



Università degli Studi di Padova

Facoltà di Ingegneria

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali

Tesi di Laurea

**Modello di gestione integrata dei
rifiuti del Gruppo Contarina Spa:
analisi dell'efficienza di variazioni
del sistema di raccolta**

Relatore: Prof. Noro Marco

Laureando: Zanatta Marco

Anno Accademico 2010/2011

Indice

Sommario	1
Introduzione	3
1 Produzione di rifiuti e normativa di riferimento	5
1.1 La gestione dei rifiuti in Europa	5
1.1.1 Quadro normativo europeo	5
1.1.1.1 Definizioni	7
1.1.1.2 La gerarchia dei rifiuti	8
1.1.1.3 Raccolta, riutilizzo, riciclo, recupero e smaltimento	8
1.1.2 La produzione di rifiuti in Europa	9
1.2 La gestione dei rifiuti in Italia	12
1.2.1 Quadro normativo nazionale	12
1.2.1.1 La normativa della Regione Veneto	15
1.2.2 La produzione di rifiuti in Italia	17
2 La gestione integrata dei rifiuti del Gruppo Contarina, Priula, TV3	23
2.1 La gestione integrata dei rifiuti	23
2.2 Il Gruppo Contarina, Priula e TV3	25
2.2.1 Il Consorzio Priula	26
2.3 Il modello di gestione integrata del Gruppo	28
2.3.1 La raccolta differenziata	29
2.3.1.1 Rifiuto secco non riciclabile	31
2.3.1.2 Rifiuto umido	31
2.3.1.3 Frazione vegetale	32
2.3.1.4 Frazione carta	32
2.3.1.5 Frazione cartone	32
2.3.1.6 Frazione vetro, plastica, lattine (VPL)	33
2.3.1.7 Rifiuti urbani pericolosi (RUP)	33
2.3.2 Impianto di produzione del CSS (ex CDR)	33
2.3.3 Impianto di termovalorizzazione	37
2.3.3.1 Le principali tipologie di inceneritore	38
2.3.3.1.1 Gli inceneritori a griglia	39
2.3.3.1.2 Gli inceneritori a letto fluido	42
2.3.3.1.3 Gli inceneritori a forno rotativo	44
2.3.3.2 Produzione di energia elettrica e teleriscaldamento	44
2.3.3.3 Le emissioni al camino	45

2.3.3.4	<i>Le scorie</i>	49
2.3.4	<i>Impianto di compostaggio</i>	49
2.3.5	<i>Impianto di trattamento meccanico biologico (TMB)</i>	52
2.3.6	<i>Le piattaforme CONAI per il recupero</i>	52
2.3.7	<i>La discarica</i>	55
2.3.7.1	<i>Il percolato ed il biogas</i>	55
2.3.8	<i>L'applicazione della tariffa</i>	59
2.3.8.1	<i>Modalità di applicazione della tariffa per le utenze domestiche</i>	59
3	<i>Il progetto "Plastica molle"</i>	63
3.1	<i>Gli obiettivi del progetto</i>	63
3.2	<i>La sperimentazione</i>	64
3.2.1	<i>Raccolta dei dati</i>	64
3.2.1.1	<i>Analisi dei dati del Comune di Volpago del Montello</i>	66
3.2.1.2	<i>Analisi dei dati dei Comuni di Paese, Preganziol, Roncade</i>	70
3.2.3	<i>Qualità del multimateriale vetro, plastica, lattine</i>	74
3.2.4	<i>Analisi dei vantaggi e degli svantaggi delle due modalità di raccolta</i>	77
3.3	<i>Conclusioni</i>	79
4	<i>Variazione del sistema di raccolta del Gruppo</i>	81
4.1	<i>Gli scenari proposti per il Consorzio Priula</i>	81
4.1.1	<i>Scenario 1</i>	82
4.1.1.1	<i>La plastica molle</i>	82
4.1.1.2	<i>Il VPL</i>	83
4.1.1.3	<i>Il rifiuto secco porta a porta</i>	84
4.1.1.4	<i>Analisi dei costi e ricavi</i>	84
4.1.1.4.1	<i>I costi</i>	84
4.1.1.4.2	<i>I ricavi</i>	87
4.1.1.4.3	<i>I margini</i>	89
4.1.2	<i>Scenario 2</i>	89
4.1.2.1	<i>Il multimateriale</i>	89
4.1.2.2	<i>Il rifiuto secco porta a porta</i>	91
4.1.2.3	<i>Analisi dei costi e ricavi</i>	92
4.1.2.3.1	<i>I costi</i>	92
4.1.2.3.2	<i>I ricavi</i>	94
4.1.2.3.3	<i>I margini</i>	95
4.1.3	<i>Conclusioni</i>	95
	<i>Conclusioni</i>	97
	<i>Bibliografia</i>	99

Sommario

Questa tesi affronta l'analisi dell'efficienza della variazione del sistema attuale di raccolta dei rifiuti del Gruppo Contarina Spa (TV). Il lavoro è articolato e sviluppato in quattro capitoli: produzione di rifiuti e quadro di riferimento, la gestione integrata dei rifiuti del Gruppo Contarina, Priula, TV3, il progetto "plastica molle", variazione del sistema di raccolta del Gruppo. Nel primo capitolo, inizialmente, viene analizzata la situazione in merito alla gestione dei rifiuti in Europa: sono illustrate le Normative attualmente in vigore a livello europeo con i propri piani e programmi ed i risultati concreti raggiunti negli ultimi anni. Successivamente, si passa prima alla Normativa nazionale e poi a quella della Regione Veneto, per arrivare, anche in questo caso, ai risultati raggiunti nel territorio.

Passando al secondo capitolo si analizza la gestione integrata dei rifiuti del Gruppo Contarina Spa per cui sono evidenziate e spiegate tutte le fasi del ciclo delle varie tipologie di rifiuto: dalla raccolta, al trattamento, allo smaltimento, fino all'applicazione della tariffa alle utenze.

Nel terzo capitolo è presentato il progetto "plastica molle" in cui sono stati analizzati i possibili vantaggi derivanti da una modifica dell'attuale sistema di raccolta del multimateriale (VPL: vetro, plastica e lattine) nel Consorzio Priula. Con il quarto ed ultimo capitolo si analizza la possibilità di estendere ai due Consorzi, facenti parte del Gruppo, il medesimo sistema di raccolta sperimentale verificando costi e benefici, vantaggi e svantaggi rispetto agli attuali sistemi.

Introduzione

Una delle controindicazioni più gravi che lo sviluppo socio-economico ha portato, in Italia ed ovunque nel mondo, è certamente quella dell'elevata produzione di rifiuti urbani. Se si considera l'aspetto quantitativo del "problema rifiuti", si può osservare che negli ultimi anni la produzione è cresciuta notevolmente. In particolare, nel nostro Paese, dal 1976 al 1993 il loro ammontare è passato da 247 a 465 kg/anno per abitante, fino ad arrivare, nel 2008, ad un ammontare di circa 542 kg/anno per abitante. La gestione dei rifiuti è un tema che riveste un ruolo centrale nell'agenda pubblica e la sua complessità è dovuta soprattutto al fatto che ancora in molte Regioni non è stato attuato un piano di raccolta differenziata e, se presente, non risulta efficiente. Di conseguenza l'emergenza ricade sulle discariche, aggravando le problematiche della gestione per gli amministratori locali. La ricerca delle possibili soluzioni per una gestione sostenibile dello smaltimento dei rifiuti è molto controversa, in quanto vede da un lato l'esigenza di bonificare i siti inquinati dalle discariche, ricercando soluzioni alternative che molto spesso ricadono nella termovalorizzazione, ma dall'altro le associazioni ambientaliste spingono per la non utilizzazione di queste tecnologie. Infatti, numerose associazioni si stanno muovendo per ottenere l'eliminazione totale dell'incenerimento, orientando i comportamenti sia delle persone che delle autorità regolatrici verso forme di prevenzione, riutilizzo e riciclaggio. D'altro canto è ben noto come l'Italia sia un paese scarso di risorse energetiche: ciò costringe ad un approvvigionamento all'estero sia di fonti primarie che di elettricità, con il pagamento di relativi elevati costi. Tra i Paesi dell'Unione Europea, l'Italia è quello che importa più energia, dove il nucleare è stato bandito da un referendum popolare e con un uso ancora limitato di fonti rinnovabili. Per quanto riguarda la termovalorizzazione dei rifiuti, essa permetterebbe di recuperare un quantitativo di energia pari a circa 5.100.000 MWh/anno, equivalenti ad un risparmio annuo di circa 3.201.507 di barili equivalenti di petrolio (bbl) e quindi a 438.596 tep (un barile equivalente di petrolio equivale a 0,137 tonnellate equivalenti di petrolio (tep), mentre un tep equivale a 11,628 MWh); considerando che, nel Dicembre 2010, il petrolio era quotato all'incirca 80 dollari a barile è facile calcolare un risparmio di circa 256 M\$, pari a circa 187 M€ (che può variare in base al tasso di cambio Euro/Dollaro). Per queste ragioni c'è un crescente interesse verso la termovalorizzazione non solo per la possibilità del recupero energetico, ma anche per il grande progresso conseguito nelle tecnologie di trattamento dei fumi e quindi per la possibilità di limitare l'impatto dannoso, nel medio-lungo termine, sulla salute umana delle sostanze inquinanti espulse al camino. Questo progresso è stato incentivato anche dalle normative europee e nazionali, che hanno fortemente ristretto i limiti di emissione; le tecnologie disponibili per l'abbattimento delle emissioni sono oggi in grado di soddisfare le

prescrizioni delle normative più restrittive. Inoltre gli studi d'impatto ambientale mostrano come un'attenta progettazione, ubicazione e gestione, renda quasi irrilevante l'incidenza sul territorio di questi impianti, così da realizzare una gestione dei rifiuti compatibile con lo sviluppo socio-economico sostenibile. Tuttavia, questo non deve impedire la ricerca di alternative alla termovalorizzazione, che possano comunque ovviare al problema della gestione dei rifiuti e nello stesso tempo far fronte alla crescente crisi energetica. Su tale frangente si sta facendo molto: il trattamento/recupero dei rifiuti può avvenire tramite il compostaggio, il riciclaggio e quindi il risparmio energetico; questi processi non sono alternativi ma complementari in una corretta politica di gestione integrata dei rifiuti. Per risolvere il problema rifiuti si deve intervenire in ogni fase della produzione, soprattutto, quando possibile, all'origine della formazione del bene che diverrà a fine vita rifiuto; l'imperativo è massimizzare il riutilizzo o il riciclaggio. Alla fine di questo processo la frazione destinata a discarica, sempre e comunque presente, sarà di quantità estremamente inferiore a quella di partenza e, se trattata opportunamente, molto stabile. Dati statistici parlano chiaro in merito al risparmio energetico e di materia dovuto al riciclo: con 19.000 barattoli si producono tutte le parti in acciaio di un'automobile, la produzione di alluminio riciclato permette di risparmiare il 95% di energia rispetto all'estrazione dalla bauxite, 1 tonnellata di carta riciclata equivale a 15 alberi salvati, 438.200 litri d'acqua e 4.900 kWh risparmiati. In quanto alle emissioni nocive in atmosfera i risultati sono più che positivi: basti pensare che con il riciclo di 1 tonnellata di PET le emissioni di CO₂ si riducono del 94%. Quindi riduzione, riutilizzo del materiale, riciclaggio della materia costituente il materiale raccolto e recupero sono i nuovi quattro imperativi che si impongono per affrontare correttamente il problema dello smaltimento dei rifiuti solidi urbani. Noi tutti dovremmo essere consapevoli di essere una parte del complesso meccanismo che può aiutare l'ambiente e noi stessi a vivere meglio.

Capitolo 1

Produzione di rifiuti e normativa di riferimento

1.1 La gestione dei rifiuti in Europa

L'Unione europea, al fine di limitare la crescita della produzione di rifiuti, propone un quadro giuridico volto a controllare tutto il ciclo dei rifiuti, dalla produzione allo smaltimento, ponendo l'accento sul recupero e il riciclaggio.

