tenuta
- la caratterizzazione delle polveri raccolte al fine di individuare le modalità di smaltimento più adeguate.

I liquidi usati negli scrubbers devono essere monitorati per assicurare il corretto funzionamento (pH, concentrazioni, ricambio dei reagenti, etc).

#### ***Limitazione delle emissioni di sostanze lesive dell'ozono stratosferico***

Gli impianti devono essere costruiti e gestiti in modo che, nelle fasi di triturazione delle apparecchiature fuori uso, le emissioni non superino in tutte le condizioni di esercizio i seguenti valori di emissione (riferiti al volume di effluente gassoso secco rapportato alle condizioni normali di 273 K e 101.3 k Pa):

- a) 25 g/h CFC e HCFC;
- b) 5 mg/Nm<sup>3</sup> per le polveri;
- c) 100 mg/Nm<sup>3</sup> per il pentano (dove applicabile).

#### ***Limitazione della produzione dei rumori***

E' necessario preliminarmente individuare le principali sorgenti di rumori e vibrazioni (comprese sorgenti casuali) e le più vicine posizioni sensibili al rumore. Al fine di limitare i rumori è necessario acquisire, per ogni sorgente principale di rumore, le seguenti informazioni :

- posizione della macchina nella planimetria dell'impianto
- funzionamento (continuo, intermittente, fisso o mobile)
- ore di funzionamento
- tipo di rumore

- contributo al rumore complessivo dell'ambiente

Dopo l'acquisizione, attraverso opportune campagne di misura, di tutte le informazioni, necessarie a determinare il livelli di rumore, vanno individuati i provvedimenti da attuare. Tutte le macchine devono essere messe a norma e devono essere dotate di sistemi di abbattimento dei rumori, in particolare i tritadori primari. I livelli sonori medi sulle 8 ore del turno lavorativo non devono superare gli 80 dB (A) misurate alla quota di 1,6 m dal suolo e a distanza di 1 m da ogni apparecchiatura.

Le macchine che superano i limiti previsti dalle norme devono essere insonorizzate. All'esterno dei capannoni devono essere verificati livelli di rumore inferiori a quelli ammessi dalla zonizzazione comunale, normalmente inferiori a 60 dB.

#### ***Limitazione della produzione dei rifiuti***

Gli impianti di trattamento R.A.E.E. producono a loro volta scarti del trattamento, per la maggior parte rappresentati da rifiuti non recuperabili. Occorre limitare la quantità di questi rifiuti, tenendo presente che occorre trovare un punto di equilibrio tra la necessità di ottenere materiali rispondenti a specifici standard di qualità più facilmente allocabili sul mercato e l'efficienza dell'impianto in termini di rendimento di separazione e di recupero. Va evidenziato che piccoli incrementi di qualità dei materiali possono richiedere l'utilizzo di apparecchiature più complesse, aumentando i costi di trattamento ed i consumi di energia.

La frazione di rifiuto derivante dal trattamento dei R.A.E.E. da avviare a smaltimento deve essere ridotta al minimo tecnicamente fattibile (generalmente è possibile ottenere frazioni inferiori al 10% in peso). Il rifiuto, se contenente sostanze pericolose, deve essere inertizzato mediante trattamenti adeguati; questi, fra l'altro, possono determinare un aumento in peso e/o in volume. I rifiuti prodotti dalle attività di messa in sicurezza e trattamento devono essere avviati a trattamento secondo le disposizioni previste dalla normativa vigente.

Di norma, si deve privilegiare l'adozione di trattamenti e/o condizioni operative che favoriscano il possibile recupero dei residui. Ove possibile, bisogna prevedere l'installazione di sistemi di trattamento in loco (integrati o meno nel processo principale) dei residui ai fini del loro recupero e/o smaltimento.

### **E.5.4 Trattamento di specifiche tipologie di apparecchiature elettriche ed elettroniche: requisiti minimi**

#### **E.5.4.1 Trattamento dei televisori e monitors**

Le operazioni per la **messa in sicurezza** delle apparecchiature consistono in:

- rimozione carcassa;
- rottura del tubo catodico;
- separazione tubo catodico e coltetto induttivo.

E' di fondamentale importanza che i tubi catodici vengano estratti in modo controllato, al fine di evitare rotture premature e che, successivamente, la rottura degli stessi avvenga in simultanea al recupero delle polveri pericolose mediante impiego di tecnologie che assicurino che le concentrazioni di metalli pesanti residui nell'atmosfera del tubo non superino i 10 ppm. Infine, tutte le componenti ambientalmente critiche, in quanto contenenti sostanze pericolose, devono essere avviate al relativo settore di stoccaggio.

Le operazioni ai fini del reimpiego di materiali e componenti consistono in:

- separazione piastre;
- separazione cavetteria
- separazione telaio;
- cernita e collaudo dei componenti recuperabili.

Secondo il D.Lgs.151/2005, entro il 31 dicembre 2006 l'obiettivo minimo di reimpiego e riciclaggio di componenti, materiali e sostanze, deve essere pari al 65 % in peso medio per apparecchio.

Le operazioni finalizzate al recupero di materiali ed energia attengono a:

- frantumazione piastre;
- separazione metalli ferrosi e non ferrosi;
- separazione plastiche;
- separazione legno;
- trattamento tubo catodico per bonifica vetri e recupero polveri contenenti sostanze pericolose;
- separazione del materiale a contenuto energetico utilizzabile;
- separazione materiali non recuperabili;
- recupero energia in loco o presso altri impianti.

Le operazioni di smaltimento interessano solo accumulatori non recuperabili, polveri tossiche (da tubo catodico) e altre frazioni non recuperabili.

Nella tabella seguente è riportato l'attuale bilancio di massa per il recupero di televisori e monitors e gli obiettivi futuri.

Tabella 11: Bilancio di massa per recupero televisori e monitors

		% in peso	Obiettivi D.Lgs.151/2005
<b>COMPOSIZIONE</b>			
	Metalli ferrosi	8	
	Alluminio	1	
	Rame	4	
	Plastiche	16	
	Vetro	65	
	Assemblaggi elettronici	3	
	Altro	3	
	<b>Totale</b>	<b>100</b>	
<b>RECUPERO TEORICO</b>	di materiale	78	
	di energia	16	
	<b>Totale</b>	<b>94</b>	75*
<b>REIMPIEGO E RICICLAGGIO</b>			65*

\* % in peso medio per apparecchio

#### E.5.4.2 Trattamento dei computers (eccetto il monitor)

Le operazioni di **messa in sicurezza** consistono in:

- rimozione carcassa;
- rimozione condensatori con PCB (eventuali);
- rimozione relè a mercurio.

Le operazioni finalizzate al **reimpiego di componenti e materiali** sono:

- separazione piastre;
- separazione cavetteria;
- separazione telaio;
- cernita e collaudo dei componenti da piastre (circuiti integrati).

Secondo il D.Lgs. 151/05 entro il 31 dicembre 2006 l'obiettivo minimo di reimpiego e riciclaggio di componenti, materiali e sostanze, deve essere pari al 65 % in peso medio per apparecchio.

Le operazioni atte al recupero di materiali ed energia attengono a:

- macinazione schede;
- separazione metalli ferrosi da ceneri;
- separazioni metalli non ferrosi da ceneri;
- separazione del materiale a contenuto energetico utilizzabile;
- separazione materiali non recuperabili;
- separazione soluzioni acide;
- recupero energia in loco o presso altri impianti.

Le operazioni di smaltimento deve interessare solo accumulatori non recuperabili, interruttori a mercurio, soluzioni di trattamento e altre frazioni non recuperabili.

Nella tabella che segue è riportato l'attuale bilancio di massa per il recupero di personal computer e gli obiettivi futuri. Si ricorda che gli obiettivi della direttiva sui R.A.E.E. attengono allo smaltimento dei computer inclusi i monitor.

Tabella 12: Bilancio di massa per recupero computer (eccetto i monitor)

		% in peso	Obiettivi D.Lgs.151/05
<b>COMPOSIZIONE</b>			
	Metalli ferrosi	29	
	Alluminio	6	
	Rame	2	
	Metalli non ferrosi	5	
	Gomme	1	
	Materiale ceramico	1	
	Plastiche	40	
	Assemblaggi elettronici	5	
	Altro	11	
	<b>Totale</b>	<b>100</b>	
<b>RECUPERO TEORICO</b>	di materiale	53	
	di energia	39	
	<b>Totale</b>	<b>92</b>	75*
<b>REIMPIEGO E RICICLAGGIO</b>			65*

\*Per apparecchiature informatiche e per telecomunicazioni, ivi inclusi anche i monitors dei PC.

#### E.5.4.3 Trattamento di lavatrici e lavastoviglie

Le operazioni di **messa in sicurezza** attengono alla separazione di parti mobili e di eventuali condensatori con PCB. Tutte le componenti ambientalmente critiche dovranno essere avviate al relativo settore di stoccaggio.

Ai fini del reimpiego di componenti e materiali sarà necessario:

- separare cavi e parti in PVC;
- separare le parti elettriche;
- separare pompe e motori;
- separare il cestello;
- separare il contrappeso in cemento;
- controllare e collaudare i componenti recuperabili (motore, contrappeso, pompa, timer, componenti da piastre).

Secondo il D.Lgs. 151/05 entro il 31 dicembre 2006 l'obiettivo minimo di reimpiego e riciclaggio di componenti, materiali e sostanze, è pari al 75 % in peso medio per apparecchio.

Le operazioni finalizzate del recupero attengono a:

- frantumazione della carcassa;
- separazione di metalli ferrosi e non ferrosi;
- separazione plastiche;
- separazione del materiale a contenuto energetico utilizzabile;
- separazione materiali non recuperabili;
- recupero di energia in loco o presso altri impianti.

Lo stoccaggio dei composti organoalogenati deve avvenire in appositi contenitori protetti dai raggi solari ed in grado di garantire la corretta conservazione dei rifiuti.

Le operazioni di smaltimento devono interessare solo i condensatori con eventuali PCB e altre frazioni non recuperabili.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i bilanci di massa relative rispettivamente al recupero di lavatrici e lavastoviglie.

Tabella 13: Bilancio di massa per recupero lavatrici

		% in peso	Obiettivi D.Lgs.151/05
<b>COMPOSIZIONE</b>			
	Acciaio	7	
	Acciaio	28	
	Acciaio inox	10	
	Ghisa	11	
	Alluminio	3	
	Rame	1	
	Plastica	5	
	Gomma	3	
	Vetro	2	
	Legno e	4	
	Calcestruzzo	22*	
	Altro	4	
	<b>Totale</b>	<b>100</b>	
<b>RECUPERO TEORICO</b>	di materiale	84	
	di energia	12	
	<b>Totale</b>	<b>96</b>	80
<b>REIMPIEGO E RICICLAGGIO</b>			75

(\*) Recuperabilità del contrappeso da valutare caso per caso.

Tabella 14: Bilancio di massa per recupero lavastoviglie

		% in peso	Obiettivi D.Lgs.151/05
<b>COMPOSIZIONE</b>			
	Acciaio	28	
	Acciaio zincato	17	
	Acciaio inox	17	
	Catrame	12	
	Rame	2	
	Plastica	12	

		% in peso	Obiettivi D.Lgs.151/05
	Gomma	2	
	Legno e plastica	6	
	Altro	4	
	<b>Totale</b>	<b>100</b>	
<b>RECUPERO TEORICO</b>			
	di materiale	70	
	di energia	25	
	<b>Totale</b>	<b>95</b>	80
<b>REIMPIEGO E RICICLAGGIO</b>			75

#### E.5.5 Requisiti minimi per le operazioni di trattamento di apparecchiature dismesse contenenti sostanze lesive dell'ozono stratosferico

Le apparecchiature dismesse contenenti sostanze lesive dell'ozono stratosferico (frigoriferi, congelatori, surgelatori, condizionatori d'aria e pompe di calore contenenti sostanze lesive nel circuito frigorifero ovvero nelle schiume poliuretatiche isolanti, classificati come rifiuti pericolosi mediante i codici 16 02 11\* e 20 01 23\*) devono essere sottoposte a specifiche operazioni di trattamento.

Di seguito vengono indicate le tecniche ritenute più idonee per il loro trattamento ai fini della prevenzione delle emissioni in atmosfera delle sostanze lesive.

##### Principi generali

L'obiettivo principale di un sistema di raccolta e trattamento di apparecchiature contenenti sostanze lesive dell'ozono stratosferico deve essere l'assenza di perdite e il successivo smaltimento dei CFC e delle altre sostanze che danneggiano l'ozono stratosferico elencate nel Regolamento (CE) n. 2037/2000.

Nei congelatori e nei frigoriferi domestici i CFC sono contenuti nel circuito di raffreddamento (150g circa 1/3 del totale) e nelle schiume poliuretatiche (300-400 g, circa 2/3 del totale).

Gli impianti devono essere costruiti e gestiti in modo che, nelle fasi di triturazione delle apparecchiature fuori uso, le emissioni non superino in tutte le condizioni di esercizio dell'impianto i seguenti valori di emissione (riferiti al volume di effluente gassoso secco rapportato alle condizioni normali di 273 K e 101.3 k Pa):

- d) 25 g/h CFC e HCFC;
- e) 5 mg/Nm<sup>3</sup> per le polveri;
- f) 100 mg/Nm<sup>3</sup> per il pentano (dove applicabile).

Il contenuto residuo di sostanze lesive nelle schiume poliuretatiche degasate dopo il trattamento deve essere inferiore o uguale allo 0,5% in peso delle stesse schiume.

Per la verifica dei valori di emissione devono essere utilizzati i metodi di campionamento, analisi e valutazione delle emissioni fissati dalla parte V del D.Lgs 152/2006. Gli impianti devono essere dotati di apposita strumentazione che effettua il campionamento e l'analisi in continuo delle sostanze lesive emesse. Per gli altri inquinanti i controlli devono avvenire con frequenza giornaliera. Per l'analisi delle sostanze lesive contenute nelle schiume degasate può essere utilizzato il metodo IRSA-CNR: "Metodi analitici per i fanghi (64) - Vol. 3 parametri chimico fisici" del 1990, concordato con l'autorità competente per i controlli.

### Dotazioni minime dell'impianto

L'impianto per il recupero delle sostanze lesive dalle apparecchiature fuori uso è composto da:

1. una o più linee di estrazione delle sostanze lesive dai circuiti frigoriferi;
2. impianto di triturazione in ambiente controllato delle schiume poliuretatiche isolanti contenute nelle apparecchiature fuori uso;
3. strumentazione per il monitoraggio in continuo delle emissioni in atmosfera delle sostanze lesive;
4. aree di stoccaggio dei fluidi refrigeranti e dei gas espandenti recuperati dalle apparecchiature fuori uso.

### Modalità di raccolta e conferimento

Le procedure di raccolta e trasporto devono garantire una effettiva protezione delle apparecchiature in modo che queste non subiscano danni tali da impedire o rendere più difficoltose le successive fasi di trattamento e recupero o tali da causare perdite o fughe di sostanze pericolose nell'ambiente.

In particolare, devono essere prese misure adeguate per evitare danni al circuito di raffreddamento.

Durante le operazioni di carico e scarico le apparecchiature non devono subire traumi, devono essere trasportate in posizione verticale e non devono essere appoggiate sul lato del circuito refrigerante.

Devono comunque essere previsti sistemi per raccogliere eventuali sversamenti ed agenti chimici leganti per assorbire le perdite liquide.

### Controllo qualità dei rifiuti in ingresso

Per controllare le apparecchiature che sono state conferite per il trattamento deve essere tenuto un registro in cui deve essere annotato il numero di apparecchiature ricevute per tipologia, il tipo di refrigerante e il tipo di isolante utilizzato. Le apparecchiature devono essere ispezionate per verificare l'assenza di danni. Nel caso in cui vengano riscontrati danni evidenti il tipo di danno e la sua estensione deve essere registrata.

### Messa in sicurezza

Le operazioni di messa in sicurezza delle apparecchiature fuori uso devono essere effettuate in aree attrezzate e riguardano principalmente l'asportazione degli elementi ambientalmente critici presenti in esse, nonché la rimozione delle parti asportabili al fine di assicurare elevati livelli di recupero dei materiali.

Le operazioni per la messa in sicurezza per frigoriferi e congelatori consistono in:

- separazione parti mobili;
- estrazione dei fluidi frigoriferi contenuti nel circuito di refrigerazione;
- recupero e degasaggio dell'olio lubrificante dal compressore;
- stoccaggio dei CFC e degli oli;
- rimozione di eventuali interruttori a mercurio;
- rimozione di eventuali parti cromate.

Le operazioni per la messa in sicurezza per i condizionatori delle apparecchiature consistono in:

- separazione parti mobili e filtri;
- recupero CFC refrigeranti;
- recupero e degasaggio dell'olio lubrificante dal compressore;
- stoccaggio dei CFC e degli oli;
- rimozione di eventuali condensatori con PCB;

L'estrazione delle sostanze lesive dai circuiti frigoriferi deve essere effettuata nell'ambito delle operazioni di messa in sicurezza delle apparecchiature fuori uso.

***Estrazione e trattamento dei circuiti di raffreddamento***

Il fluido del circuito di raffreddamento deve essere estratto prima che le schiume isolanti siano sottoposte a trattamento. I requisiti di trattamento sono di seguito riportati. L'impianto di estrazione a vuoto dei CFC deve essere attrezzato con sistemi di sicurezza finalizzati ad evitare perdite di oli e i liquidi refrigeranti, o qualsiasi altro liquido pericoloso.

Gli impianti di recupero mobili devono operare su aree rinforzate, impermeabili e resistenti all'attacco chimico.

I CFC e l'olio refrigerante devono essere estratti insieme con appropriate tecnologie e senza perdite. L'olio refrigerante contaminato da CFC deve essere trattato in un impianto di degasaggio per oli. Il refrigerante e l'olio refrigerante devono essere stoccati separatamente.

Per l'adeguata evacuazione del circuito di raffreddamento deve essere utilizzata un'ideale tecnica che utilizzi sistemi di controllo integrati, quali ad es. manometri.

Il tempo di estrazione cioè quello tra la caduta di pressione iniziale nel circuito di raffreddamento e la rimozione finale dello strumento di evacuazione, deve essere sufficientemente lungo per garantire che il contenuto del circuito sia completamente estratto.

L'impianto deve essere provvisto di attrezzatura per la misura della quantità di CFC recuperata e del numero di apparecchiature trattate.

Dovrebbe essere fissata, inoltre, una soglia minima di recupero da ciascuna apparecchiatura; tale soglia minima deve essere verificata con la seguente procedura: i circuiti refrigeranti di un lotto di 1.000 apparecchiature intatte devono essere completamente drenati. I cilindri di gas usati per stoccare i CFC recuperati devono essere pesati prima e dopo il loro riempimento, il peso del CFC R12 recuperato in kg deve essere, quindi, diviso per il numero delle apparecchiature.

Il test deve essere eseguito periodicamente da un ente o un soggetto qualificato ed autorizzato. Il contenuto residuo di CFC /HCFC nell'olio refrigerante deve essere determinato annualmente da un ente o un soggetto qualificato ed autorizzato e dovrebbe risultare pari a meno dello 0,1% in peso.

***Verifica dell'estrazione dei CFC delle schiume isolanti***

La quantità di CFC R11 recuperato dal materiale di isolamento di poliuretano di frigoriferi e congelatori deve corrispondere alla quantità media inviata nello stesso periodo all'impianto di smaltimento autorizzato.

Dovrebbe essere fissata una soglia minima di recupero verificata con la seguente procedura: annualmente deve essere selezionato un lotto di 1.000 apparecchiature consententi schiume poliuretatiche al CFC, così composto: 600 frigoriferi domestici (da 180 litri) 250 frigo-congelatori domestici (da 180° 350 litri) e 150 congelatori (350-500 litri). Il test deve essere condotto sull'impianto alla presenza del tecnico responsabile. Le apparecchiature trattate per il recupero delle schiume e il peso del CFC recuperato in kg deve essere diviso per il numero delle apparecchiature.

Il test deve essere eseguito da un ente o un soggetto qualificato ed autorizzato.

Standard di processo da raggiungere:

- quantità residua di CFC R11 nelle schiume poliuretatiche degasate < 0,2% in peso<sup>4</sup> (0,5% DM 20/9/02)

---

<sup>4</sup> Determinazione del CFC residuo nelle schiume degassificate

Metodo FT-IR

Una quantità nota di schiume in polvere sono riscaldate in cella a 25°C/minuto fino ad una temperatura di 140 °C per effettuare un desorbimento completo dei CFC dalla polvere. La concentrazione di CFC R11 è quindi determinata con la spettroscopia all'infrarosso.

Standard DIN 51727

Misurazione della quantità residua di CFC R11 nelle schiume poliuretatiche degassificate secondo il par.5 metodo B della norma DIN 51727 seguito da determinazione con cromatografia ionica dei fluoruri secondo la norma EN ISO 10304-1 o determinazione del contenuto di fluoruro a mezzo di elettrodi a ioni selettivi.

- quantità residua di CFC R11 nei reflui dell'impianto < 10 mg/litro
- concentrazione massima ammissibile di CFC nell'aria esausta >20mg/m<sup>3</sup>
- flusso di massa massimo ammissibile di CFC nell'aria esausta > 5 g CFC R11/ora (misurazione in continuo necessaria)

Tutti i principali parametri relativi alla gestione dell'impianto e al recupero di materiali devono essere stabiliti e verificati da un ente o un soggetto qualificato ed autorizzato.

Una volta recuperati i CFC e gli HCFC devono essere avviati a distruzione in impianti autorizzati allo scopo.

Quando i CFC e tutte le sostanze pericolose sono state rimosse dalle apparecchiature i restanti materiali devono essere riciclati (poliuretano, metalli ferrosi, rame, alluminio, plastica, vetro, cavi, compressori, interruttori al mercurio ecc.). I rifiuti devono essere smaltiti nel rispetto della normativa vigente.

#### Stoccaggio delle componenti

I rifiuti solidi provenienti dalle operazioni di messa in sicurezza delle apparecchiature devono essere stoccati in apposite vasche o cassoni con adeguati requisiti di resistenza in relazione alle proprietà chimico-fisiche ed alle caratteristiche di pericolosità del rifiuto. Le vasche devono essere attrezzate con coperture atte ad evitare che le acque meteoriche vengano a contatto con i rifiuti ed essere provviste di sistemi in grado di evidenziare e contenere eventuali perdite.

Deve, inoltre, essere garantita la riduzione della contaminazione del suolo e dell'acqua a causa di sversamenti di rilevante entità o da incidenti che comportano una perdita del contenuto dei serbatoi.

I fluidi volatili devono essere stoccati in contenitori (bombole o bomboloni) a tenuta stagna in condizioni di temperatura controllata. Lo stoccaggio dei CFC e HCFC deve avvenire in appositi contenitori (bombole o bomboloni di varia capienza) protetti dai raggi solari ed in grado di garantire la corretta conservazione dei rifiuti. Le diverse tipologie di gas aspirati non devono essere miscelati in un unico contenitore.

Se lo stoccaggio dei rifiuti pericolosi avviene in recipienti mobili questi devono essere provvisti di:

- idonee chiusure per impedire la fuoriuscita del rifiuto stoccato;
- dispositivi atti ad effettuare, in condizioni di sicurezza, le operazioni di riempimento e svuotamento;
- mezzi di presa per rendere sicure ed agevoli le operazioni di movimentazione.

I CFC, gli interruttori a mercurio, i condensatori con eventuali PCB (condizionatori) ed altre frazioni non recuperabili devono essere avviate ad adeguato smaltimento conformemente alle norme vigenti.

Per i CFC si applicano le norme di cui al Regolamento (CE) n.2037/2000.