1.1.1 Quadro normativo europeo

La Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del consiglio del 19 novembre 2008, assieme alle direttive 1994/62/CE e ss.mm.ii. (successive modifiche ed integrazioni) e 1999/31/CE, riferite rispettivamente ai rifiuti d'imballaggio e alle discariche di rifiuti, costituiscono la normativa base in tema di gestione dei rifiuti. Nell'ordinamento degli Stati membri, ai quali la Direttiva 2008/98 si rivolge, il nuovo atto europeo deve essere recepito nel termine di due anni dalla sua entrata in vigore, precisamente entro il 12 dicembre 2010. Entro tale data, quindi, "gli Stati membri mettono in vigore le disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative necessarie per conformarsi alla presente direttiva" (art.40 Direttiva europea 2008/98). La Direttiva comporterà, pertanto, delle modifiche anche nell'attuale normativa in vigore in Italia.

I principi fondamentali contenuti nella Direttiva hanno lo scopo di: rafforzare le misure da adottare per la prevenzione dei rifiuti, seguire l'intero ciclo di vita dei prodotti e dei materiali, non soltanto nella fase in cui diventano rifiuti; porre particolare attenzione sulla riduzione degli impatti ambientali connessi alla produzione e alla gestione dei rifiuti, cercare di favorire al massimo il recupero dei rifiuti e l'utilizzazione dei materiali per preservare le risorse naturali.

La Direttiva 1994/62/CE si riferisce a tutti gli imballaggi immessi sul mercato nella Comunità e a tutti i rifiuti d'imballaggio, utilizzati o scartati da industrie, esercizi commerciali, uffici, laboratori, servizi, nuclei domestici e a qualsiasi altro livello, qualunque siano i materiali che li compongono. Gli Stati membri della CE devono adottare misure volte a prevenire la produzione di rifiuti d'imballaggi e a sviluppare i sistemi di riutilizzo degli stessi per ridurre l'impatto sull'ambiente.

In relazione alle discariche di rifiuti, la Direttiva 1999/31/CE mira a prevenire o a ridurre le ripercussioni negative sull'ambiente risultanti da esse. Sono specificate le diverse categorie di rifiuti (rifiuti urbani, pericolosi, non pericolosi e inerti) e quindi vengono classificate le discariche in tre categorie (art.4 Direttiva 1999/31/CE):

- discariche per rifiuti pericolosi;
- discariche per rifiuti non pericolosi;
- discariche per rifiuti inerti.

Sono esclusi dall'ambito di applicazione della Direttiva (art.3 Direttiva 1999/31/CE):

- lo spandimento di fanghi (compresi i fanghi di fogna e i fanghi risultanti dalle operazioni di dragaggio);
- l'uso di rifiuti inerti in lavori di accrescimento e ricostituzione nelle discariche;
- il deposito di terra non inquinata o di rifiuti inerti non pericolosi, ricavati dalla prospezione ed estrazione, dal trattamento e dallo stoccaggio di minerali nonché dallo sfruttamento di cave;
- il deposito di fanghi di dragaggio non pericolosi presso corsi d'acqua minori da cui sono stati dragati e di fanghi non pericolosi nelle acque superficiali, compreso il letto e il sottosuolo.

Inoltre è definita una procedura uniforme di ammissione dei rifiuti allo scopo di evitare ogni pericolo:

- i rifiuti devono essere trattati prima di essere collocati a discarica;
- i rifiuti pericolosi che corrispondono ai criteri della direttiva devono essere destinati ad una discarica per rifiuti pericolosi;
- le discariche per rifiuti non pericolosi devono essere utilizzate per i rifiuti urbani e per i rifiuti non pericolosi;
- le discariche per rifiuti inerti sono riservate esclusivamente ai rifiuti inerti.

Non sono ammessi in una discarica i seguenti rifiuti (art.5 Direttiva 1999/31/CE):

- i rifiuti liquidi;
- i rifiuti infiammabili;
- i rifiuti esplosivi o ossidanti;
- i rifiuti infettivi provenienti da cliniche o ospedali;
- i pneumatici usati, salvo eccezioni.

In Italia l'attuazione della Direttiva 1999/31/CE è avvenuta con il D.Lgs. n. 36 del 13/01/2003 ed in merito alle discariche sono stati fissati alcuni obiettivi importanti:

- entro cinque anni dalla data di entrata in vigore del suddetto Decreto i rifiuti urbani biodegradabili conferiti in discarica dovevano essere inferiori a 173 kg/anno per abitante;
- entro otto anni i rifiuti urbani biodegradabili conferiti in discarica dovranno essere inferiori a 115 kg/anno per abitante;
- entro quindici anni i rifiuti urbani biodegradabili conferiti in discarica dovranno essere inferiori a 81 kg/anno per abitante;

- non sono ammessi in discarica i rifiuti con PCI (Potere Calorifico Inferiore) > 13.000 kJ/kg a partire dal 31 dicembre 2010.

1.1.1.1 Definizioni

La direttiva europea prevede una serie di definizioni per superare alcune ambiguità (art.3 Direttiva europea 2008/98):

- rifiuto: qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o l'obbligo di disfarsi;
- produttore di rifiuti: la persona la cui attività produce rifiuti (produttore iniziale di rifiuti) o chiunque effettui operazioni di pretrattamento, miscelazione o altre operazioni che hanno modificato la natura o la composizione di detti rifiuti;
- detentore di rifiuti: il produttore dei rifiuti o la persona fisica o giuridica che ne è in possesso;
- commerciante: qualsiasi impresa che agisce in qualità di committente al fine di acquistare e successivamente vendere rifiuti, compresi i commercianti che non prendono materialmente possesso dei rifiuti;
- intermediario: qualsiasi impresa che dispone il recupero o lo smaltimento dei rifiuti per conto di altri, compresi gli intermediari che non prendono materialmente possesso dei rifiuti;
- gestione dei rifiuti: la raccolta, il trasporto, il recupero e lo smaltimento dei rifiuti, compresi la supervisione di tali operazioni e gli interventi successivi alla chiusura dei siti di smaltimento nonché le operazioni effettuate in qualità di commercianti o intermediari;
- raccolta: il prelievo dei rifiuti, compresi la cernita preliminare e il deposito preliminare, ai fini del loro trasporto in un impianto di trattamento;
- raccolta differenziata: la raccolta in cui un flusso di rifiuti è tenuto separato in base al tipo e alla natura dei rifiuti al fine di facilitarne il trattamento specifico;
- prevenzione: misure, prese prima che una sostanza, un materiale o un prodotto sia diventato un rifiuto, che riducono:
 - la quantità dei rifiuti, anche attraverso il riutilizzo dei prodotti o l'estensione del loro ciclo di vita;
 - gli impatti negativi dei rifiuti prodotti sull'ambiente e la salute umana;
 - il contenuto di sostanze pericolose in materiali e prodotti;
- riutilizzo: qualsiasi operazione attraverso la quale prodotti o componenti che non sono rifiuti sono reimpiegati per la stessa finalità per la quale erano stati concepiti;

- recupero: qualsiasi operazione il cui principale risultato sia di permettere ai rifiuti di svolgere un ruolo utile sostituendo altri materiali che sarebbero stati altrimenti utilizzati per assolvere una particolare funzione o di prepararli ad assolvere tale funzione, all'interno dell'impianto o nell'economia in generale;
- riciclaggio: qualsiasi operazione di recupero attraverso cui i materiali di rifiuto sono ritrattati per ottenere prodotti, materiali o sostanze da utilizzare per la loro funzione originaria o per altri fini. Include il ritrattamento di materiale organico ma non il recupero di energia né il ritrattamento per ottenere materiali da utilizzare quali combustibili o in operazioni di riempimento;
- smaltimento: qualsiasi operazione diversa dal recupero anche quando l'operazione ha come conseguenza secondaria il recupero di sostanze o di energia.

1.1.1.2 La gerarchia dei rifiuti

Nella previsione di una gerarchia delle attività di gestione dei rifiuti, articolata su cinque fasi, l'art.4 della Direttiva europea 2008/98 prevede che gli Stati membri adottino misure volte a incoraggiare le opzioni che diano il miglior risultato ambientale complessivo secondo il seguente ordine di priorità:

- prevenzione;
- preparazione per il riutilizzo;
- riciclaggio;
- recupero di altro tipo, per esempio il recupero di energia;
- smaltimento.

Può essere necessario che flussi di rifiuti specifici si discostino dalla gerarchia laddove ciò sia giustificato dall'impostazione in termini di ciclo di vita (LC: life cycle) in relazione agli impatti complessivi della produzione e della gestione di tali rifiuti. Inoltre gli Stati membri garantiscono che l'elaborazione della normativa e della politica dei rifiuti avvenga in modo pienamente trasparente, nel rispetto delle norme nazionali vigenti in materia di consultazione e partecipazione dei cittadini e dei soggetti interessati. In base agli articoli 1 e 13, gli Stati membri tengono conto dei principi generali in materia di protezione dell'ambiente di precauzione e sostenibilità, della fattibilità tecnica e praticabilità economica, della protezione delle risorse nonché degli impatti complessivi sociali, economici, sanitari e ambientali.

1.1.1.3 Raccolta, riutilizzo, riciclo, recupero e smaltimento

La Direttiva ribadisce l'importanza della raccolta differenziata, ove necessario per il recupero, e obbligatoria entro il 2015 per carta, metalli, plastica e vetro. Questo affinché gli Stati membri raggiungano entro il 2020 il 50% di riutilizzo e riciclo, complessivamente, dei rifiuti domestici

di carta, metalli, plastica e vetro, e il 70% di preparazione per il riutilizzo, riciclo e recupero di materiale di rifiuti da costruzione e demolizione. Per il riutilizzo gli Stati dovranno anche favorire la costituzione e il sostegno di reti di riutilizzo e di riparazione, nonché l'uso di strumenti economici, di criteri in materia di appalti, di obiettivi quantitativi. Si fa riferimento a “sostanza o oggetto”, e non a “materia prima seconda”: un rifiuto cessa di essere tale al termine di un'operazione di recupero, incluso il riciclaggio, e se soddisfa una serie di criteri specifici (da definire) conformi alle condizioni minime (comune impiego per scopi specifici nel rispetto dei rispettivi requisiti tecnici e standard, esistenza di un mercato nel rispetto dell'ambiente), stabilite per la “sostanza o oggetto”. In proposito, gli Stati potranno definire i criteri suddetti, caso per caso.

Nel momento in cui il recupero non sia effettuato secondo norma, gli Stati membri provvedono affinché i rifiuti siano sottoposti ad operazioni di smaltimento sicure che ottemperino alle disposizioni in relazione alla protezione della salute umana e dell'ambiente (art.12 Direttiva europea 2008/98).

1.1.2 La produzione di rifiuti in Europa

Nel 2007 la produzione totale di rifiuti nell'UE di 25 Stati membri, comprendendo anche i paesi dell'Associazione europea di libero scambio (EFTA), si aggira tra 1.750 e 1.900 milioni di tonnellate annue (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), 2008). Paesi come Francia, Romania, Germania e Regno Unito producono più di 300 milioni di tonnellate ciascuno. La quantità di rifiuti pericolosi prodotta ammonta a circa 74 milioni di tonnellate per i 27 Stati membri, di cui ben 58,8 generate nell'UE 15. La quota di rifiuti pericolosi prodotta costituisce circa il 2,7% dei rifiuti totali, ma si registra una notevole variabilità tra i 27 Stati Membri (in Estonia costituisce circa un terzo, in Belgio il 9,8%, in Spagna, Francia ed Austria l'1,9%). Le difficoltà legate alla qualità e comparabilità dei dati diminuiscono sensibilmente per quanto riguarda i rifiuti urbani, che costituiscono circa il 14% del totale dei rifiuti prodotti in ambito europeo. Per essi è possibile disporre di informazioni valide per ogni Stato membro, in particolare per gli Stati UE 15, dove i sistemi di contabilità e di reporting sono maggiormente consolidati. I dati Eurostat relativi alla serie storica degli anni 1995-2007 mostrano una leggera ma costante crescita della produzione dei rifiuti urbani negli Stati UE 15, correlabile con l'aumento della ricchezza, del reddito procapite, e dell'adozione di standard di vita che richiedono un maggior utilizzo delle risorse naturali (Figura 1.1).