#### Operazioni di recupero di frigoriferi e congelatori

Le operazioni ai fini del reimpiego di materiali e componenti consistono in:

- separazione cavi, parti PVC, ecc.;
- separazione parti elettriche;
- separazione compressori;
- separazione serpentine di scambio termico;
- cernita e collaudo dei componenti recuperabili (compressore, elettroventilatori, serpentine di condensazione ed evaporazione);
- separazione guarnizioni;

Secondo il D.Lgs. 151/05 entro il 31 dicembre 2006 l'obiettivo minimo di reimpiego e riciclaggio di componenti, materiali e sostanze, deve essere pari al 75 % in peso medio per apparecchio.

Le operazioni finalizzate al recupero di materiale ed energia sono:

- frantumazione carcassa;
- separazione metalli ferrosi e non ferrosi;
- separazione plastiche;
- separazione poliuretano;
- recupero CFC espandenti;
- separazione del materiale a contenuto energetico utilizzabile;
- separazione materiali non recuperabili;
- recupero energia in loco o presso altri impianti.

**Tabella 15: Bilancio di massa per recupero frigoriferi e congelatori**

		% in peso	Obiettivi D.Lgs.151/05
<b>COMPOSIZIONE</b>			
	Acciaio	60	
	Alluminio	3	
	Rame – ottone	3	
	PVC	1	
	Plastiche	13	
	Poliuretano	10	
	Vetro	1	
	Vernice	< 1	
	Olio	1	
	CFC	< 1	
	Altro	7	
	<b>Totale</b>	<b>100</b>	
<b>RECUPERO TEORICO</b>			
	di materiale	67	
	di energia	13	
	<b>Totale</b>	<b>80</b>	80
<b>REIMPIEGO E RICICLAGGIO</b>			75

#### **Le operazioni di recupero di condizionatori**

Le operazioni ai fini del reimpiego di componenti e materiali consistono in:

- separazione cavi, parti PVC, ecc.;
- separazione parti elettriche;
- separazione compressori e ventilatori;
- separazione serpentine di scambio termico;
- cernita e collaudo dei componenti recuperabili (compressore, elettroventilatori, serpentine di condensazione ed evaporazione);

Secondo il D.Lgs. 151/05 entro il 31 dicembre 2006 l'obiettivo minimo di reimpiego e riciclaggio di componenti, materiali e sostanze, deve essere pari al 75 % in peso medio per apparecchio.

Le operazioni finalizzate al recupero di materiale ed energia sono:

- frantumazione carcassa e filtri;
- separazione metalli ferrosi e non ferrosi;
- separazione plastiche;

- separazione del materiale a contenuto energetico utilizzabile;
- separazione materiali non recuperabili;
- recupero energia in loco o presso altri impianti.

Tabella 16: Bilancio di massa per recupero condizionatori

		% in peso	Obiettivi D.Lgs.151/05
<b>COMPOSIZIONE</b>			
<b>Compressori</b>	Acciaio – rame	37	
<b>Olio</b>	Olio idraulico	1	
<b>Freon</b>	R22/R134a	1	
<b>Sistema di ventilazione</b>	Alluminio – motorino	10	
<b>Cavetteria</b>	Fili di rame ricoperti	1	
<b>Tubazioni interne</b>	Rame	< 1	
<b>Condensatori</b>	Alluminio, carta, olio (con eventuale PCB)	< 1	
<b>Radiatori</b>	Alluminio - rame	15	
<b>Struttura portante</b>	Acciaio	28	
<b>Convogliatori</b>	Plastica	5	
<b>Strutture esterne</b>	Alluminio	< 1	
	<b>Totale</b>	<b>100</b>	
<b>RECUPERO TEORICO</b>	di materiale	90	
	di energia	5	
	<b>Totale</b>	<b>95</b>	<b>80</b>
<b>REIMPIEGO E RICICLAGGIO</b>			75

## **E.6 Migliori tecniche di gestione degli impianti di selezione, produzione CDR e trattamento RAEE**

Prima di iniziare l'esercizio dell'impianto è necessario che il gestore abbia dimostrato di avere approntato i seguenti piani:

- Piano di gestione operativa
- Programma di sorveglianza e controllo
- Piano di ripristino ambientale per la fruibilità del sito a chiusura dell'impianto secondo la destinazione urbanistica dell'area.

Nelle procedure operative di gestione e di manutenzione il criterio guida deve essere quello di minimizzare il contatto diretto degli operatori con i rifiuti, la loro permanenza in ambienti in cui sono presenti polveri e/o sostanze potenzialmente dannose per la salute, le operazioni di intervento manuale sulle macchine ed apparati tecnologici.

### **E.6.1 Piano di gestione operativa**

In fase di esercizio gli impianti di selezione, produzione di CDR e trattamento RAEE devono disporre di un piano di gestione operativa che individui le modalità e le procedure necessarie a garantire un elevato grado di protezione sia dell'ambiente che degli operatori presenti sull'impianto. Il criterio guida deve essere quello di minimizzare il contatto diretto degli operatori con i rifiuti, la loro permanenza in ambienti in cui sono presenti polveri e/o sostanze potenzialmente dannose per la salute, le operazioni di intervento manuale sulle macchine ed apparati tecnologici.

In particolare il piano di gestione deve contenere indicazioni su:

- procedure di accettazione dei rifiuti da trattare (modalità di campionamento ed analisi e verifica del processo di trattamento);
- tempi e modalità di stoccaggio dei rifiuti, tal quali ed a fine trattamento, e dei reagenti;
- criteri e modalità di miscelazione ed omogeneizzazione dei rifiuti da trattare ove previsto;
- procedure di certificazione dei rifiuti trattati ai fini dello smaltimento e/o recupero;
- procedure di monitoraggio e di controllo dell'efficienza del processo di trattamento, dei sistemi di protezione ambientale e dei dispositivi di sicurezza installati;
- procedura di ripristino ambientale dopo la chiusura dell'impianto in relazione alla destinazione urbanistica dell'area.

Una fase comune a tutti gli impianti è quella del controllo dei rifiuti in ingresso. Tale controllo deve verificare la presenza e la corretta compilazione dei documenti di accompagnamento e la loro conformità alla tipologia di rifiuti conferiti mediante controllo visivo.

Il conduttore dell'impianto deve, inoltre, sorvegliare il rispetto da parte del trasportatore delle norme di sicurezza, dei segnali di percorso e delle accortezze per eliminare i rischi di rilasci e perdite di rifiuti; in fase di scarico, inoltre, gli eventuali materiali non conformi devono essere allontanati e depositati in area dedicata.

Per individuare i controlli e le procedure successive alla fase di conferimento, risultano determinanti il tipo di selezione o il trattamento effettuati, nonché le tecnologie in uso presso l'impianto.

Tramite il piano di gestione operativa si deve ottenere di:

- garantire l'alimentazione delle linee di trattamento, il corretto funzionamento delle macchine, la prontezza degli interventi in caso di guasti
- prevedere i possibili rischi per la sicurezza dei lavoratori e per l'ambiente in seguito a cattivo funzionamento, difficoltà al trattamento dei rifiuti

- realizzare tutti i possibili recuperi di materiale e risparmi di energia e materie di consumo.
- eseguire le operazioni di gestione e manutenzione in modo da minimizzare il contatto diretto degli operatori con i rifiuti, la loro permanenza in ambienti in cui sono presenti polveri e/o sostanze potenzialmente dannose per la salute, le operazioni di intervento manuale sulle macchine ed apparati tecnologici.
- eseguire il controllo delle apparecchiature di difesa e monitoraggio ambientale relative in particolare alle emissioni
- garantire la raccolta e la validazione dei dati, la predisposizione delle comunicazioni agli Enti di controllo e al pubblico.
- attuare un controllo di gestione che permetta di verificare gli indici di rendimento dell'impianto in relazione agli obiettivi di progetto.

Di seguito si riportano alcune tabelle che individuano in via generalizzata e a titolo esemplificativo fasi e tipi di controlli per una linea di produzione di CDR.

**Impianti di selezione per produzione di CDR da rifiuti indifferenziati**

<b>FASE</b>		<b>DESCRIZIONE - CONTROLLI</b>
Stoccaggio rifiuti		I rifiuti urbani indifferenziati vengono scaricati nell'area dedicata (stoccaggio su pavimento a raso o in fossa). L'operatore prima delle successive lavorazioni deve assicurare che tra i rifiuti in ingresso non vi siano materiali indesiderati; qualora tali materiali fossero presenti deve provvedere a rimuoverli e a depositarli in apposita area. Il controllo del prodotto è di tipo visivo. L'area di stoccaggio è mantenuta in depressione mediante aspirazione d'aria con un numero minimo di 3 ricambi per ora. L'operatore deve verificare il funzionamento del sistema di aspirazione della zona di stoccaggio del materiale. In caso di necessità è opportuno prevedere la possibilità di intervenire sulle portate aspirate. L'alimentazione delle linee di processo è effettuato mediante sistemi su carroponte o con pala meccanica.
Triturazione		I rifiuti vengono movimentati dall'area di stoccaggio fino al trituratore-aprisacco; qualora per la movimentazione venga utilizzato un nastro a velocità variabile l'operatore deve regolare adeguatamente la portata e controllare la lavorazione. Il trituratore lacera i sacchi pieni e tritura il materiale in essi contenuto. Il trituratore deve essere dotato di sistemi automatici di arresto e eventuale eliminazione dei materiali intriturbabili.
Vagliatura		Effettuata la triturazione il materiale viene movimentato fino al vaglio. Il vaglio dà origine a due differenti flussi di materiali: frazione umida a prevalente matrice organica; frazione secca (sovvallo). Tali flussi vengono poi movimentati fino all'area di caricamento o di ulteriore trasformazione. L'operatore controlla l'eventuale ostruzione dei fori del vaglio. E' opportuno prevedere la possibilità di estrarre (mediante ulteriore vaglio o utilizzo di vagli a più sezioni con differente foratura) anche materiali fini ( $\varnothing < 20$ mm)
<b>Deferrizzazione, stoccaggio materiali ferrosi e caricamento per riutilizzo</b>		Mediante separatore magnetico la frazione secca e quella umida vengono private della loro componente ferrosa, che viene raccolta in un apposito volume di stoccaggio. L'operatore deve controllare giornalmente il livello di riempimento dello stoccaggio e, qualora sia pieno, provvedere a mandare il materiale a recupero.
<b>FRAZIONE UMIDA</b>	<b>Smaltimento definitivo</b>	Nel caso in cui la frazione umida deferrizzata sia direttamente caricata su camion per il conferimento agli impianti di smaltimento, l'operatore deve controllare che in fase di caricamento non vi sia dispersione di materiale nell'area circostante; qualora questo accada deve provvedere alla pulizia dell'area interessata.
	<b>Stabilizzazione</b>	La frazione umida deferrizzata può essere sottoposta a biossificazione accelerata per la produzione di FOS.
<b>Caricamento della frazione fine per lo smaltimento definitivo</b>		Nel caso di separazione di frazione fine, questa viene raccolta in apposito volume di stoccaggio; l'operatore deve controllare giornalmente il livello di riempimento e provvedere a destinare il materiale a discarica.
<b>Caricamento sovvallo ad elevato P.c.i. o CDR su camion e pressatura</b>		La frazione secca deferrizzata (sovvallo - CDR) viene caricata su camion. L'operatore deve controllare che in fase di caricamento non vi sia dispersione di materiale nell'area circostante; qualora questo accada deve provvedere alla pulizia dell'area interessata.

<b>PRODUZIONE DI CDR</b>	
Asportazione metalli non magnetici	Mediante dispositivo a correnti indotte vengono asportati metalli non ferrosi (alluminio, rame soprattutto) dal sovrullo secco che viene raccolto in un apposito volume di stoccaggio. L'operatore deve controllare giornalmente il livello di riempimento dello stoccaggio e qualora sia pieno provvedere a mandare il materiale a recupero.
Triturazione secondaria	Il rifiuto viene ridotto a pezzatura inferiore a 100*100 mm tramite un raffinatore. L'operatore deve controllare la produzione della macchina e intervenire quando questa si blocca per la presenza di rifiuti intriturbabili.
Separazione aerea	Mediante un separatore aereo vengono asportati dal sovrullo secco oggetti pesanti e ad elevata densità. L'operatore deve controllare la messa a punto della macchina, il livello di riempimento dello stoccaggio e qualora sia pieno provvedere a mandare il materiale a scarto.
Pressatura del fluff	Il fluff può essere pressato in balle legate con reggette o con fili di plastica per la spedizione a distanza. L'operatore deve verificare che la pressa sia alimentata correttamente e controllare la dimensione e la tenuta delle balle. Le balle confezionate sono movimentate da una macchina e stoccate in attesa della spedizione. Lo stoccaggio non deve superare la quantità consentita.
Addensamento o pelletizzazione	In alternativa alla pressatura il fluff può essere addensato o pelletizzato in cilindri o mattoncini. L'operatore deve verificare che la produzione sia conforme come pressatura e dimensioni dei materiali alle specifiche. Deve inoltre prendere i campioni necessari per il controllo di qualità del CDR. In caso di blocco della macchina deve essere verificata la causa ed eventualmente modificato il ciclo di produzione.
Disinfestazione	Deve essere previsto un idoneo programma di disinfestazione per l'eliminazione di eventuali mosche, ratti o altri animali.
Acque di percolazione	Le acque di percolazione provenienti dalla zona di stoccaggio del materiale in lavorazione devono essere convogliate mediante apposita rete nella vasca di raccolta del percolato. Successivamente devono essere inviate ad impianti di depurazione mediante autobotte o trattate in sito. Deve essere monitorato giornalmente il livello di riempimento del sistema di accumulo.
Controllo odori	Nell'area dove viene effettuato il processo di selezione meccanica deve essere installato un sistema di aspirazione che provveda a ricambiare l'aria; l'aspirazione dall'interno deve garantire, inoltre, la necessaria depressione per evitare la propagazione dei cattivi odori verso l'esterno. L'operatore deve verificare il funzionamento del ventilatore. L'aria estratta viene mandata al biofiltro e all'eventuale torre di lavaggio per essere depurata. L'operatore deve provvedere ad un'accurata manutenzione del biofiltro garantendone il necessario grado di umidità.
Controllo gas di scarico e rumore	L'operatore deve provvedere a far tenere accesi i motori dei mezzi in lavorazione e scarico per il tempo strettamente necessario.

**Impianti di selezione di rifiuti da raccolta differenziata per recupero dei materiali**

FASE		DESCRIZIONE - CONTROLLI
<b>Scarico e stoccaggio frazione multimateriale (plastica, vetro, alluminio, ferro) e frazione cellulosica (carta e cartone)</b>		I mezzi che trasportano le varie frazioni effettuano lo scarico sulle aree a ciò destinate. L'operatore deve assicurare che tra i rifiuti in ingresso non vi siano materiali indesiderati; qualora tali materiali fossero presenti deve provvedere a rimuoverli e a depositarli nell'apposita area. Il controllo del prodotto è di tipo visivo. L'operatore deve provvedere all'alimentazione dei materiali da valorizzare in testa alle linee di processo.
<b>FRAZIONE CELLULOSICA</b>	<b>Selezione manuale frazione cellulosica</b>	Gli operatori provvedono alla selezione manuale della frazione cellulosica separando le varie tipologie di carta. I materiali selezionati vengono convogliati in appositi volumi di stoccaggio; l'operatore deve controllare il livello di riempimento dei volumi di stoccaggio e qualora siano pieni provvedere a convogliare i materiali alla pressa. Il controllo può essere di tipo visivo o automatico.
<b>FRAZIONE CELLULOSICA</b>	<b>Selezione meccanica frazione cellulosica</b>	L'operatore deve caricare i rifiuti sull'impianto e verificare che la quantità non sia eccessiva. L'impianto esegue le operazioni di selezione e i flussi separati vengono controllati ed eventualmente rifezionati da due operatori per ogni nastro. L'operatore addetto al carico deve azionare lo scarico quando uno stoccaggio è pieno e viene alimentata la pressa.
<b>FRAZIONE MULTIMATERIALE</b>	<b>Deferrizzazione</b>	La frazione multimateriale, movimentata mediante nastro trasportatore, viene sottoposta a deferrizzazione; il materiale ferroso viene convogliato in apposito volume di stoccaggio. L'operatore deve controllare il livello di riempimento dello stoccaggio e, qualora sia pieno, provvedere a movimentare il materiale. Il controllo può essere di tipo visivo o automatico.
	<b>Vagliatura</b>	Deve essere prevista una fase per l'eliminazione di materiali fini (polveri), che vengono raccolti in un apposito volume di stoccaggio. L'operatore deve controllare il livello di riempimento dello stoccaggio e qualora sia pieno provvedere a rimuovere i materiali fini che vengono poi conferiti ad impianti di smaltimento definitivo. Il controllo è di tipo visivo o automatico.
	<b>Separazione vetro da plastica e alluminio</b>	Effettuata la vagliatura il materiale residuo viene movimentato, tramite nastro a velocità regolabile, fino ad un separatore a gravità/aerulico, che separa i materiali leggeri (plastica e alluminio) da quelli pesanti (vetro). L'operatore deve regolare le macchine per garantire un'efficace separazione dei materiali. La regolazione viene effettuata in base alle verifiche qualitative dei flussi in uscita.
	<b>Controllo qualità del vetro</b>	Dopo la separazione meccanica il vetro deve essere sottoposto ad ulteriore controllo di qualità. Una volta isolato, il vetro viene convogliato e raccolto in apposito volume di stoccaggio. L'operatore deve controllare il livello di riempimento dello stoccaggio e qualora sia pieno provvedere a movimentare il materiale. Il controllo è di tipo visivo.

<b>Separazione alluminio da plastica</b>	I materiali leggeri vengono movimentati per alimentare la macchina a induzione magnetica, che separa l'alluminio dalla plastica. Le due frazioni selezionate vengono raccolte in appositi volumi di stoccaggio; l'operatore deve controllare il livello di riempimento e qualora siano pieni provvedere a movimentare il materiale alla pressa. Il controllo può essere visivo o automatico.
<b>Pressatura</b>	Una volta raggiunte le quantità necessarie la plastica, l'alluminio, la carta e il cartone selezionati vengono pressati per la formazione di balle omogenee. Se esiste un'unica pressa per i diversi materiali, quando una tipologia viene avviata alla pressatura la movimentazione delle altre viene impedita mediante dispositivo automatico o manuale. L'operatore deve controllare visivamente la funzionalità del sistema.
<b>Stoccaggio, caricamento balle e conferimento per il recupero</b>	Le balle dei materiali vengono stoccate in apposita area, caricate su camion e conferite ai differenti impianti per il recupero. Le operazioni di movimentazione e caricamento sono effettuate in area destinata vietata all'accesso di estranei.
<b>Disinfestazione</b>	Deve essere previsto un idoneo programma di disinfestazione per l'eliminazione di eventuali mosche, ratti o altri animali.
<b>Controllo gas di scarico e rumore</b>	L'operatore deve provvedere a far tenere accesi i motori dei mezzi in lavorazione e scarico per il tempo strettamente necessario.

### E.6.2 Programma di sorveglianza e controllo

Nell'ambito delle BAT va individuata la predisposizione ed adozione di un programma di sorveglianza e controllo, previsto, peraltro, in alcune leggi regionali a carico di tutti gli impianti di gestione dei rifiuti finalizzato a garantire che:

- tutte le sezioni impiantistiche assolvano alle funzioni per le quali sono progettate in tutte le condizioni operative previste;
- vengano adottati tutti gli accorgimenti per ridurre i rischi per l'ambiente ed i disagi per la popolazione;
- venga assicurato un tempestivo intervento in caso di incidenti ed adottate procedure/sistemi che permettano di individuare tempestivamente malfunzionamenti e/o anomalie nel processo produttivo;
- venga garantito l'addestramento costante del personale impiegato nella gestione;
- venga garantito alle autorità competenti ed al pubblico l'accesso ai principali dati di funzionamento, ai dati relativi alle emissioni, ai rifiuti prodotti, nonché alle altre informazioni sulla manutenzione e controllo, inclusi gli aspetti legati alla sicurezza;
- vengano adottate tutte le misure per prevenire rilasci e/o fughe di sostanze inquinanti.

Il controllo e la sorveglianza dovrebbero essere condotti avvalendosi di personale qualificato ed indipendente ed i prelievi e le analisi previste per garantire il rispetto dei limiti alle emissioni, indicate nei documenti autorizzativi, dovrebbero essere effettuati da laboratori competenti, preferibilmente indipendenti, operanti in regime di qualità secondo le norme della famiglia ISO 9000 per le specifiche determinazioni indicate nel provvedimento autorizzativo.

### E.6.3 Strumenti di gestione ambientale

#### Personale

La responsabilità della gestione dell'impianto di trattamento deve essere affidata ad una persona competente, tutto il personale deve essere adeguatamente addestrato.

**Benchmarking**

Risulta opportuno analizzare e confrontare, con cadenza periodica, i processi, i metodi adottati e i risultati raggiunti, sia economici che ambientali, con quelli di altri impianti e organizzazioni che effettuano le stesse attività.

**Certificazione**

Le attività connesse con la gestione dell'impianto e le varie procedure operative che le regolamentano devono far parte di un apposito manuale di gestione al quale il gestore dell'impianto dovrà attenersi. Vanno promosse le azioni relative all'adozione di sistemi di gestione ambientale (EMS), nonché di certificazione ambientale (ISO 14000) e soprattutto l'adesione al sistema EMAS.

**Sistemi di supervisione e controllo**

Per gli impianti che trattano elevate quantità di rifiuti, tutti i sistemi, gli apparati e le apparecchiature costituenti l'impianto devono essere sottoposti ad un efficiente ed affidabile sistema di supervisione e controllo che ne consenta la gestione in automatico.

**Comunicazione e consapevolezza pubblica**

E' necessaria la predisposizione di un programma di comunicazione periodica che preveda:

- la diffusione periodica di rapporti ambientali;
- la comunicazione periodica a mezzo stampa locale;
- la distribuzione di materiale informativo;
- l'apertura degli impianti per le visite del pubblico;
- la diffusione periodica dei dati sulla gestione dell'impianto.

**E.6.4 Aspetti di pianificazione e gestione****Ubicazione dell'impianto**

La scelta del sito deve essere effettuata sulla base di valutazioni comparative tra diverse localizzazioni che tengano in considerazione tutti gli aspetti logistici, di collegamento con le diverse utenze e con gli impianti di destinazione dei rifiuti trattati nonché gli impatti ambientali.

Aree industriali dismesse o quelle destinate dalla pianificazione urbanistica agli insediamenti industriali costituiscono la collocazione più idonea per gli impianti.

Ai fini dell'individuazione delle aree idonee devono essere acquisite tutte le informazioni bibliografiche e cartografiche relative alle caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, vincolistiche, ecc. del territorio in esame, da integrare eventualmente con indagini di campo.

Altri aspetti, di natura territoriale e socioeconomica, che intervengono successivamente nella scelta delle aree selezionate, sono:

- presenza di rilevanti beni storici, artistici, archeologici;
- la distribuzione della popolazione;
- la distribuzione delle industrie sul territorio.

**Trasporti e collegamento al sistema viario**

Deve essere garantito un collegamento viario idoneo al transito dei mezzi per il conferimento dei rifiuti e per l'allontanamento dei residui.

Il conferimento dei rifiuti mediante ferrovia, se fattibile dal punto di vista tecnico-economico, è da privilegiare.

Al fine di ridurre i costi di trasporto e l'impatto sull'ambiente è necessario prevedere l'impiego di autocarri con la massima portata utile; di conseguenza è necessario verificare la disponibilità di strade adeguate.