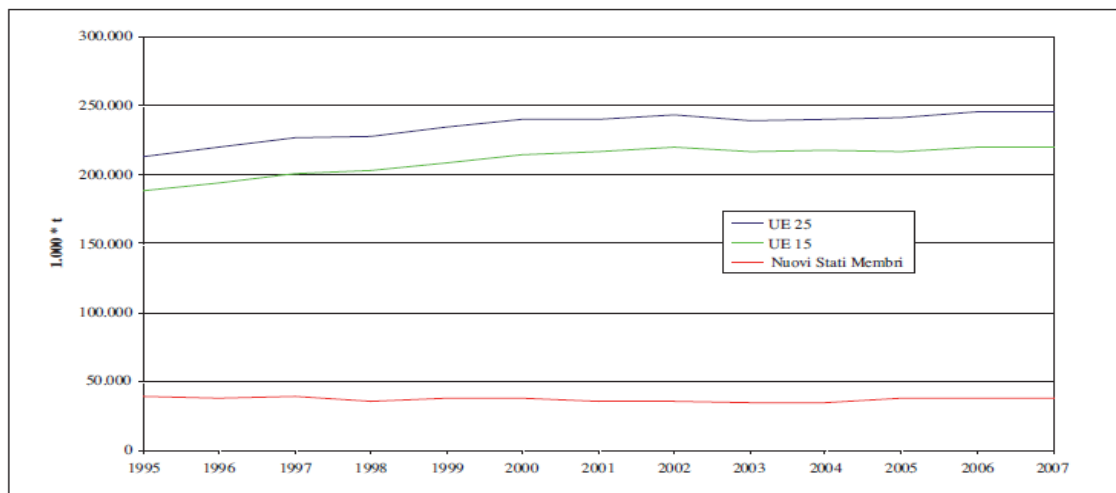


Figura 1.1: Andamento della produzione di rifiuti urbani nell'UE, 1995-2007 (Ufficio Statistico delle Comunità Europee (Eurostat), 2007)

I 25 Stati membri hanno prodotto, nel 2007, circa 246,4 milioni di tonnellate di rifiuti urbani, con una crescita di circa lo 0,2% rispetto al 2006. Dal 1995 al 2007 si è registrato un aumento di circa 32 milioni di tonnellate, corrispondenti ad un incremento del 14%. Il contributo degli Stati entrati a far parte dell'UE dopo il 2004 (Nuovi Stati Membri) ammonta a circa 38 milioni di tonnellate nell'anno 2007, corrispondenti a circa il 14,7 % dei rifiuti prodotti nell'UE 27. La Figura 1.2 illustra l'andamento negli ultimi 5 anni della produzione di rifiuti urbani nei Paesi dell'UE 27. Si può notare che cinque Stati Membri (Germania, Regno Unito, Francia, Italia e Spagna) producono circa il 67,5% dei 258 milioni di tonnellate di rifiuti urbani prodotti nel 2007 nei 27 Paesi membri dell'Unione. Per quanto riguarda i Paesi entrati nell'UE in seguito al 2004, il contributo maggiore alla produzione dei rifiuti urbani viene fornito da Polonia (32,3 % dei nuovi Stati membri), Romania ed Ungheria, responsabili dei due terzi dei circa 38 milioni di tonnellate di rifiuti urbani prodotti dai nuovi Stati membri.

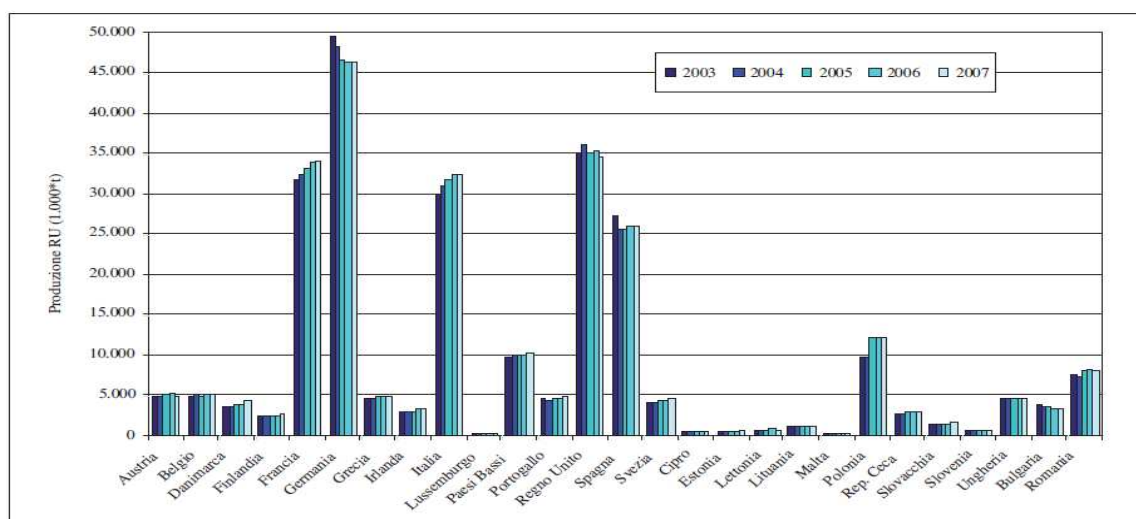


Figura 1.2: Produzione di RU nell'UE 27, 2003-2007 (Ufficio Statistico delle Comunità Europee (Eurostat), 2007)

La produzione procapite di rifiuti urbani è aumentata fino a raggiungere nel 2007 il valore di 563 kg/abitante per anno, con un tasso di incremento, nel periodo 1995-2007, pari all'11,3%.

Per quanto riguarda la gestione dei rifiuti nel 2007, circa il 42% dei rifiuti urbani gestiti è stato smaltito in discarica, il 20% è stato avviato ad incenerimento mentre il 38% è stato avviato a riciclaggio (incluso il compostaggio ed il trattamento meccanico biologico). Le discariche, che sono l'opzione meno adeguata dal punto di vista ambientale, rappresentano la via di gestione ancora maggiormente utilizzata, soprattutto nei nuovi paesi membri.

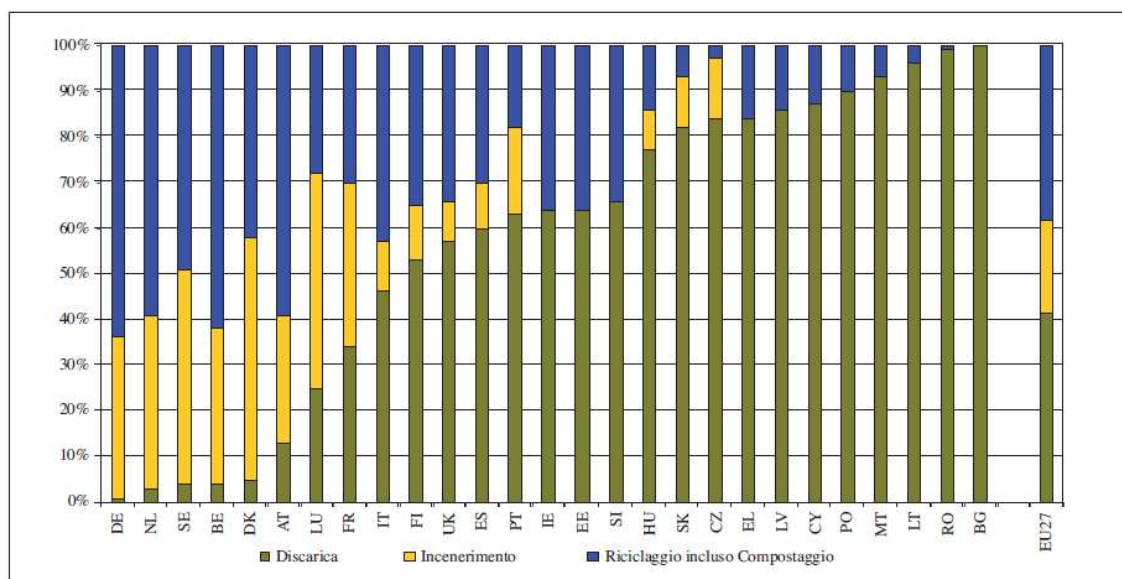


Figura 1.4: Gestione dei RU nell'UE, 2007 (Ufficio Statistico delle Comunità Europee (Eurostat), 2007)

Dal grafico della Figura 1.4 si osserva la varietà di differenti strategie di gestione in atto nei Paesi dell'UE: si può notare come per molti Paesi dell'UE 15 il ricorso allo smaltimento in discarica sia inferiore al 10%, in particolare per Germania, Paesi Bassi, Danimarca, Svezia, Belgio ed Austria, mentre per la maggior parte dei Paesi UE 10 rappresenta la principale forma di gestione, registrando valori superiori all'80%. In seguito all'introduzione della Direttiva discariche 1999/31/CE e di altre normative collegate, si registra un trend di diminuzione per lo smaltimento in discarica. Il valore procapite relativo allo smaltimento in discarica nei Paesi UE 15 passa dai 293 kg/abitante per anno del 1995 ai 195 kg/abitante per anno del 2007, corrispondenti ad una riduzione del 33,4%. Il dato relativo al procapite UE 25 segna una riduzione inferiore nello stesso arco temporale, pari al 29,6% in seguito al contributo degli Stati membri di recente accesso. Il valore di incenerimento procapite relativo all'UE 15 aumenta, nel periodo 1995-2007, di circa 46 kg/abitante per anno ed analogamente risulta che il procapite UE 25 passa da 69 a 110 kg/abitante per anno (ovvero un incremento del 60%). I valori di rifiuti urbani destinati all'incenerimento variano notevolmente tra gli Stati, passando da realtà come Danimarca (427 kg/abitante per anno nel 2007), Lussemburgo (245), Svezia (240) e Paesi Bassi

(200), a Paesi come Irlanda, Grecia, Cipro, Lituania, Malta, Romania e Bulgaria, in cui non si ricorre a questa opzione. Per quanto riguarda il riciclo nell'UE 27 esso raggiunge un totale di circa 47,8 milioni di tonnellate, pari al 58,5% dell'impresso, mentre il recupero di energia, le altre forme di recupero e l'incenerimento si collocano a circa 11,2 milioni di tonnellate.

L'analisi dei dati relativi ai diversi materiali di imballaggio mostra che la frazione con i migliori risultati di recupero nei paesi UE 27 risulta quella dei materiali cellulosici, con una quantità recuperata di circa 27,8 milioni di tonnellate (pari ad un recupero totale dell'87,1% rispetto all'impresso al consumo), e di cui oltre 24,5 milioni avviati a riciclaggio (corrispondenti al 76,7%). Il vetro recuperato ammonta a 10,5 milioni di tonnellate, che corrispondono a percentuali di recupero e riciclaggio pari al 63,5%. I metalli (principalmente alluminio ed acciaio) ammontano a circa 3,2 milioni di tonnellate, con percentuali di riciclaggio e recupero rispettivamente del 67% e 67,7% dell'impresso al consumo. Le quantità di imballaggi in legno complessivamente recuperate sono pari a circa 8,9 milioni di tonnellate, corrispondenti a percentuali di recupero del 67,7 %, rispetto all'impresso al consumo, mentre il riciclaggio del legno supera i 5,4 milioni di tonnellate (41,4%). Per quanto riguarda gli imballaggi in plastica, circa 8,5 milioni di tonnellate sono recuperate, (corrispondenti al 56,8%), mentre il 27,7% dell'impresso al consumo nell'UE 27 viene riciclato (corrispondente ad una quantità di poco inferiore a 4,2 milioni di tonnellate).