## F) IDENTIFICAZIONE DI EVENTUALI TECNICHE ALTERNATIVE

### F.1 Altri processi di preparazione di combustibili derivati dai rifiuti

I rifiuti costituiti dagli scarti della raccolta differenziata della plastica e da altri scarti di plastica non riciclabile possono sostituire altri combustibili solidi, come carbone, torba, legno, petrolio, coke etc, più facilmente di altri combustibili liquidi o gassosi proprio a causa delle loro caratteristica fisica. La comunità Europea indica lo sviluppo in corso di molte attività per la sostituzione di combustibile come di impianti dimostrativi che usano rifiuti plastici. I processi produttivi sono simili quelli già descritti per il CDR e derivano dal tipo di alimentazione del forno, dalle necessità di trasporto a distanza etc. La dimostrazione del recupero di energia da specifici flussi di rifiuti plastici è stata condotta con test in impianti industriali per tempi sufficientemente lunghi di prova, in condizioni operative ripetibili e stabili, che documentano l'efficacia dell'uso dei rifiuti plastici per gli impianti, per i prodotti, per i residui e anche per tutti i tipi di emissioni.

L'APME TEC ha in corso un vasto programma di utilizzazione dei rifiuti plastici in molteplici applicazioni (forni a griglia, a letto fluido, rotanti, forni industriali, ecc.)

### F.2 Il processo OWS utilizzato a Bassum (Germania)

Questo processo consiste in una digestione anaerobica seguita da un processo aerobico per le sostanze organiche, con produzione di biogas e di CDR.

Il rifiuto di partenza è un rifiuto urbano con elevato contenuto di organico, corrispondente alla tabella seguente:

Tabella 17

Materiale	% in peso (sul tal quale)	% di SS (sostanza secca)	% VS/SS (sostanze volatili sul secco)	Mj/kg di SS
Carta-cartone	16,4	82	90	17,2
Legno	4	80	80	15
Plastica	9,1	86	96	41
Ferrosi	4	80	80	15
Metalli non-ferrosi	4	95	7	1,6
Vetro	4,8	95	7	1,6
Ceramiche e pietre	3,2	65	38	3,2
Sostanza organica umida	44,2	29	39	16,2
Potature	1,2	38	76	12
Materiali combustibili misti	1	79	485	29
Materiali non combustibili misti	1	85	5	1,3
Tessili	2,2	70	98	19,7
Carta sanitaria	4,8	48	68	13,5
Cuoio/gomma	1	90	95	36,3
Laminati	0,8	82	92	22,4
Tappeti/moquettes	1	85	81	30
RUP	0,3	75	82	34,4

Il contenuto in ceneri di questo rifiuto è 178 kg/t, ma si è visto che questo valore può oscillare da 178 a 225 kg/t.

**Descrizione del processo:**Accettazione e separazione dei rifiuti

La procedura di accettazione dei rifiuti prevede lo scarico sul pavimento senza l'utilizzo di una fossa; il materiale è separato da una gru e inviato al digestore. I rifiuti ingombranti sono rimossi manualmente e portati a un trituratore.

Pretrattamento

Il rifiuto è messo su un nastro che lo porta a un vaglio rotante omogeneizzatore. Il vaglio è dotato di denti che rompono i sacchi e riducono la dimensione dei rifiuti, contemporaneamente viene aggiunta una piccola quantità di acqua al fine di omogeneizzare i rifiuti stessi. In questo processo gli imballaggi composti da più materiali sono separati nella frazione carta (che va alla digestione anaerobica) e plastica (che finisce nel CDR).

Ci sono poi due stadi di vagliatura: nel primo, dopo la separazione magnetica, il materiale con dimensioni superiori a 150 mm viene classificato come CDR, mentre quello con dimensioni superiori a 40 mm viene avviato direttamente al digestore. Il materiale con pezzatura compresa fra 40 e 150 mm viene sottoposto ad un nuovo trattamento di vagliatura dopo la rimozione dei metalli. Le quantità che passano i 40 mm vanno al digestore, quelle che non passano vanno a CDR.

Digestione e recupero di energia

Il materiale, inviato al digestore, ha un tempo di residenza di 2 giorni nel reattore ed è ricircolato 7 volte. La parte organica biodegradabile è trasformata in biogas. Il digestato è un materiale fra il nero e il marrone con una struttura fibrosa. La lignina non si decompone in condizioni anaerobiche. Sul rifiuto che arriva si compiono regolarmente analisi di parametri come C/N e BVS (parte biodegradabile dei solidi volatili).

Il gas prodotto è stoccato in un serbatoio di plastica flessibile. Se la produzione di gas supera il consumo proprio (motore a biogas) e la capacità di accumulo, l'eccesso viene bruciato in torcia.

Depurazione dei fumi.

I gas di scarico del motore sono depurati in sequenza dal riduttore catalitico selettivo (SCR), dal filtro a carbone attivo, e con ossidazione termica. La reazione deNO<sub>x</sub> nel reattore SCR riduce l'NO<sub>x</sub> al di sotto di 100 mg/Nmc. L'unità di termoreazione riduce il CO sotto 100 mg/Nmc e gli idrocarburi sotto 50 mg/Nm<sup>3</sup>.

Residui

Il materiale digestato è trattato con un vaglio vibrante e un separatore di sabbia per separare inerti e sabbie. Queste ultime sono poi lavate e valorizzate. Le fibre sono separate in un vaglio a dischi e successivamente separate in una parte fibrosa e una frazione legnosa.

Nell'impianto di Bassum, il materiale biologico restante è degradato in un processo di compostaggio aerobico per 8 settimane, allo scopo di decomporre la lignina. L'alimentazione del compostaggio aerobico è un mix del materiale digestato e della frazione 40-80 mm. deferrizzata. Il prodotto finale è trattato con densimetro ad aria per rimuovere le plastiche leggere e poi è deposto in discarica.

Non c'è una post-stabilizzazione aerobica; la lignina restante è recuperata come frazione fibrosa. Questa ha proprietà di stabilizzazione del suolo e di assorbimento d'acqua simili alla torba. La frazione fibrosa lavata soddisfa ai requisiti degli Standard fiamminghi della VLACO per il compost (da rifiuti verdi).

## G) LE MIGLIORI TECNICHE E TECNOLOGIE

L'adozione delle B.A.T. per gli impianti di selezione, di produzione di CDR e trattamento dei R.A.E.E. riguarda miglioramenti nell'efficienza ambientale e nel rendimento economico.

La loro definizione ha come scopo principale di fornire alle autorità preposte il riferimento su cui valutare compiutamente le richieste di autorizzazione integrata in campo ambientale in ambito IPPC. Al tempo stesso esse possono risultare di aiuto anche agli operatori essendo sottinteso che di esse occorre tenere in dovuto conto, ove applicabili, in sede di predisposizione della richiesta di autorizzazione.

Le varie tematiche di interesse sono state sviluppate, per quanto possibile, in modo sequenziale, analizzando le tecniche secondo la sequenza di trattamenti che caratterizzano un impianto di recupero di materiali, di produzione di CDR e trattamento dei R.A.E.E.. Tutte le migliori tecniche sono state illustrate nei paragrafi E.4, E.5, E.6, E.7.

### G1 Comuni tecniche da considerare nella determinazione delle BAT

#### G 1.1 Caratteristiche di composizione del rifiuto

Alcune tecniche da considerare sono:

**Tabella 18**

Identificazione dei costituenti primari	E' necessario eseguire almeno annualmente analisi merceologiche dei rifiuti per ogni azienda che conferisce, in modo da conoscerne la composizione e la sua variabilità
Identificazione del produttore del rifiuto	La conoscenza del produttore del rifiuto, di come esegue la raccolta e delle zone servite, è utile per adattare al meglio il trattamento alla qualità del rifiuto
Conoscenza del contenuto organico del rifiuto	Riveste importanza ai fini dei trattamenti biologici
Utilizzo della conoscenza del personale addetto all'impianto	Il personale dipendente ha una conoscenza diretta dei risultati del trattamento e si accorge delle variazioni del rifiuto in ingresso e del funzionamento dell'impianto
Adeguate trasferimento di conoscenze tra tutti coloro che raccolgono, stoccano, trasportano e trattano i rifiuti	Una misura di controllo importante è accertare un adeguato trasferimento di conoscenze tra possessori e gestori del rifiuto

#### Benefici ambientali realizzati

Riduzione del rischio di incidenti o di mal funzionamenti.

### **G 1.2 Ricezione dei rifiuti**

La ricezione del rifiuto in ingresso deve avvenire in un'area coperta dove vengono eseguiti controlli visivi dei rifiuti e alcuni campionamenti; deve essere disponibile un laboratorio di analisi accreditato per analizzare i campioni.

La ricezione deve avvenire secondo questi criteri:

- a) Le aree di ricezione devono avere un punto designato per lo scarico e un punto per il campionamento.
- b) Le aree di scarico devono essere contrassegnate e avere un buon sistema di drenaggio
- c) I rifiuti all'interno di contenitori devono essere svuotati in aree di ricezione idonee in attesa dell'eventuale campionamento
- d) Le aree di ricezione devono avere una superficie impermeabile con sistema di drenaggio per prevenire l'ingresso o la fuoriuscita di materiale dal sistema di stoccaggio. Attenzione va posta inoltre per assicurare che le sostanze incompatibili non vengano a contatto tra loro. Ove necessario, in funzione della tipologia di rifiuti trattati, deve essere utilizzato idoneo materiale assorbente per trattenere qualsiasi fuoriuscita di materiale.
- e) Il personale dell'impianto che esegue la campionatura, la verifica e l'analisi del rifiuto sia sufficientemente qualificato e adeguatamente addestrato.
- f) Il laboratorio d'analisi deve avere un sistema di qualità certificato e metodi di controllo della qualità e deve conservare idonea documentazione delle analisi eseguite.

### **G 1.3 Procedure di accettazione dei rifiuti**

Alcune tecniche e procedure di accettazione sono:

- a) In previsione o in occasione del conferimento dei rifiuti ed ai fini dell'ammissione degli stessi allo specifico trattamento, il detentore deve fornire documentazione contenente precise indicazioni su processo produttivo di origine, composizione e caratteristiche dei rifiuti. Il gestore del sito deve effettuare controlli sul rifiuto prima del conferimento: il produttore e l'operatore del sito di trattamento devono entrambi essere certi dell'idoneità del rifiuto al processo di trattamento in questione.
- b) Il gestore deve richiedere una verifica della documentazione fornita dal produttore. Questo può richiedere una visita presso il produttore nonché una valutazione tecnica da parte di personale qualificato e indipendente.
- c) La suddetta documentazione deve essere presentata in occasione del primo conferimento e aggiornata ogni qualvolta intervengano variazioni del processo produttivo e/o delle caratteristiche del rifiuto, comunque, almeno una volta l'anno, e deve essere conservata dal gestore.

#### **Benefici ambientali realizzati**

Queste tecniche impediscono l'accettazione di rifiuti non idonei al trattamento che possono condurre a situazioni impreviste od a emissioni incontrollate durante l'attività del trattamento dei rifiuti.

Le attuali esperienze su queste tecniche hanno mostrato che occorre verificare attentamente le informazioni sulla natura e provenienza del rifiuto; in particolare se fra il produttore e l'impianto ci sono mediatori o altri operatori di trasferimento.

#### **G.1.4 Metodi di gestione ambientale**

Nella gestione degli impianti di trattamento dei rifiuti deve essere applicato il principio della prevenzione dell'inquinamento ambientale e pertanto devono essere rispettate le norme vigenti in

materia di gestione dei rifiuti, di scarichi idrici e tutela delle acque, di emissioni in atmosfera, di rumore, di igiene e salubrità degli ambienti di lavoro, di sicurezza, e prevenzione incendi.

Gli impianti devono essere gestiti con criteri di qualità ambientale.

Un sistema di gestione ambientale (EMS) può essere standardizzato o non standardizzato. Aderire ad un sistema internazionale standardizzato come ISO 14001 può dare una maggiore credibilità all'EMS, specialmente quando soggetto ad una verifica formale esterna. Il sistema europeo EMAS produce credibilità aggiuntiva grazie ai presupposti di interazione con il pubblico, attraverso la relazione ambientale e al meccanismo che assicura la conformità della gestione alla legislazione ambientale vigente.

In generale, un sistema di gestione ambientale (EMS) deve contenere le seguenti componenti:

- a. Definizione di una politica ambientale
- b. Pianificazione e fissazione di obiettivi
- c. Programma di gestione
- d. Programma di sorveglianza e controllo
- e. Preparazione del rapporto ambientale
- f. Convalida del sistema di gestione ambientale
- g. Procedure di dismissione
- h. Sviluppo di tecnologie pulite

*a) Definizione di una politica ambientale*

La direzione generale dell'impianto ha il compito di definire una politica ambientale che garantisca la minimizzazione degli impatti e quindi preveda:

- un impegno alla prevenzione e al controllo dell'inquinamento
- un impegno ad ottemperare la vigente normativa ambientale
- la disponibilità di idonea comunicazione interna (addetti) ed esterna (pubblico e tutte le parti interessate)

*b) Pianificazione e fissazione di obiettivi*

Questa fase consiste principalmente nei seguenti punti:

- identificare gli impatti ambientali dell'impianto e delle singole unità e fornire le specifiche misure di contenimento
- stabilire un programma di organizzazione ambientale, includendo la designazione delle responsabilità per gli obiettivi ambientali individuati

*c) Programma di gestione*

Il programma deve individuare le modalità e le procedure necessarie a garantire che le attività operative siano condotte in conformità con i principi di prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento. In particolare deve indicare:

- modalità di conferimento dei rifiuti all'impianto, tipologia degli automezzi impiegati, sistemi utilizzati per assicurare il contenimento delle emissioni originate dalla dispersione eolica e da sversamenti nel corso del conferimento;
- procedure di accettazione dei rifiuti conferiti (controllo del formulario di identificazione, ispezione visiva dei rifiuti, eventuali prelievi di campioni e relative modalità di campionamento ed analisi);
- modalità e criteri di stoccaggio e trattamento;
- criteri di gestione dei processi di trattamento;
- procedura di chiusura dell'impianto;
- piano di intervento per condizioni straordinarie quali: allagamenti, incendi, esplosioni, raggiungimento dei livelli di guardia di indicatori di contaminazione, dispersioni accidentali di rifiuti nell'ambiente.

*d) Programma di sorveglianza e controllo*

Il programma di sorveglianza e controllo è finalizzato a garantire che :

- tutte le sezioni impiantistiche assolvano alle funzioni per le quali sono progettate in tutte le condizioni operative previste
- vengano adottati tutti gli accorgimenti per ridurre i rischi per l'ambiente ed i disagi per la popolazione
- venga assicurato un tempestivo intervento in caso di incidenti ed adottate procedure/sistemi che permettano di individuare tempestivamente malfunzionamenti e/o anomalie nel processo produttivo
- venga garantito l'addestramento costante del personale impiegato nella gestione
- venga garantito alle autorità competenti ed al pubblico l'accesso ai principali dati di funzionamento, ai dati relativi alle emissioni, ai rifiuti prodotti, nonché alle altre informazioni sulla manutenzione e controllo, inclusi gli aspetti legati alla sicurezza
- vengano adottate tutte le misure per prevenire rilasci e/o fughe di sostanze inquinanti.

Il controllo e la sorveglianza dovrebbero essere condotti avvalendosi di personale qualificato ed indipendente. I prelievi e le analisi previste per garantire il rispetto dei limiti alle emissioni, indicate nei documenti autorizzativi, dovrebbero essere effettuati da laboratori competenti, preferibilmente indipendenti, operanti in regime di qualità secondo le norme ISO 9001 per le specifiche determinazioni indicate nel provvedimento autorizzativo.

*e) Preparazione della predisposizione del rapporto ambientale*

Il rapporto ambientale deve essere finalizzato a fornire i risultati ottenuti dall'impianto in rapporto ai suoi obiettivi ambientali e reso disponibile al pubblico. Ai fini della predisposizione del rapporto, l'operatore deve utilizzare indicatori ambientali esistenti che garantiscano:

- una adeguata illustrazione delle caratteristiche dell'impianto
- confronti delle performance dell'impianto nel corso degli anni
- confronti con i parametri settoriali, nazionali e internazionali
- verifica della conformità alle disposizioni della vigente normativa ambientale

*f) La convalida del sistema di gestione ambientale*

La convalida deve essere effettuata attraverso una certificazione interna o una verifica EMS esterna può aumentare la credibilità del sistema.

*g) Procedure di dismissione*

La dismissione pone rischi di contaminazione del suolo (e del sottosuolo) e genera una grande quantità di rifiuti. Tra le tecniche preventive si possono considerare:

- Utilizzare caratteristiche costruttive che facilitano lo smantellamento
- Minimizzare l'utilizzo di elementi contenenti sostanze pericolose
- Utilizzare materiali biodegradabili e riciclabili ove possibile

*h) Sviluppo di tecnologie pulite*

Considerare lo sviluppo di tecnologie pulite sia con studi e attività interne di ricerca e sviluppo, sia grazie ad analisi e confronti con il panorama internazionale di settore.

**Benefici ambientali realizzati**

L'adesione ad un EMS pone l'attenzione dell'operatore sulla performance ambientale dell'impianto. In particolare, la gestione, con procedure trasparenti, di operazioni di routine e eccezionali, dovrebbe assicurare la conformità con gli obiettivi ambientali.

I sistemi di gestione ambientale normalmente assicurano il continuo miglioramento della performance ambientale ovvero se l'impianto possiede una buona performance ambientale, il sistema aiuta a mantenerne alto il livello.

## G2. Tecniche da considerare nella determinazione delle BAT per gli impianti di selezione, produzione di CDR e trattamento RAEE

Nelle tabelle che seguono vengono sinteticamente illustrate le BAT per ciascuna tipologia di impianto trattato in queste linee guida.

### G.2.1 Individuazione delle BAT

Tabella 19

Gestione dei rifiuti in ingresso
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conoscenza della composizione del rifiuto in ingresso per l'identificazione del processo di trattamento               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Procedure di accettazione - Criteri di non accettazione</li> </ul> </li> <li>▪ Gestione delle caratteristiche dei rifiuti in ingresso:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- identificazione dei flussi in ingresso e di possibili rischi</li> <li>- programmazione delle modalità di conferimento dei carichi all'impianto.</li> <li>- pesatura del rifiuto</li> <li>- comunicazioni con il fornitore dei rifiuti</li> <li>- controlli, campionamenti e determinazione analitiche sui rifiuti in ingresso</li> </ul> </li> <li>▪ Stoccaggio dei rifiuti in ingresso:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- mantenimento di condizioni ottimali dell'area di impianto</li> <li>- adeguati isolamento, protezione e drenaggio dei rifiuti stoccati</li> <li>- minimizzazione della durata dello stoccaggio</li> <li>- aspirazione delle arie esauste dalle aree di stoccaggio</li> <li>- previsione di più linee di trattamento in parallelo</li> <li>- adeguati sistemi di sicurezza ed antincendio</li> </ul> </li> </ul>

Tabella 20

Preparazione di combustibile dai rifiuti
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ classificare e triturare i rifiuti prima delle operazioni di selezione</li> <li>▪ eseguire una separazione magnetica</li> <li>▪ eseguire le operazioni di miscelazione e vagliatura in un'area chiusa</li> <li>▪ usare un dispositivo che opera in atmosfera di azoto se c'è rischio di esplosioni</li> <li>▪ usare un sistema di stabilizzazione/essiccazione biologico dove possibile. L'essiccazione termica è BAT solo dove non è possibile l'essiccazione biologica</li> <li>▪ installare il separatore magnetico overband in linea con il nastro trasportatore sulla traiettoria di caduta del materiale</li> <li>▪ ri-selezionare il materiale con un separatore magnetico a tamburo o a puleggia per aumentare la separazione delle piccole particelle ferrose</li> <li>▪ usare uno schema di alimentazione dall'alto del tamburo magnetico</li> <li>▪ classificare per dimensione la particelle non ferrose fra 3 e 150 mm prima della separazione con un dispositivo a correnti indotte.</li> <li>▪ usare un campo magnetico alternato ad alta frequenza in modo da migliorare la separazione materiali non ferrosi più fini.</li> <li>▪ nel separatore dei metalli non ferrosi posizionare il polo magnetico eccentricamente</li> <li>▪ usare alimentatori a caduta vibranti per ottenere uno strato formato da una sola particella prima del separatore di metalli non ferrosi</li> <li>▪ usare il modo di funzionamento a cataratta con il vaglio rotante</li> <li>▪ riusare l'aria del classificatore ad aria a corrente ascendente con approssimativamente il 30% dell'aria in circolazione. La BAT consiste anche nello scaricare l'aria dalla parte in pressione del ventilatore attraverso un filtro di pulizia.</li> <li>▪ usare i dispositivi a raggi infrarossi per controllare il contenuto in plastica e carta.</li> </ul>

Tabella 20a

<b>Trattamento per la produzione di CDR da rifiuto secco selezionato conforme alla norma UNI 9903-1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Movimentazione ed alimentazione dei rifiuti</li> <li>▪ Idoneo posizionamento degli operatori addetti alla movimentazione</li> <li>▪ Disponibilità di spazio per i rifiuti rimossi (es.: ingombranti)</li> <li>▪ triturazione primaria con macchina a rotore lento e ad azione mista di frantumazione e taglio. Pezzatura in uscita 250-300 mm. dispositivo di blocco in caso di rifiuti non triturabili <ul style="list-style-type: none"> <li>- prima deferrizzazione con elettromagnete</li> <li>- selezione secco-umido dei RU indifferenziati</li> </ul> </li> <li>▪ trattamento di biostabilizzazione o di digestione anaerobica della frazione organica</li> <li>▪ intercettazione e selezione di parti contenenti cloro con sensore NIR</li> <li>▪ triturazione secondaria (con raffinatore) a uno o due rotori, con velocità di rotazione bassa,</li> <li>▪ pezzatura in uscita 100-150 mm, griglia che impedisce il passaggio di pezzatura superiore, dispositivo di blocco in caso di rifiuti non triturabili</li> <li>▪ separazione per densità (aerulico)</li> <li>▪ estrazione di metalli ferrosi e non ferrosi</li> <li>▪ pressatura in balle</li> <li>▪ in alternativa carico su semirimorchio con pressa stazionaria</li> </ul>

Tabella 20b

<b>Trattamento per la produzione di CDR da rifiuto sottoposto a bioessiccazione conforme alla norma UNI 9903-1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Movimentazione ed alimentazione dei rifiuti</li> <li>▪ Idoneo posizionamento degli operatori addetti alla movimentazione</li> <li>▪ Disponibilità di spazio per i rifiuti rimossi (es.: ingombranti)</li> <li>▪ Triturazione primaria con macchina a rotore lento e ad azione mista di frantumazione e taglio. Pezzatura in uscita 250-300 mm dispositivo di blocco in caso di rifiuti non triturabili</li> <li>▪ deferrizzazione</li> <li>▪ carico con carroponte o con altri mezzi automatici dei reattori biologici di bioessiccazione</li> <li>▪ trattamento di bioessiccazione della frazione organica</li> <li>▪ scarico con carroponte, o con altri mezzi meccanici automatici, dei reattori di bioessiccazione</li> <li>▪ intercettazione e selezione di parti contenenti cloro con sensore NIR</li> <li>▪ eventuale aggiunta di rifiuti ad alto potere calorifico (es. plastiche non clorurate, gomma)</li> <li>▪ triturazione secondaria (con raffinatore) a uno o due rotori, con velocità di rotazione bassa, pezzatura in uscita 100-150 mm, griglia che impedisce il passaggio di pezzatura superiore, dispositivo di blocco in caso di rifiuti non triturabili</li> <li>▪ separazione per densità con sistema aerulico; all'uscita del raffinatore le parti leggere vengono aspirate da una corrente di aria e vengono poi separate in un ciclone. Le parti pesanti cadono in un contenitore e vengono successivamente trattate</li> <li>▪ estrazione di metalli non ferrosi</li> <li>▪ pressatura del CDR in balle</li> <li>▪ in alternativa carico su semirimorchio con pressa stazionaria</li> <li>▪ trattamento degli scarti provenienti dal vaglio e dall'aerulico allo scopo di selezionare i metalli e gli inerti recuperabili.</li> </ul>