1.2 La gestione dei rifiuti in Italia

In Italia, con l'introduzione del Testo Unico Ambiente del 2006, sono stati imposti dei nuovi obiettivi per incrementare la raccolta differenziata dei rifiuti urbani. Il Decreto sottolinea la priorità della prevenzione, della riduzione della produzione e della pericolosità dei rifiuti, a cui seguono il recupero di materia e di energia e quindi, come fase residuale dell'intera gestione, lo smaltimento. C'è la consapevolezza che il problema dei rifiuti non può essere risolto soltanto in termini di tecnologie di smaltimento, ma deve essere affrontato a largo spettro, intervenendo con sistemi appropriati e con opportune iniziative di tipo gestionale in ogni sua fase. Quella dei rifiuti è, infatti, una filiera che si origina dalla loro produzione industriale, passa attraverso la loro raccolta, l'eventuale separazione o pretrattamento, il loro recupero o riciclaggio e termina con lo smaltimento.

1.2.1 Quadro normativo nazionale

La prima normativa nazionale sulla gestione dei rifiuti risale alla legge 366/1941, in materia di smaltimento dei rifiuti urbani, ma si occupava principalmente del risparmio di risorse. Dopo il DPR (Decreto del Presidente della Repubblica) 915/1982 in attuazione ad una direttiva comunitaria, non si sono avuti altri interventi legislativi in materia. Con il D.lgs. (Decreto

legislativo) 22/1997 (cosiddetto Decreto Ronchi) si dà attuazione alla direttiva 91/156/CE sui rifiuti, alla direttiva 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e alla direttiva 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio. Tutte le norme in materia ambientale sono state riordinate dal Testo Unico Ambiente (D.lgs. 152/2006) in attuazione alla legge delega n.308/2004 del 15 dicembre. In ogni modo l'oggetto del decreto Ronchi è la gestione dei rifiuti, compresi quelli pericolosi, degli imballaggi e dei rifiuti d'imballaggio, con il fine di garantire la protezione dell'ambiente attraverso un'attenta gestione dei rifiuti ed in particolare attraverso un meccanismo di controlli, specialmente riguardo ai rifiuti pericolosi. La gestione dei rifiuti costituisce attività di pubblico interesse, al fine di assicurare un'elevata protezione dell'ambiente e controlli efficaci (art.2 Decreto Ronchi, 1997) mentre le autorità competenti devono adottare, ciascuna nell'ambito delle proprie attribuzioni, iniziative dirette a favorire, in via prioritaria, la prevenzione e la riduzione della produzione e della pericolosità dei rifiuti mediante, lo sviluppo di tecnologie pulite, la promozione di strumenti economici, ecobilanci, sistemi di ecoaudit, analisi del ciclo di vita dei prodotti, azioni di informazione e di sensibilità dei consumatori, lo sviluppo di tecniche appropriate per l'eliminazione di sostanze pericolose contenute nei rifiuti destinati ad essere recuperati o smaltiti (art.3 Decreto Ronchi, 1997). Il recupero e lo smaltimento devono avvenire senza recare danni all'ambiente con particolare attenzione ai rischi per acqua, suolo, aria, fauna e flora, uomo, alla produzione di rumori e odori e infine alla salvaguardia del paesaggio. Uno dei primi obiettivi che il decreto intendeva conseguire era la riduzione della produzione e della pericolosità dei rifiuti attraverso una serie di meccanismi:

- sviluppo di energie pulite;
- ecobilanci, ecolabel ed ecoaudit;
- immissione nel mercato di prodotti ecocompatibili.

L'obiettivo primario era quello del recupero dei rifiuti attraverso il reimpiego, riciclaggio ed utilizzazione degli stessi come combustibile o fonte energetica. Tuttavia lo smaltimento doveva avvenire utilizzando le migliori tecnologie a disposizione che non comportassero costi eccessivi. A tal scopo sono stati imposti alcuni divieti, che riguardano la realizzazione di nuovi impianti di incenerimento (la cui realizzazione è possibile solo se la combustione prevede anche una fase di recupero energetico), lo smaltimenti dei rifiuti urbani non pericolosi (non possibili in Regioni diverse da quelle di produzione, fatti salvi gli accordi regionali od internazionali) e lo smaltimento in discarica. Ulteriori divieti riguardavano la miscelazione dei rifiuti pericolosi tra loro, o con rifiuti non pericolosi (art.9 Decreto Ronchi, 1997), l'abbandono o il deposito incontrollato sul suolo e nel suolo e l'immissione nelle acque superficiali e sotterranee. Per quanto concerne gli oneri derivanti dalle attività di smaltimento, essi sono posti a carico del detentore, che li deve trasportare in un impianto di smaltimento autorizzato. Se si tratta di rifiuti speciali il detentore deve, se possibile, provvedere all'autosmaltimento, altrimenti conferirà l'incarico a terzi autorizzati o a un gestore pubblico di raccolta dei rifiuti urbani qualora siano

rifiuti assimilati; in questi ultimi due casi il detentore del rifiuto era esente da responsabilità (art.10). In relazione agli obblighi di documentazione ed agli elenchi dei rifiuti, è previsto un Catasto dei rifiuti in modo da assicurare un quadro conoscitivo e aggiornato, anche ai fini della pianificazione e del controllo. Tra la documentazione da presentare ogni anno al Catasto, ci sono i registri di carico e scarico, su cui annotare le caratteristiche qualitative e quantitative dei rifiuti; durante il trasporto i rifiuti devono essere accompagnati da un formulario di identificazione, che contenga i dati relativi ai soggetti coinvolti nello smaltimento, la destinazione ed il percorso.

Con l'introduzione del Testo Unico Ambiente (D.Lgs. 152/2006), entrato in vigore il 29 Aprile 2006 che riprende, in buona parte, il Decreto Ronchi sono state introdotte alcune modifiche. Negli articoli 179-181 della parte IV riguardante i rifiuti sono definite una serie di competenze delle Pubbliche Amministrazioni che devono sostenere iniziative di riduzione della produzione dei rifiuti e il loro recupero. L'art.179 fissa i criteri di priorità nella gestione dei rifiuti; in particolare stabilisce che le Pubbliche Amministrazioni devono perseguire iniziative dirette a favorire prioritariamente la prevenzione e la riduzione della produzione e della nocività dei rifiuti mediante:

- immissione sul mercato di prodotti a basso impatto ambientale (in ogni fase della loro realizzazione);
- utilizzo di tecniche appropriate per eliminare le sostanze pericolose contenute in rifiuti che vanno poi recuperati;
- le Pubbliche Amministrazioni devono utilizzare nuovi strumenti per il recupero dei rifiuti, il loro riciclo, oppure per ottenere energia.

L'art.180 promuove nuove forme di prevenzione: sensibilizzazione dei consumatori, sistemi di qualità, sviluppo di marchi ecologici (Ecolabel ad esempio), prodotti a basso impatto ambientale. Le Pubbliche Amministrazioni, nell'istituire le gare d'appalto, devono prevedere delle clausole che favoriscano le migliori competenze tecniche in materia di prevenzione e produzione dei rifiuti. Passando all'art.181, esso prevede agevolazioni per le imprese che modifichino i loro cicli produttivi per ridurre la pericolosità dei rifiuti e favorirne il recupero. Le Pubbliche Amministrazioni promuoveranno accordi con terze parti per favorire il riutilizzo e il riciclaggio e altre forme di recupero dei rifiuti e la raccolta differenziata. Inoltre vengono stabiliti accordi di programma per definire i metodi di recupero dei rifiuti, per le modalità di raccolta e messa in riserva, il trasporto dei rifiuti. Sullo smaltimento dei rifiuti, l'art.182 dispone che quest'ultima fase della gestione dei rifiuti deve avvenire in condizioni di sicurezza e secondo le migliori tecniche disponibili:

- realizzando lo smaltimento dei rifiuti urbani non pericolosi in ambiti territoriali ottimali;
- permettendo lo smaltimento in impianti appropriati e vicini al luogo di raccolta e produzione del rifiuto stesso;

- utilizzando le migliori tecnologie per garantire la protezione dell'ambiente e della salute pubblica.

Inoltre viene decretato il divieto di smaltimento dei rifiuti urbani non pericolosi extra regione. Fanno eccezione le frazioni di rifiuti urbani oggetto di raccolta differenziata destinata al recupero. Lo smaltimento dei rifiuti urbani nei depuratori è previsto per la frazione biodegradabile ottenuta per separazione fisica della parte residua dei rifiuti solidi urbani.

1.2.1.1 La normativa della Regione Veneto

Nel 1988 fu redatto il Piano Regionale per lo smaltimento dei rifiuti urbani, il quale prevedeva l'autosufficienza locale, il principio di prossimità, l'attuazione di un programma di interventi per costruire un sistema organico territorialmente e funzionalmente integrato per la raccolta, il trasporto, il recupero, il trattamento dei rifiuti e l'istituzione del mercato delle materie prime seconde. Il tutto fu possibile mediante: la suddivisione del territorio veneto in 30 bacini di utenza, la costituzione degli Enti responsabili di bacino, l'autosufficienza sia a livello regionale sia all'interno dei bacini, l'individuazione di uno o più impianti/discarda per ogni bacino, specifici obblighi di conferimento dei RSU (rifiuti solidi urbani) prodotti nel territorio dei singoli bacini agli impianti/discarda assegnati. Ogni Ente aveva delle competenze specifiche:

- provvedere alla progettazione, realizzazione e gestione degli impianti direttamente o in concessione;
- effettuare studi di fattibilità degli impianti con proposte di individuazione di ulteriori siti;
- promuovere ed organizzare iniziative per la raccolta differenziata a vari livelli;
- coordinare la raccolta ed il trasporto dei rifiuti;
- provvedere alla raccolta dei dati di produzione dei vari Comuni.

Con la Legge Regionale n.3 del 21/01/2000 si promuove la gestione unitaria dei rifiuti urbani in Ambiti Territoriali Ottimali (ATO) (secondo le modalità programmate dall'Autorità d'Ambito (AdA)) al fine di realizzare l'autosufficienza nello smaltimento degli stessi. Sono due gli strumenti di pianificazione: il *Piano Regionale di gestione dei rifiuti urbani* e i *Piani Provinciali di gestione dei rifiuti urbani*. Il primo stabilisce la tipologia ed il complesso degli impianti per la gestione dei RU da realizzare nella Regione tenendo conto dell'obiettivo di assicurare la gestione dei RU all'interno degli ATO nonché dell'offerta di smaltimento e di recupero da parte del sistema produttivo; inoltre indica la tipologia e la quantità degli impianti per l'incenerimento, con recupero energetico, dei RU e per l'utilizzazione principale degli stessi come combustibile o altro mezzo per produrre energia, tenendo conto che in tal caso l'ambito territoriale ottimale per la gestione è l'intero territorio regionale. I Piani Provinciali assicurano

negli ATO l'autosufficienza dello smaltimento dei RU, ad esclusione degli aspetti legati alla termovalorizzazione. Nel novembre del 2004 il Consiglio Regionale ha approvato:

- il Piano Regionale gestione Rifiuti Urbani;
- il Piano Provinciale Gestione Rifiuti Urbani (6 province);
- la Legge Regionale n.22/04 (modifica della Legge Regionale 3/2000).

I Comuni e le Province ricadenti in ciascun ATO, individuato dal piano provinciale di gestione dei rifiuti urbani, istituiscono l'Autorità d'Ambito con il fine di garantire la gestione dei rifiuti urbani secondo criteri di efficacia, efficienza ed economicità.

L'Autorità d'Ambito provvede a:

1. redigere ed approvare il programma pluriennale degli interventi (con l'indicazione della localizzazione degli impianti previsti e le relative risorse finanziarie);
2. realizzare gli interventi previsti dal programma pluriennale o individuare i soggetti cui affidarli;
3. individuare i soggetti cui affidare la gestione operativa dello smaltimento dei rifiuti urbani, nonché della raccolta e trasporto, qualora i singoli comuni non si organizzino autonomamente;
4. coordinare i criteri per la determinazione della tariffa e provvedere alla riscossione della stessa direttamente o tramite terzi;
5. adottare un regolamento tipo relativo alla gestione dei rifiuti urbani da applicare da parte dei Comuni;
6. verificare la gestione operativa;
7. stabilire obiettivi di raccolta differenziata di ogni singolo Comune al fine del raggiungimento per l'intero ambito delle percentuali previste (il mancato raggiungimento, nei singoli Ambiti Territoriali Ottimali, delle percentuali minime stabilite comporta l'impossibilità per gli ATO di accedere a contributi);
8. raccogliere ed elaborare i dati di produzione dei rifiuti urbani e di raccolta differenziata nei Comuni;
9. raccogliere i dati necessari alla certificazione dell'effettivo recupero dei rifiuti derivanti dalla raccolta differenziata;
10. organizzare e coordinare il sistema delle raccolte ed il trasporto dei rifiuti agli impianti di recupero e smaltimento;
11. approvare la maggiorazione delle tariffe, per il conferimento dei rifiuti urbani agli impianti di smaltimento e recupero, necessaria per far fronte alle proprie spese di funzionamento, alle ulteriori forme di compensazione ambientale, per finanziare il programma pluriennale, da destinare per interventi a favore dei Comuni che raggiungono gli obiettivi di RD (Raccolta Differenziata) previsti da ciascun ATO.

L'Autorità d'Ambito non può svolgere attività di gestione operativa relative alla raccolta, trasporto, recupero e smaltimento dei rifiuti urbani. I Comuni provvedono alla gestione dei rifiuti urbani e assimilati attraverso l'Autorità d'Ambito, mentre quest'ultima provvede alla organizzazione ed alla gestione del servizio di norma tramite un unico gestore salvo:

- il servizio di raccolta e trasporto che può essere organizzato autonomamente dai singoli Comuni mediante l'individuazione del soggetto gestore;
- la possibilità di prevedere più soggetti gestori, dove particolari ragioni di natura territoriale, amministrativa, economica e tecnica lo richiedano.

1.2.2 La produzione di rifiuti in Italia

In base ai dati forniti dall'ISPRA nel 2009 la produzione nazionale dei rifiuti urbani si attesta, nell'anno 2008, a poco meno di 32,5 milioni di tonnellate mostrando, rispetto al 2007, una leggera contrazione (-0,2%), che fa seguito alla sostanziale stabilità già riscontrata tra il 2006 ed il 2007 (+0,1%) (Figura 1.5).

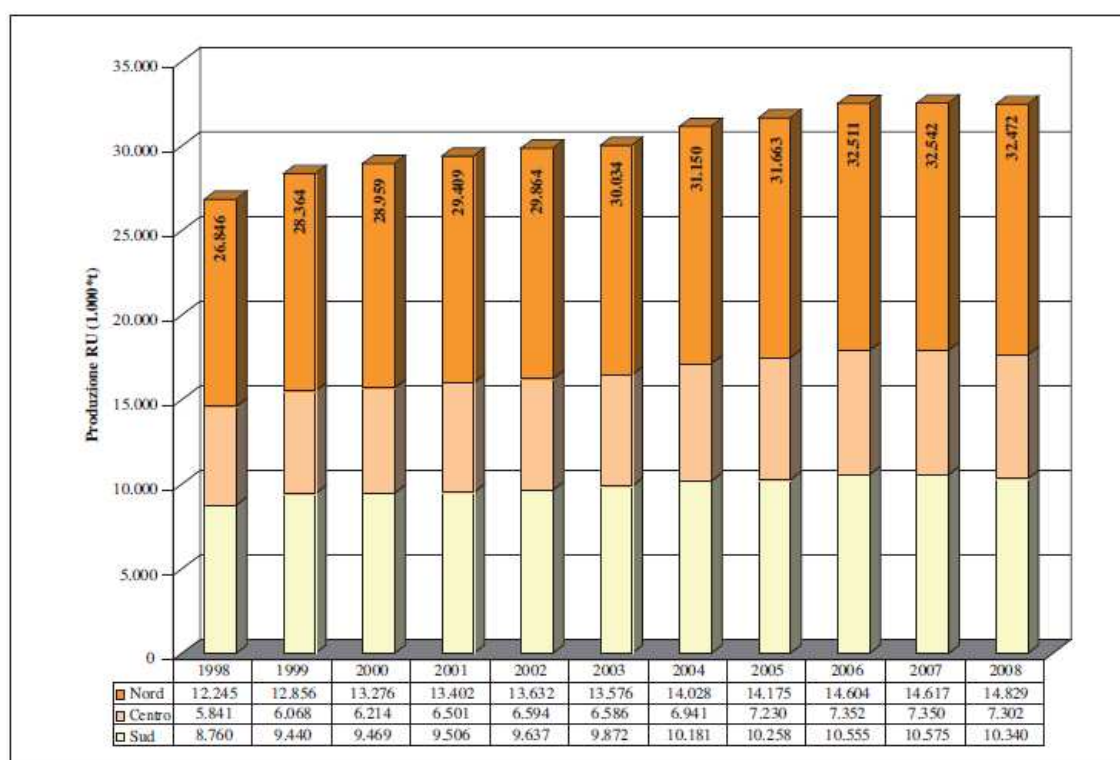


Figura 1.5: Andamento produzione dei rifiuti urbani in Italia, 1998-2008 (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), 2009)

L'analisi dei dati a livello di macroarea geografica mostra un calo di produzione particolarmente evidente nel Mezzogiorno (-2,2% circa tra il 2007 ed il 2008) ed una riduzione più contenuta nel Centro (-0,7% circa). Il dato del Nord fa rilevare, invece, una crescita di produzione pari

all'1,5% circa. Per quanto riguarda la produzione procapite nel Paese si rileva, nel 2008, una contrazione rispetto al valore del precedente anno, che fa seguito al calo già riscontrato tra il 2006 ed il 2007. Nel 2008, infatti, il dato di produzione procapite nazionale si attesta a 541 kg/abitante per anno a fronte di un valore pari a 546 kg/abitante per anno rilevato nel 2007 ed a un valore di 550 kg/abitante per anno registrato nel 2006.

La raccolta differenziata raggiunge, nel 2008, una percentuale pari al 30,6% della produzione totale dei rifiuti urbani. Rispetto al 2007, anno in cui tale percentuale si assestava al 27,5% circa, si osserva, dunque, un'ulteriore crescita, sebbene non siano ancora stati conseguiti né l'obiettivo fissato dalla normativa per il 31 dicembre 2008 (45%), né quelli previsti per il 2007 ed il 2006 (rispettivamente 40% e 35%). Mentre il Nord, con una percentuale pari al 45,5%, supera l'obiettivo fissato dalla normativa, il Centro, con il 22,9% ed il Sud, con il 14,7%, risultano ancora decisamente lontani da tale target (Figura 1.6).

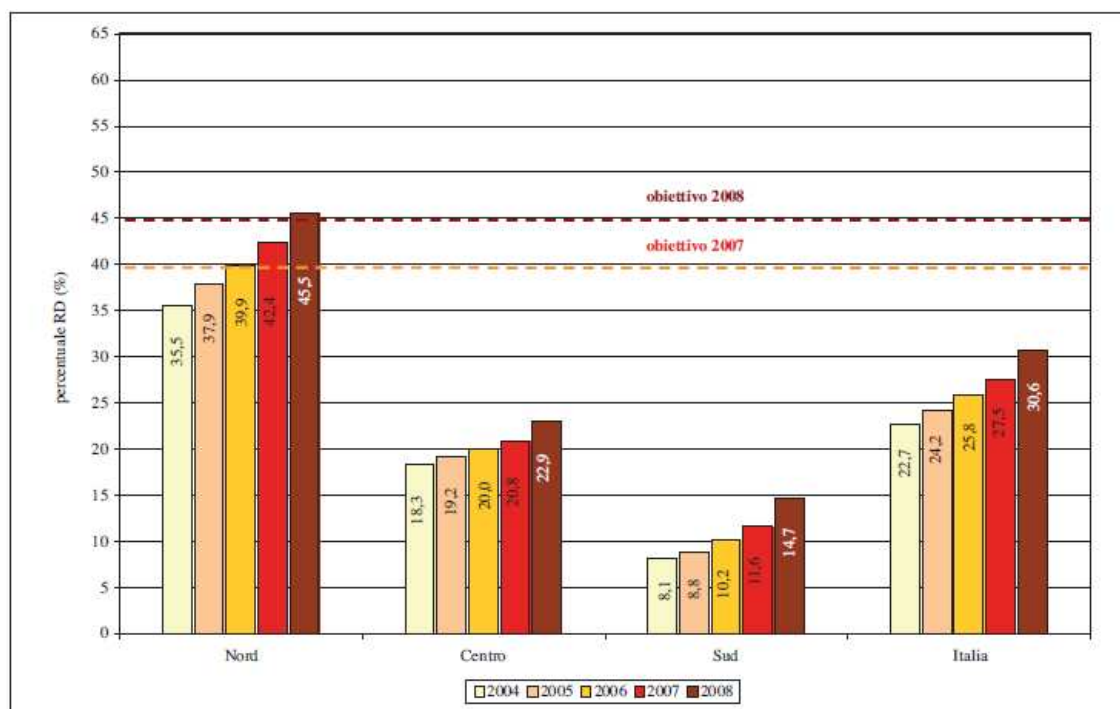
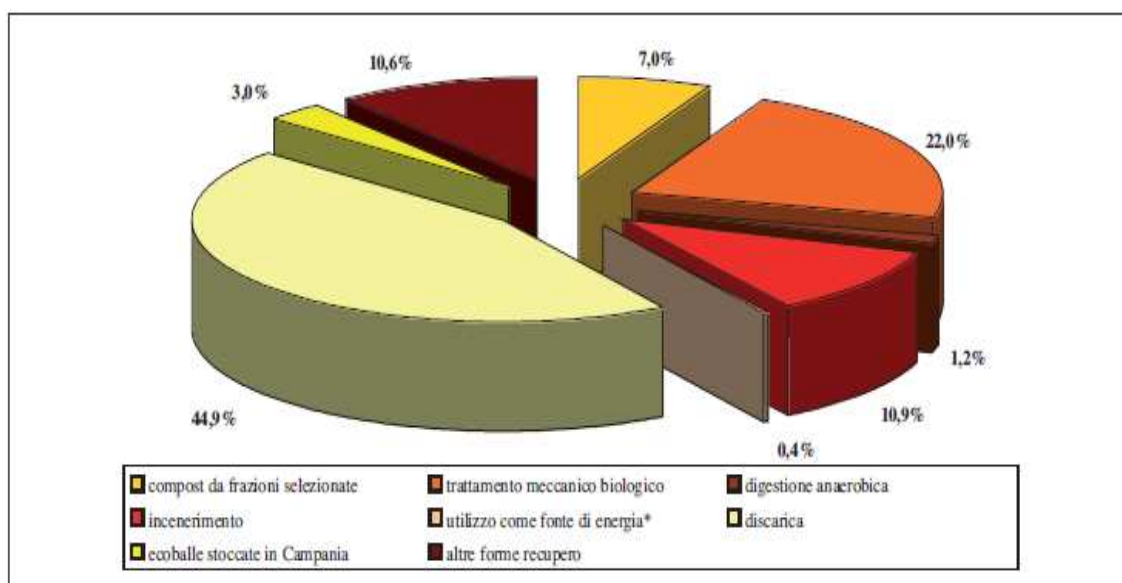


Figura 1.6: Andamento della raccolta differenziata dei rifiuti urbani in Italia, 2004-2008 (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), 2009)

In termini di procapite la media nazionale della raccolta differenziata si attesta, nel 2008, a circa 165 kg/abitante per anno, con valori superiori a 246 kg/abitante per anno nel Nord, prossimi a 142 kg/abitante per anno nel Centro e pari a circa 73 kg/abitante per anno nel Sud.