Tabella 21

<b>Gestione del CDR prodotto</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conoscenza della composizione del prodotto anche ai fini del rapporto con l'utilizzatore: <ul style="list-style-type: none"> <li>- avere un sistema di garanzia della qualità delle caratteristiche del materiale in uscita e fornire le principali caratteristiche fisiche e chimiche, in particolare per il CDR, PCI, contenuto in cenere, contenuto in acqua, contenuto di sostanze volatili, e un descrizione sommaria delle composizione chimica (in particolare C,H,O,N,S,Al,K,Na,P,Cl,F, altri metalli).</li> </ul> </li> <li>▪ Valutare le caratteristiche tecniche degli impianti di utilizzo: per il CDR, ad esempio le caratteristiche tecniche di un forno a cemento (alta temperatura, ambiente basico, necessità di limitare nel combustibile la quantità di inquinanti quali cromo (VI), piombo, cadmio, mercurio, tallio, zolfo, e gli alogeni totali).</li> <li>▪ produrre diversi tipi di combustibile da rifiuti a seconda dell'utilizzatore (esempio: forno a cemento, centrale a carbone, ecc)</li> </ul>

<p><b>Individuazione dei materiali prodotti secondo gli standard della norma UNI 9903-1 e secondo le richieste del destinatario finale. Esempio per il CDR.</b></p> <p>Descrivere esattamente le proprietà fisiche e chimiche del combustibile prodotto, quali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ potere calorifico</li> <li>▪ contenuto in ceneri</li> <li>▪ contenuto d'acqua</li> <li>▪ contenuto di materie volatili</li> <li>▪ composizione chimica (in particolare C, H, O, N, S, Al; Cu, Mn, P, Cl, F e altri metalli)</li> <li>▪ materiali contenuti nel combustibile, con riferimento ai limiti per il Cl e lo S.</li> </ul> <p>Limitare il contenuto di particolari inquinanti quali cromo VI, piombo, cadmio, mercurio, tallio, PCB, zolfo e contenuto di alogenuri totali per il combustibile destinato ai forni a cemento.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabella 22

<p><b>Trattamento per la selezione di qualità diverse di carta e cartone da raccolta mista</b></p> <p>Movimentazione ed alimentazione dei rifiuti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ idoneo posizionamento degli operatori addetti alla movimentazione</li> <li>▪ disponibilità di spazio per i rifiuti scaricati</li> <li>▪ Sistema di vagli (a dischi o oscillanti) per separazione del cartone dalla carta e per separazione dimensionale della carta stessa</li> <li>▪ Tramoggia con nastro di carico caricata da operatore con pala meccanica</li> <li>▪ Distribuzione del flusso di carta mista residua su un nastro in uno strato unico di materiale</li> </ul> <p>Separazione della carta di giornali e riviste per via di sensori ottici e di forma</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Controllo di qualità manuale</li> <li>▪ Stoccaggio separato delle varie qualità di carta</li> <li>▪ Alimentazione meccanica della pressa</li> <li>▪ Pressatura in balle</li> <li>▪ Controllo dei requisiti di qualità sul materiale ai fini della conformità con i processi di recupero</li> </ul>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabella 23

<p><b>Trattamento di selezione della raccolta multimateriale</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ area di consegna e stoccaggio dei rifiuti al chiuso sul pavimento</li> <li>▪ tramoggia con nastro di carico caricata da operatore con pala meccanica</li> <li>▪ vaglio oscillante</li> <li>▪ nastro di distribuzione,</li> <li>▪ separatore delle frazioni leggere (plastica, alluminio) per via aerea; i materiali giacenti sul nastro e distribuiti in maniera uniforme e monostrato passano sotto una cappa aspirante che li estrae dal flusso degli altri rifiuti e li convoglia a un ciclone dove si separano dall'aria e cadono in una tramoggia dove sono raccolti e inviati alla pressa.</li> <li>▪ magnete overbelt per separazione dei metalli ferrosi</li> <li>▪ dispositivo a correnti indotte per la separazione dei metalli non ferrosi</li> <li>▪ controllo di qualità sulla corrente di rottami di vetro residua dopo la separazione degli altri materiali</li> <li>▪ macchina per la selezione del vetro per colore</li> <li>▪ stoccaggio vetro per colore</li> <li>▪ stoccaggio ferro</li> <li>▪ stoccaggio altri metalli</li> <li>▪ pressatura e stoccaggio della plastica</li> <li>▪ controllo dei requisiti di qualità sul materiale ai fini della conformità con i processi di recupero</li> </ul>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabella 24

<p><b>Trattamento delle apparecchiature elettriche ed elettroniche dismesse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ organizzazione dell'impianto (divisione in settori, dotazioni specifiche)</li> <li>▪ classificazione e controllo delle apparecchiature in ingresso (vedi anche tabella 29)</li> <li>▪ stoccaggio dei rifiuti, per tipologia, con adeguata protezione</li> <li>▪ pretrattamento</li> <li>▪ messa in sicurezza</li> </ul>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- smontaggio delle parti mobili e dei pezzi di ricambio riutilizzabili
- controllo di qualità sulle parti di ricambio da avviare a riutilizzo
- separazione selettiva di componenti e sostanze ambientalmente critiche
- smontaggio di parti e prelievo dei componenti ai fini del recupero
- trattamento di specifiche tipologie di apparecchiature elettriche ed elettroniche (televisioni, monitor, PC, lavatrici e lavastoviglie)
- mulino per la frantumazione delle carcasse ai fini del recupero di materiali
- separazione delle frazioni recuperabili come materia e come energia
- stoccaggio separato delle varie frazioni e parti recuperate
- stoccaggio separato delle sostanze ambientalmente critiche da avviare a trattamento
- stoccaggio separato dei rifiuti da avviare a smaltimento
- controllo dei requisiti di qualità sul materiale ai fini della conformità con i processi di recupero
- estrazione e trattamento dei circuiti di raffreddamento
- controllo delle emissioni di sostanze lesive per l'ozono stratosferico
- verifica dell'estrazione dei CFC delle schiume isolanti.

Tabella 25

**Trattamento dell'aria in uscita dall'impianto**

- Adeguata individuazione del sistema di trattamento
  - Valutazione dei consumi energetici
  - Ottimizzazione della configurazione e delle sequenze di trattamento
- Rimozione delle polveri
- Riduzione degli odori con filtro biologico o con sistemi termici
- Rimozione dell' $\text{NH}_3$
- Rimozione di particolari sostanze inquinanti con scrubber chimici

Tabella 26

**Trattamento delle acque di scarico**

- Impiego di sistemi di trattamento a minor produzione di effluenti
- Massimizzazione del ricircolo delle acque reflue
- Raccolta separata delle acque meteoriche pulite
- Adeguati sistemi di stoccaggio ed equalizzazione
- Impiego di sistemi di trattamento chimico-fisico
- Trattamento biologico delle acque reflue possibilmente con l'utilizzo di impianti di depurazione esistenti nel territorio di pertinenza

Tabella 27

**Trattamento dei residui solidi**

- Classificazione e caratterizzazione di tutti gli scarti degli impianti di trattamento
- Rimozione degli inerti dagli scarti del separatore aerulico
- Recupero degli inerti
- Utilizzazione di altri scarti del processo di trattamento (esempio residui plastici da impianti di selezione per produzione di CDR)
- Caratterizzazione e adeguato smaltimento dei rifiuti non recuperabili

Tabella 28

**Rumore**

- Sistemi di scarico e pretrattamento al chiuso
- Impiego di materiali fonoassorbenti
- Impiego di sistemi di coibentazione
- Impiego di silenziatori su valvole di sicurezza, aspirazioni e scarichi di correnti gassose

Tabella 29

**Strumenti di gestione**

- Piano di gestione operativa

- |                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Programma di sorveglianza e controllo</li><li>▪ Piano di chiusura</li></ul> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Tabella 30

<b>Strumenti di gestione ambientale</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Sistemi di gestione ambientale (EMS)</li><li>▪ Certificazioni ISO 14001</li><li>▪ EMAS</li></ul>

Tabella 31

<b>Comunicazione e consapevolezza dell'opinione pubblica</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Comunicazioni periodiche a mezzo stampa locale e distribuzione di materiale informativo</li><li>▪ Organizzazione di eventi di informazione/discussione con autorità e cittadini</li><li>▪ Apertura degli impianti al pubblico</li><li>▪ Disponibilità dei dati di monitoraggio in continuo all'ingresso impianto e via Internet</li></ul>

## **H) ANALISI DELL'APPLICABILITÀ DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI**

### **H.1 Applicazione delle BAT**

L'applicabilità di una qualsiasi BAT, soprattutto nel caso degli impianti esistenti, non può risultare di carattere generale essendo essa legata a diversi fattori presenti a livello locale, che possono influenzare notevolmente le prestazioni raggiungibili.

Tra questi si citano:

- Le dimensioni dell'impianto;
- Il tempo di vita residuo ("età") dell'impianto;
- L'ubicazione e il contesto locale;
- Le caratteristiche dei rifiuti trattati (principalmente il contenuto di inquinanti);
- La presenza di vincoli di carattere tecnico.

La Tabella seguente riporta una valutazione dell'applicabilità delle B.A.T. nei diversi tipi di impianti esaminati, basandosi sulla disponibilità di mercato e sui tempi tecnici di realizzazione delle installazioni. Alla valutazione dei tempi è associata anche una valutazione dell'ordine di grandezza della spesa necessaria per i vari tipi di adeguamento.

Tabella 32

	Capacità impianto t/g	Adeguamento impiantistica di processo		Adeguamento opere civili		Adeguamento abbattimento emissioni		Adeguamento abbattimento rumori	
		tempo	impegno finanziario	tempo	impegno finanziario	tempo	impegno finanziario	tempo	impegno finanziario
Selezione multimateriale	<50	1 anno	medio	<1 anno	medio	< 1 anno	basso	< 1 anno	basso
	<200	1 anno	alto	< 1 anno	medio	< 1 anno	basso	< 1 anno	basso
	Oltre 200	1 anno	alto	< 1 anno	alto	< 1 anno	medio	1 anno	basso
Selezione carta	< 30	2 anni	alto	2 anni	medio	1 anno	medio	1 anno	basso
	< 100	2 anni	alto	2 anni	medio	1 anno	medio	1 anno	basso
	Oltre 100	2 anni	alto	2 anni	alto	1 anno	medio	1 anno	basso
Selezione plastica	< 20	2 anni	medio	2 anni	medio	1 anno	medio	1 anno	basso
	<50	2 anni	alto	2 anni	alto	1 anno	medio	1 anno	basso
	Oltre 50	2 anni	alto	2 anni	alto	1 anno	medio	1 anno	basso
Selezione ingombranti	< 20	1 anno	basso	1 anno	basso	1 anno	medio	1 anno	basso
	<50	1 anno	basso	1 anno	basso	1 anno	medio	1 anno	basso
	Oltre 50	1 anno	medio	1 anno	basso	1 anno	medio	1 anno	basso
Apparechiature Elettriche Elettroniche	< 20	1 anno	alto	1 anno	alto	1 anno	alto	1 anno	alto
	<50	1 anno	alto	1 anno	alto	1 anno	alto	1 anno	alto
	Oltre 50	2 anni	alto	2 anni	alto	2 anni	alto	2 anni	alto
Produzione CDR	<60	2 anni	alto			1 anno	medio	1 anno	medio
	<120	2 anni	alto			1 anno	medio	1 anno	medio
	Oltre 120	2 anni	alto	2 anni	alto	1 anno	medio	1 anno	medio

Impegno finanziario: alto > 500.000 € - medio > 150.000 € - basso > 25.000 €

**H.1.1 Le dimensioni dell'impianto**

L'adeguamento degli impianti di taglia ridotta alle BAT risulta inevitabilmente più oneroso.

**H.1.2 L'età dell'impianto**

In linea generale l'applicazione delle BAT dovrebbe essere idonea sia per gli impianti nuovi che per quelli esistenti.

E' altrettanto evidente che tale affermazione deve poi essere calata all'interno della realtà del singolo impianto.