In Figura 1.7 è rappresentata la ripartizione percentuale delle singole operazioni di trattamento/smaltimento rispetto al totale dei rifiuti urbani gestiti nell'anno 2008. L'analisi dei dati evidenzia che lo smaltimento in discarica rappresenta circa il 45% dei rifiuti complessivamente gestiti nell'anno di riferimento. La discarica è, pertanto, la forma di gestione

più diffusa anche se non più la prevalente; nell'insieme, infatti, le altre tipologie di recupero, trattamento e smaltimento rappresentano oltre la metà dei rifiuti gestiti (55%).



* Dato stimato

Figura 1.7 : Ripartizione percentuale della gestione dei rifiuti urbani in Italia, 2008 (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), 2009)

Il trattamento biologico ed, in particolare, il compostaggio della frazione organica, è rilevante ai fini del miglioramento dell'intero ciclo di gestione dei rifiuti ed i rifiuti complessivamente avviati a tale trattamento, nell'anno 2008, pari a circa 3,4 milioni di tonnellate, fanno registrare, rispetto all'anno 2007, un incremento del 6,6%. C'è stato un incremento più sostanziale nelle regioni del Nord (+10% rispetto all'anno 2007). In tale area, i quantitativi di rifiuti avviati a compostaggio, che ammontano a 2,4 milioni di tonnellate, rappresentano il 71% del totale nazionale. I rifiuti gestiti nelle regioni del Centro (poco più di 500.000 tonnellate, pari al 15% del totale nazionale) subiscono, invece, una flessione del 7,5%. Al Sud, infine, il quantitativo di rifiuti avviati a compostaggio (476.075 tonnellate), che costituisce il 14% del totale nazionale, fa rilevare, rispetto all'anno 2007, un incremento del 7% da attribuire, essenzialmente, all'aumento delle quote di rifiuti organici trattate in alcune regioni.

Per quanto riguarda la digestione anaerobica i rifiuti trattati, pari a 536.732 tonnellate, mostrano, rispetto all'anno 2007, un incremento di ben 146 punti percentuali dovuto sia all'aumento dei flussi di rifiuti in ingresso ad alcuni impianti, sia all'entrata in esercizio di due nuovi impianti, entrambi localizzati in Lombardia. I quantitativi di biogas (35.095.728 Nm³) e digestato (52.564 tonnellate) prodotti, mostrano, rispetto all'anno 2007, incrementi pari, rispettivamente, al 44% ed al 73,5%.

Il trattamento meccanico biologico aerobico ha interessato, nell'anno 2008, un quantitativo di rifiuti pari a circa 8,4 milioni di tonnellate, con una diminuzione, rispetto al 2007, di 12,3 punti

percentuali. I rifiuti trattati sono costituiti per l'89,4% da rifiuti urbani indifferenziati (7,5 milioni di tonnellate) e per il restante 10,6% (889.122 tonnellate) da altri rifiuti provenienti dal trattamento meccanico di rifiuti, fanghi da trattamento reflui urbani ed industriali, frazioni merceologiche di rifiuti urbani quali carta, plastica, metalli, legno, ed in misura minore, rifiuti di provenienza industriale (settore tessile, agro industria, ecc.). Le diverse frazioni che compongono l'output degli impianti di trattamento ammontano, complessivamente, a circa 7,1 milioni di tonnellate. La frazione secca, pari a circa 2 milioni di tonnellate, costituisce il 27,6%, il biostabilizzato (946.765 tonnellate) il 13,4%, il combustibile solido secondario (CSS ex combustibile da rifiuto (CDR)) (862.096 tonnellate) il 12,2%, gli scarti (1,6 milioni di tonnellate) il 23,3%. Le altre frazioni in uscita sono costituite da frazione umida (4,9%), bioessiccato (1,4%), metalli (0,4%) ed altri materiali quali, legno e plastiche (16,8%). In merito alla produzione di CSS, la potenzialità complessiva degli impianti risulta pari a 6,7 milioni di tonnellate, con un incremento, rispetto al precedente anno, di 3 punti percentuali. Il quantitativo di CSS prodotto, che ammonta a 862.096 tonnellate, mostra una crescita del 10%. I quantitativi di rifiuti urbani e CSS avviati ad incenerimento sono progressivamente aumentati nel periodo 1996-2008, passando da 1,6 milioni di tonnellate ad oltre 4,1 milioni di tonnellate nel 2008. Gli impianti di incenerimento dotati di sistemi di recupero energetico elettrico hanno trattato circa 2,9 milioni di tonnellate di rifiuti recuperando 1,9 milioni di MWh di energia elettrica. Gli impianti di incenerimento dotati di cicli cogenerativi con la produzione sia di energia elettrica che di calore, hanno trattato oltre 1,7 milioni di tonnellate di rifiuti recuperando circa 1,2 milioni di MWh di energia elettrica e 937 mila MW di energia termica.

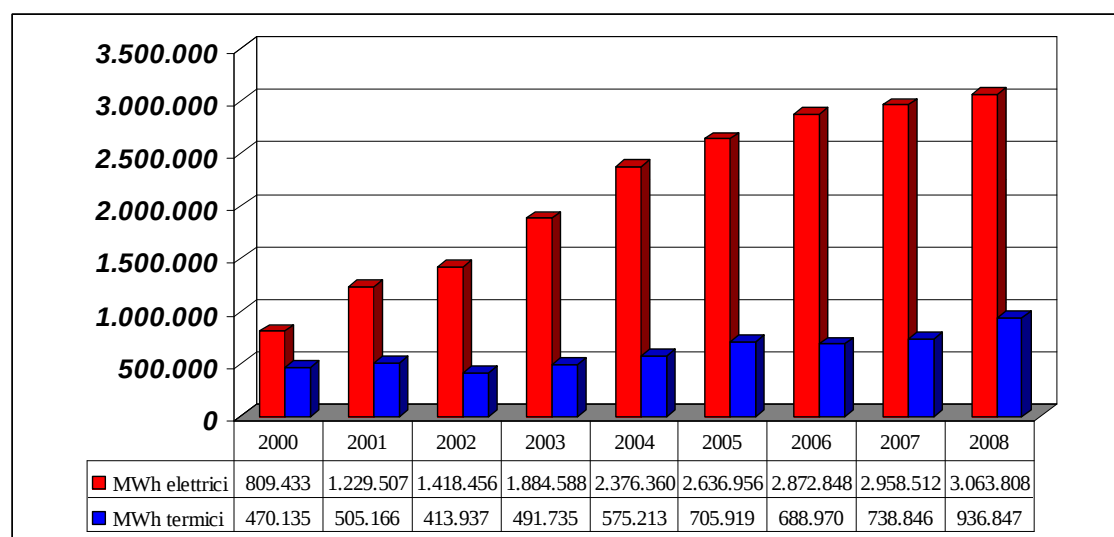


Figura 1.8 : Recupero energetico in impianti di incenerimento di RU e CSS in Italia, 200-2008 (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), 2009)

Dall'analisi della Figura 1.8 si osserva come il recupero di energia elettrica negli impianti abbia un andamento crescente nel periodo 2000-2008, passando da 809 mila MWh di energia elettrica prodotta nel 2000 ad oltre 3 milioni di MWh nel 2008. Il recupero di energia termica, ovvero il recupero in cicli cogenerativi, ha diffusione assai limitata, ed è passato da 470 mila MWh nel 2000 a 937 mila MWh nel 2008.

Infine i rifiuti urbani smaltiti in discarica nel 2008 ammontano a circa 16 milioni di tonnellate, facendo registrare, rispetto al 2007, una riduzione del 5,5%, pari a circa 930 mila tonnellate.

Capitolo 2

La gestione integrata dei rifiuti del Gruppo Contarina, Priula, TV3

2.1 La gestione integrata dei rifiuti

Con *gestione integrata dei rifiuti* (GIR) si intende il sistema volto a gestire l'intera filiera dei rifiuti urbani, dalla loro produzione al destino finale (smaltimento o ritorno all'interno del ciclo di consumo attraverso il riciclaggio), coinvolgendo la raccolta, il trasporto, il trattamento, il riutilizzo, il riciclaggio o lo smaltimento, allo scopo di raggiungere gli obiettivi politici fissati dalla Normativa Comunitaria e dalla Pianificazione Territoriale e, al contempo, di minimizzare i costi di gestione, ridurre gli effetti negativi sulla salute dell'uomo e sull'ambiente.

La costituzione di una rete logistica per la gestione dei rifiuti in Italia ha molti gradi di libertà in quanto ogni Gestore di rifiuti può scegliere il miglior modo di implementare il sistema di gestione rivolgendosi, ad esempio per il riciclaggio, ad impianti privati convenzionati o meno con il Consorzio nazionale imballaggi (CONAI). Queste due possibili varianti assieme a quelle tecniche, economiche e amministrative proprie di un Gestore di rifiuti possono generare una serie di soluzioni che vanno analizzate comparativamente per rilevarne efficacia, efficienza ed economicità sia intrinseca per il recupero in sé sia per i loro aspetti di contributo ai piani di riduzione a monte ed a valle del riciclo. In Figura 2.1 è rappresentata la filiera del trattamento dei rifiuti articolata tra i diversi processi di raccolta, trattamento/separazione, recupero di materia ed energia, smaltimento finale.

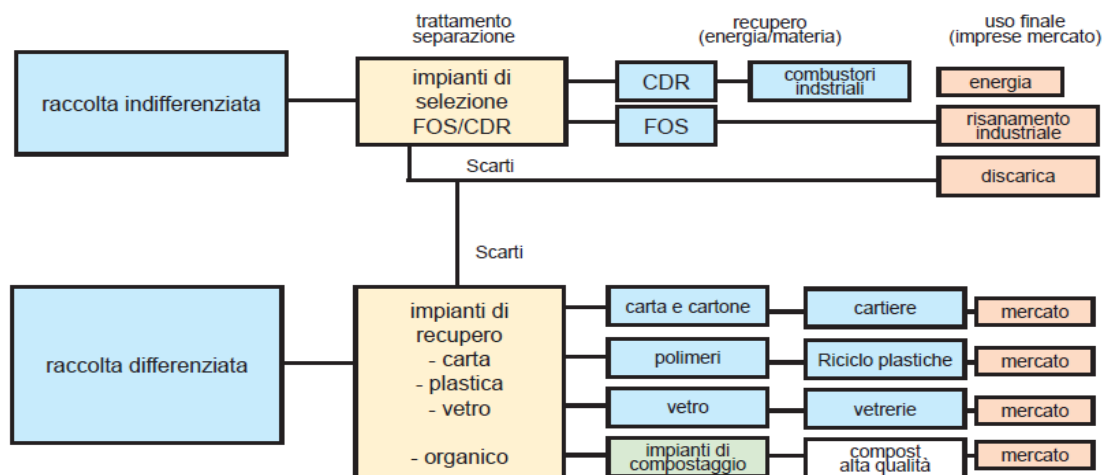


Figura 2.1: La filiera dei rifiuti urbani (D'Amico *et al.*, 2007)

I processi di raccolta comprendono tutte le attività di intercettazione dei rifiuti prodotti e si distinguono in:

- *raccolta indifferenziata*, comprendente l'intercettazione dei rifiuti residui conferiti dagli utenti e dall'attività di pulizia delle strade;
- *raccolta differenziata*, di frazioni merceologiche presenti nei rifiuti, destinate al riutilizzo, riciclaggio e al recupero di materia.

I rifiuti raccolti in modo indifferenziato (Figura 2.2) vengono avviati negli impianti di trattamento o di smaltimento finale (discariche), mentre i rifiuti raccolti in modo differenziato (carta, vetro, legno, metalli, frazione organica, plastica e tessili) vengono destinati al mercato per il reimpiego nei processi produttivi, direttamente o dopo selezione e valorizzazione in appositi impianti (Figura 2.3).

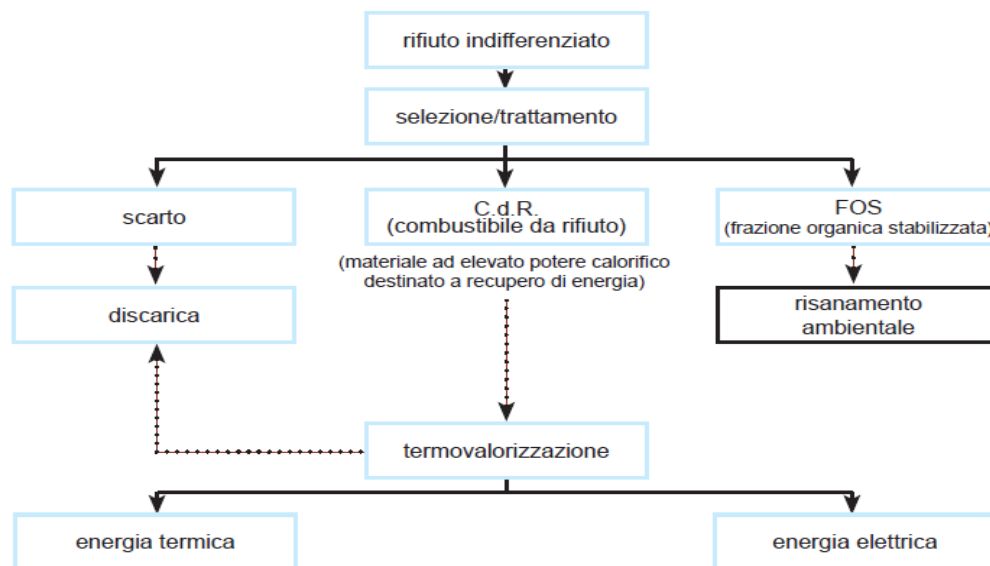


Figura 2.2: Il ciclo della raccolta indifferenziata (D'Amico *et al.*, 2007)

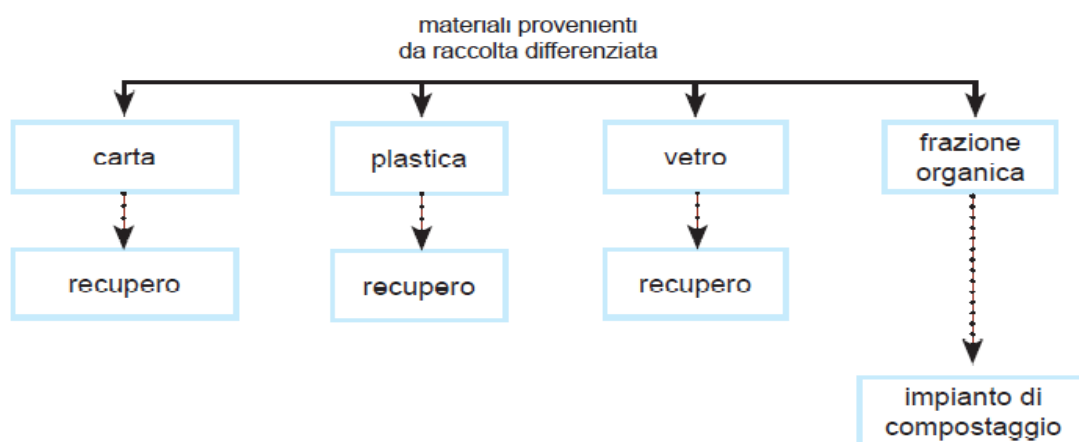


Figura 2.3: Il ciclo della raccolta differenziata (D'Amico *et al.*, 2007)

I processi di trattamento e recupero dei rifiuti consistono nella trasformazione e/o riduzione dei quantitativi raccolti attraverso il ricorso ad una rete di infrastrutture impiantistiche di diversa tipologia: impianto di compostaggio, di selezione, di trattamento meccanico-biologico, di incenerimento con recupero di energia e di inertizzazione. Gli impianti di compostaggio sono impianti di trattamento (aerobico o anaerobico) della frazione organica biodegradabile raccolta in modo differenziato (scarti di cucina e di giardinaggio) per la produzione di compost. Il prodotto finale (*compost di qualità*) è commercializzabile, collocabile sul mercato e destinato per usi agricoli ed ortoflorovivaistici. Gli impianti di trattamento meccanico-biologico (TMB) sono in prevalenza impianti in cui si realizza il trattamento dei rifiuti indifferenziati, a valle della raccolta differenziata, per la produzione del combustibile solido secondario (CSS ex combustibile da rifiuto (CDR)) e FOS (frazione organica stabilizzata).

Lo smaltimento finale avviene in discariche: queste sono depositi permanenti su suolo, opportunamente confinato per proteggere le acque sotterranee, che accolgono i rifiuti non suscettibili di valorizzazione.

2.2 Il Gruppo Contarina, Priula e TV3

Il periodo di stage formativo che ho realizzato presso l'azienda Contarina Spa mi ha permesso di svolgere un progetto sperimentale riguardante una nuova politica di raccolta differenziata da introdurre. Contarina (Figura 2.4) è una società pubblica impegnata dal 1989 nel settore dei rifiuti e dell'igiene ambientale. Nel tempo la società ha saputo cogliere le esigenze del territorio in cui è nata mettendo a frutto la propria esperienza ed ampliando progressivamente la sfera delle sue attività, fino a coprire l'intero ciclo dei rifiuti.



Figura 2.4: L'azienda Contarina Spa (Lovadina (TV), 2010)

Attualmente, oltre ad organizzare e svolgere la raccolta, gestisce un impianto di trattamento del rifiuto secco non riciclabile, un impianto di compostaggio ed il post-mortem di alcune

discariche. Inoltre, grazie al know-how costruito nel tempo al proprio interno, progetta mezzi specializzati per la raccolta e impianti di trattamento dei rifiuti. È proprietà del Consorzio Priula e del Consorzio Tv3, due realtà all'avanguardia nel campo della gestione dei rifiuti, e opera in tutto il territorio dei due Consorzi ovvero in 49 Comuni della provincia di Treviso. Complessivamente il sistema integrato viene così applicato a circa 467.000 abitanti e oltre 220.000 utenze.

2.2.1 Il Consorzio Priula

Il Consorzio Intercomunale Priula nasce nel 1987 per volontà di 5 Comuni della Provincia di Treviso. Nell'anno 1989 si associano altri 9 Comuni e viene costituita la società operativa per la raccolta dei rifiuti nei Comuni Consorziati (Contarina SpA). La raccolta è effettuata con cassonetti stradali e campane non diffuse equamente nel territorio; nel 2000 l'Assemblea Consortile decide di uniformare la gestione dei rifiuti urbani, introducendo in tutto il territorio consortile lo stesso servizio di raccolta domiciliare spinto per le principali frazioni di rifiuto e lo stesso sistema di tariffazione puntuale, superando la situazione gestionale frammentaria preesistente. Tra il 2002 e la fine del 2007 aderiscono al Consorzio altri 10 Comuni (per un totale di 24 Comuni) (Figura 2.5). Il Consorzio Priula diventa così l'unico soggetto gestore dell'intero ciclo dei rifiuti urbani per i 24 Comuni associati, con una popolazione nel 2009 di oltre 245.000 abitanti e circa 110.000 utenze, un unico Regolamento consortile per la gestione dei servizi e un unico Regolamento per la gestione della tariffa. La gestione dei servizi avviene attraverso una società pubblica (Contarina Spa) condivisa dal 2008 con il confinante Consorzio TV3. Il territorio servito è eterogeneo sia dal punto di vista orografico (pianura, collina, montagna) che urbanistico (aree agricole a bassa densità abitativa alternate a centri abitati di media dimensione con realtà condominiali, oltre a centri storici con strade strette), che produttivo (presenza di grosse zone industriali e centri commerciali, ma anche moltissime piccole medie imprese distribuite sul territorio).

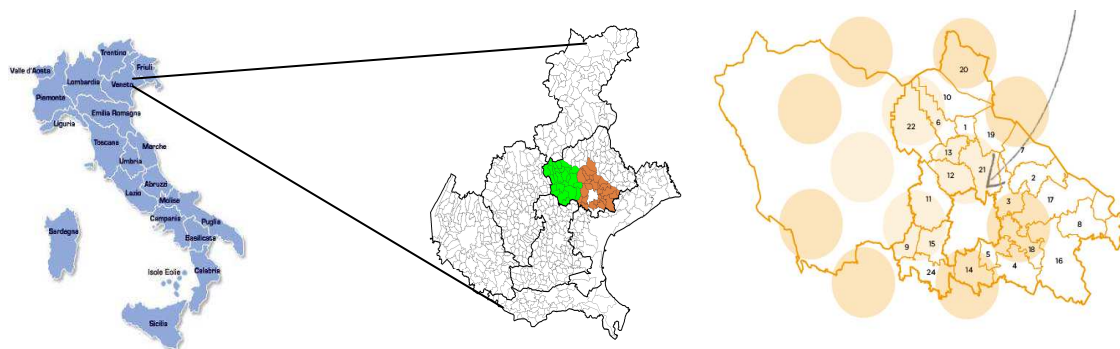


Figura 2.5: Territorio servito dal Consorzio Priula (Consorzio Priula, 2010)

Tale situazione, che rappresenta un forte vincolo rispetto alla gestione dei rifiuti, è stata risolta con l'applicazione di un *modello domiciliare integrato* che, unito ad un sistema di tariffazione puntuale (PAYT – Pay As You Throw ovvero “Paghi quanto butti” (introdotto dal Quinto Programma Comunitario di azione per l'ambiente dell'UE), fornisce la migliore soluzione dal punto di vista della raccolta differenziata, della riduzione della produzione dei rifiuti (in particolar modo di quelli da avviare a smaltimento), della qualità dei materiali raccolti e dell'equità delle tariffe applicate a cittadini e imprese.

Gli obiettivi del Consorzio sono:

- garantire una corretta gestione del ciclo integrato dei rifiuti, dalla raccolta al recupero o smaltimento, fungendo da controllore dell'intera filiera del rifiuto;
- ridurre la produzione procapite di rifiuti (specialmente del rifiuto secco residuo) raggiungendo un'elevata percentuale di raccolta differenziata con la garanzia di mantenere nel tempo un'adeguata qualità merceologica dei materiali raccolti;
- responsabilizzare gli utenti in merito alla tutela e alla sostenibilità ambientale;
- riuscire ad avere una completa tracciabilità dei rifiuti gestiti e ottimizzare i giri di raccolta;
- educare l'utenza alla prevenzione e riduzione dei rifiuti, all'acquisto intelligente, al compostaggio domestico, alla raccolta differenziata.

Ciascuno dei suddetti obiettivi interagisce con gli altri influenzando in maniera determinante l'efficacia e l'efficienza del singolo processo. La progettazione del sistema integrato, quindi, deve prendere in considerazione non solo l'accurata determinazione di ciascun processo, ma degli effetti complessivi che il modello gestionale avrà nel suo insieme, non potendo esistere una buona progettazione di un elemento (un sistema di raccolta, un metodo tariffario, un impianto, ecc...) ma solo una progettazione integrata del modello. La necessità è quella di realizzare strumenti di gestione in grado di armonizzare gli aspetti prettamente organizzativi con una valutazione degli aspetti strategici dello scenario complessivo da raggiungere. Questi strumenti possono essere individuati attraverso metodi e attività di Business Process Reengineering (BPR), tesi ad un miglioramento re-ingegnerizzato radicale rispetto a risultati insoddisfacenti, oppure di tipo Business Process Management (BPM), che mirano ad un miglioramento incrementale. Entrambi i metodi hanno l'obiettivo di raggiungere performance durevoli in termini di efficienza, costi, servizio e qualità, misurate attraverso specifici indicatori di gestione che valutino in modo omogeneo tutte le voci del sistema integrato, trattando insieme concetti fisici, economici, linee di indirizzo e variabili ambientali. Un approccio di questo tipo tende a rispettare gli intendimenti delle norme ambientali in quanto prevede metodologie efficaci nella valutazione degli effetti ambientali e nella economicità dei servizi resi, garantendo la centralità del cliente-utente (sempre più responsabilizzato dai nuovi sistemi domiciliari di

gestione delle raccolte) nel controllo trasparente delle scelte tecniche ed economiche operate dalla Pubblica Amministrazione.