**H.1.3 Le caratteristiche dei rifiuti trattati**

La conoscenza approfondita delle matrici in ingresso agli impianti di selezione, produzione di CDR e trattamento RAEE è di estrema importanza, per accertare la compatibilità con il processo e con l'impianto.

**H.1.4 Presenza di vincoli di carattere tecnico**

Tra le difficoltà che possono insorgere nell'applicazione di specifiche BAT occorre sicuramente annoverare, tra le altre, la mancata disponibilità di aree idonee per l'installazione di apparecchiature, sistemi e/o componenti aggiuntivi.

**H.1.5 Interventi per l'applicazione delle BAT**

Per l'adeguamento del sistema impiantistico nazionale ai dettami della direttiva IPPC possono essere individuati due tipi di interventi:

- Interventi di carattere operativo gestionale, caratterizzati da tempi di realizzazione e costi relativamente ridotti, nonché vantaggi prestazionali accettabili per impianti che sono praticamente già in linea o quasi con la futura normativa;
- Interventi ristrutturativi, che prevedono il rifacimento, più o meno esteso, di qualche sezione dell'impianto individuata come critica e che comportano tempi di realizzazione (indicativamente dell'ordine dei 24 mesi), con maggiori impegni economici.

Nella valutazione della scelta delle migliori tecniche si deve, anche, tener presente che potrebbe risultare difficoltoso adottarne alcune (es. sostituire un processo tecnologico con un altro) in impianti esistenti.

Le tecniche legate ad aspetti gestionali di cui al paragrafo E.6 devono, invece, sempre introdotte al fine di garantire elevati livelli di tutela dell'ambiente e della salute umana.

**H.2 Analisi di applicabilità in termini di costi benefici**

L'applicazione delle B.A.T. determina in generale, su tutte le tipologie d'impianto esaminate, i seguenti benefici:

- incremento della produttività degli impianti (maggiore automazione, maggiore affidabilità e minore necessità di manutenzione); minori costi di esercizio.
- miglioramento della qualità dei prodotti, determinata dalla funzionalità delle tecnologie, soprattutto in termini di costanza delle caratteristiche dei materiali da avviare al recupero.
- Maggiore sicurezza del lavoro, in quanto vengono eliminate in grande parte le operazioni manuali dirette sui rifiuti, il contatto con materiali polverosi, oggetti taglienti etc. Il lay-out degli impianti, spesso nati da un'installazione provvisoria è soggetto a una

razionalizzazione e a una revisione anche dal punto di vista della sicurezza, in particolare per il rischio dovuto a mezzi in movimento, a incendi, a esplosioni.

- Maggiore sostenibilità ambientale. L'adozione delle BAT sia per gli apparati produttivi che per gli impianti di abbattimento delle emissioni produce una maggiore efficienza di recupero, una migliore utilizzazione delle risorse (energia, acqua, materiali di consumo) e una maggiore difesa dell'ambiente.
- Maggiore controllabilità di tutto il sistema. La concentrazione delle lavorazioni in unità produttive più grandi e organizzate rende anche più controllabile tutto il sistema industriale del recupero, che tenderà per sé stesso a un maggiore autocontrollo.

A fronte di questi benefici si possono considerare i costi di impianto, che in certi casi possono essere relativamente elevati, specialmente per piccoli insediamenti che eseguono operazioni di trattamento a livello quasi familiare. Una conseguenza importante è sicuramente la notevole riduzione di impiego di manodopera in un settore dove sono spesso presenti cooperative che utilizzano personale non altamente qualificato. La maggiore dimensione degli impianti e del bacino di utenza servito può comportare entro certi limiti un aumento dei costi di trasporto a carico delle aziende che gestiscono la raccolta. In un sistema equilibrato questo fattore negativo è compensato dall'aumento di produttività degli impianti di recupero.

## **D) DEFINIZIONE DEI CRITERI DI INDIVIDUAZIONE E UTILIZZAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI**

### **I.1 La definizione di BAT**

#### **I.1.1 La direttiva 96/61/CE**

La direttiva 96/61/CE (“Direttiva IPPC”) definisce le “**migliori tecniche disponibili**” come: *“la più efficiente e avanzata fase di sviluppo di attività e relativi metodi di esercizio indicanti l'idoneità pratica di determinate tecniche a costituire, in linea di massima, la base dei valori limite di emissione intesi ad evitare oppure, ove ciò si riveli impossibile, a ridurre in modo generale le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso”*.

A tale scopo occorre tenere presente le seguenti definizioni:

- “*tecniche*”, si intende sia le tecniche impiegate sia le modalità di progettazione, costruzione, manutenzione, esercizio e chiusura dell'impianto;
- “*migliori*”, qualifica le tecniche più efficaci per ottenere un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso;
- “*disponibili*”, qualifica le tecniche sviluppate su una scala che ne consenta l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del pertinente comparto industriale, prendendo in considerazione i costi e i vantaggi, indipendentemente dal fatto che siano o meno applicate o prodotte nello Stato membro di cui si tratta, purché il gestore possa avervi accesso a condizioni ragionevoli.

#### **I.1.2 Impatto ambientale e rischi**

Le tecniche individuate devono minimizzare l'impatto dell'impianto sull'ambiente relativo a tutte le matrici interessate (acqua, aria, suolo) e sulla salute umana, nel rispetto degli specifici requisiti stabiliti dalla normativa vigente. La sicurezza dei lavoratori deve essere tutelata, in accordo alla vigente normativa.

#### **I.1.3 Fattibilità tecnico-economica**

Le tecniche prescelte devono essere affidabili e deve essere garantita la qualità dei sistemi e delle apparecchiature utilizzate. I costi di investimento, esercizio e manutenzione devono essere sostenibili. Le analisi costi-benefici devono aver dato prova positiva.

#### **I.1.4 Processo decisionale per l'individuazione delle BAT**

Per l'individuazione di una BAT occorre mettere in atto un processo decisionale che sulla base dei dati disponibili sulla tecnica in esame e della specifica applicazione, tenuto conto dei fattori locali e degli aspetti summenzionati possa portare ad una valutazione della sua applicabilità.

### **I.2 Criteri di individuazione delle BAT**

Considerazioni da tenere presenti nella determinazione delle migliori tecniche disponibili, tenuto conto dei costi e dei benefici che possono risultare da un'azione e del principio di precauzione e prevenzione.

#### **I.2.1. Impiego di tecniche a scarsa produzione di rifiuti**

Le tecniche adottate nei processi di trattamento devono limitare la produzione di rifiuti non recuperabili.

Inoltre devono essere affrontate le problematiche legate allo stoccaggio, carico, trasporto e scarico dei rifiuti prodotti.

**I.2.2 Impiego di sostanze meno pericolose**

Nella progettazione dell'impianto e nella sua conduzione deve essere previsto l'impiego di sostanze e materiali selezionati secondo i criteri della minore pericolosità e del minore consumo.

**I.3 Processi, sistemi o metodi operativi sperimentati su scala industriale**

Le tecniche individuate devono garantire prestazioni e livelli di esercizio verificati sulla base di applicazioni di successo su scala industriale.

L'impianto deve garantire elevata disponibilità e affidabilità di esercizio.

E' importante la molteplicità di fornitori e la disponibilità sul mercato di ricambi, materiali e reagenti necessari per l'esercizio e per le manutenzioni.

Le tecniche adottate devono essere compatibili con le condizioni locali (ambientali, climatiche, geografiche, socio-economiche).

**I.4 Progressi in campo tecnico e evoluzione delle conoscenze in campo scientifico**

Le tecniche devono essere scelte alla luce delle evoluzioni in campo scientifico e dei relativi progressi tecnici conseguiti nel settore del trattamento dei rifiuti.

Qualsiasi tecnica deve dimostrare anche la capacità di evolvere ed essere in grado di adattarsi a nuove soluzioni e condizioni.

**I.5 Natura, effetti e volume delle emissioni**

La valutazione degli effetti delle emissioni deve tenere conto della situazione al contorno (piani di qualità dell'aria e dell'acqua, piani territoriali e urbanistici, ecc.)

Devono essere utilizzate le tecniche più avanzate per la misurazione delle emissioni e dei parametri di processo, nel rispetto dei requisiti minimi prescritti dalla normativa.

**I.6 Messa in funzione degli impianti nuovi o esistenti**

Devono essere valutati la vita media di un impianto e la sua capacità produttiva nel tempo.

**I.7 Tempo richiesto per l'adozione di una migliore tecnica disponibile**

Nel settore del trattamento dei rifiuti, la variabilità e complessità dei materiali da trattare richiedono l'attenta sperimentazione e la verifica sul campo di qualsiasi nuova tecnica proposta.

Gli investimenti necessari possono essere notevoli; molto spesso il passaggio dalla sperimentazione alla realizzazione industriale è un processo lento e costoso che può richiedere anni.

**I.8 Consumo di risorse**

Le tecniche selezionate devono essere finalizzate alla minimizzazione dei consumi di acqua, materie prime, energia; devono inoltre prediligere l'impiego di sostanze e materiali la cui produzione è, a sua volta, causa di un ridotto impatto ambientale e minimi consumi energetici.

In questa valutazione può risultare utile l'impiego di sistemi di analisi del ciclo di vita (LCA).

Le tecniche prescelte devono utilizzare apparecchiature a basso consumo di energia.

**I.9 Prevenzione e riduzione dell'impatto globale sull'ambiente**

E' necessario minimizzare l'impatto delle emissioni in aria e in acqua, tenendo conto della specifica realtà territoriale in cui è insediato l'impianto. L'impatto globale deve essere valutato nell'ambito di piani locali della qualità dell'aria e delle acque.

Deve essere preso accuratamente valutato che un impianto non affidabile può mettere in crisi il servizio (pubblico o meno) di gestione dei rifiuti.

Sono richieste tecniche di misurazione di elevata qualità per il monitoraggio in continuo dei parametri operativi dell'impianto e delle emissioni.

**I.10 Prevenzione degli incidenti e minimizzazione degli effetti**

Le tecniche adottate devono considerare la possibilità di incidenti, guasti e malfunzionamenti degli impianti e prevenirne o limitarne le conseguenze. In caso di guasto improvviso o di mancanza di alimentazione, le apparecchiature devono portarsi autonomamente in condizioni di massima sicurezza.

Le tecniche prescelte devono prevedere tutte le misure per fronteggiare qualsiasi condizione anomala di esercizio. Deve essere previsto un idoneo sistema antincendio.

La responsabilità della gestione dell'impianto va affidata a persone competenti e il personale deve essere adeguatamente addestrato.

**GLOSSARIO-ABBREVIAZIONI-ACRONIMI**

CDR	Combustibile Derivato dai Rifiuti
EMS	Environmental Management System
Erec	Rendimento di recupero
Es	Rendimento di separazione
F.O.P.	Frazione Organica Putrescibile
F.O.S.	Frazione Organica Stabilizzata.
Fc	Quantità di una frazione merceologica contenuta nel flusso di rifiuti da selezionare
Fs	Quantità di una frazione merceologica selezionata
GAC	Granular Activated Carbon
IRD	Indice di Respirazione Dinamico
NIR	Near Infra Red
QR	Quantità di materiale recuperato
QT	Quantità totale di materiale all'ingresso dell'impianto
RDF	Refuse Derived Fuel
RU	Rifiuti Urbani
SRF	Solid Recovered Fuel

**BIBLIOGRAFIA**

- Rapporto Rifiuti 2005 APAT/ONR
- L'Italia del recupero – Rapporto Fise Assoambiente sul riciclo dei rifiuti 5<sup>a</sup> edizione
- Document on “Best Available Techniques Reference Document for the Waste Treatments Industries”
- Reference Document on Best Available Techniques in Common Waste and Water Gas Treatment / Management Systems in the Chemical Sector
- CITEC – Linee guida per la progettazione, la realizzazione e la gestione degli impianti a tecnologia complessa per lo smaltimento dei rifiuti urbani. A cura di Aulo Magagni- Ed Hyper 2004
- La produzione di combustibili derivati dai rifiuti in Italia De Stefanis- Chiadò –(ENEA)
- Il compostaggio in Italia, a cura di S.Piccinini. Maggioli editore, marzo 2002