2.3 Il modello di gestione integrata del Gruppo Contarina

Il modello di gestione integrata dei rifiuti del Gruppo si basa su quattro fasi:

- comunicazione e relazione con il cliente/utente;
- raccolta e trasporto;
- trattamento, recupero e smaltimento;
- sistema tariffario.

Il sistema integrato è composto da due sottosistemi logistici:

- uno per i rifiuti derivanti dalla raccolta differenziata (Figura 2.6);
- l'altro per quelli derivanti dall'indifferenziata (Figura 2.7).

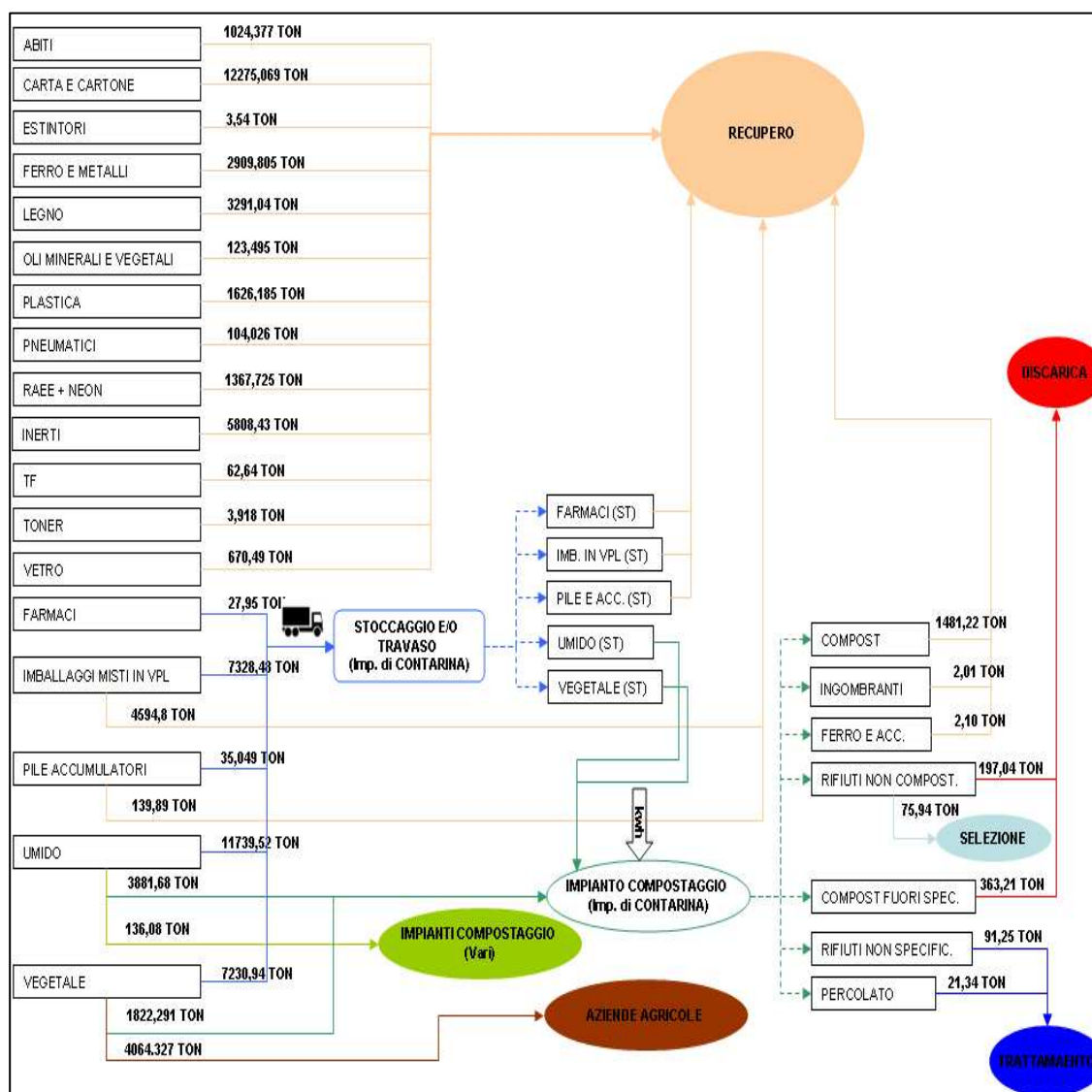


Figura 2.6: Sistema integrato per la raccolta differenziata del Consorzio Priula (Consorzio Priula, 2009)

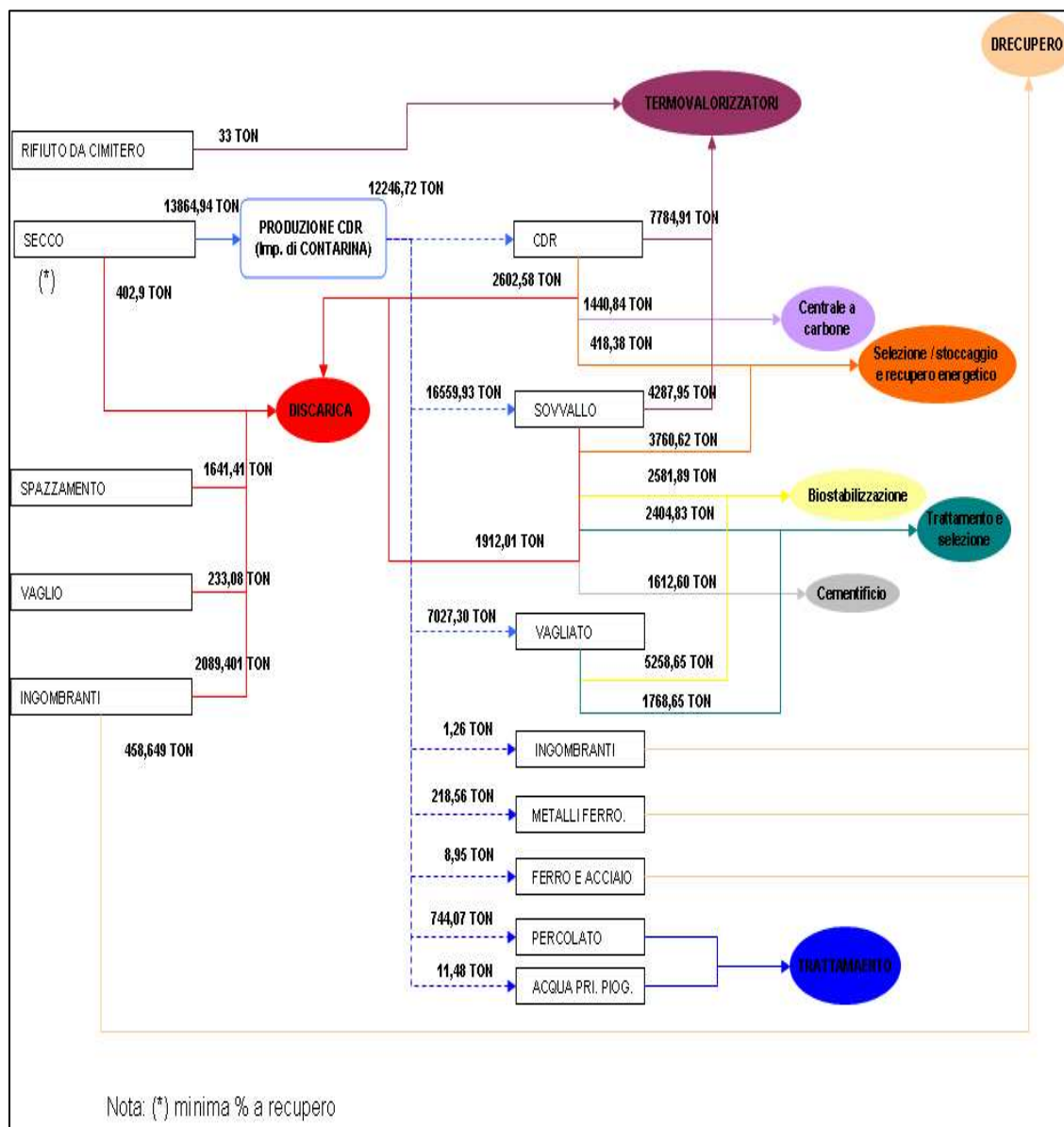


Figura 2.7: Sistema integrato per la raccolta indifferenziata del Consorzio Priula (Consorzio Priula, 2009)

2.3.1 La raccolta differenziata

La raccolta differenziata *porta a porta* è una strategia fondamentale per il perseguimento dei seguenti scopi (Figura 2.8):

- la riduzione della produzione di rifiuti;
- il recupero di materia;
- il recupero di energia;
- la riduzione dello smaltimento e il raggiungimento di una percentuale di raccolta differenziata che possa andare oltre gli obiettivi imposti dalla normativa vigente.

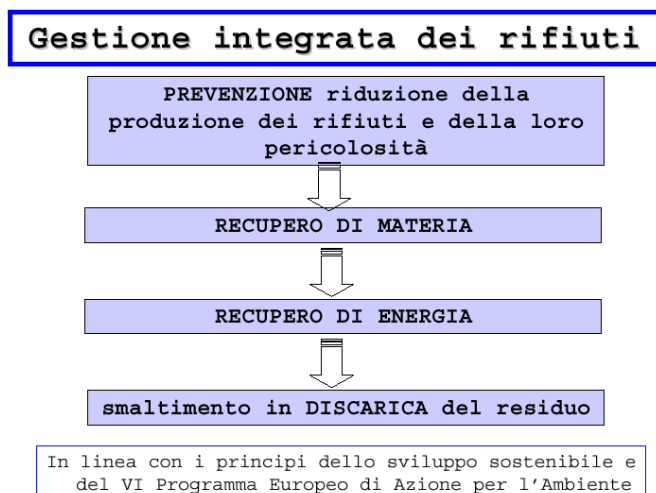


Figura 2.8: Gestione integrata dei rifiuti, 2010 (Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPA), 2010)

La modalità di servizio attualmente a regime nei 24 Comuni Consorziati prevede operativamente la raccolta *porta a porta* di (Figura 2.9):

- secco non riciclabile: raccolto con contenitori di colore grigio;
- frazione organica: raccolta con contenitori di colore marrone;
- vetro, plastica, lattine: raccolti con contenitori di colore blu;
- carta: raccolta con contenitori di colore giallo;
- cartone: raccolto a mano presso utenze commerciali e aziendali;
- verde e ramaglie: raccolta con appositi contenitori forati di colore beige. I fori permettono il passaggio dell'aria e l'evaporazione dell'acqua. In questo modo si eliminano i cattivi odori e si ostacola la formazione di percolato, ovvero il liquido che si origina dalla decomposizione dei rifiuti biodegradabili; il materiale che viene inviato all'impianto di compostaggio risulta quindi di qualità migliore e più asciutto.



Figura 2.9: Contenitori per le varie tipologie di rifiuti per le utenze domestiche (Consorzio Priula, 2010)

Tutti i contenitori forniti alle utenze sono dotati di codice matricola e di transponder RFID: una tecnologia per l'identificazione automatica di oggetti, animali o persone, basata sulla capacità di memorizzare ed accedere a distanza a dati usando dispositivi elettronici (chiamati TAG o transponder) che sono in grado di rispondere comunicando le informazioni in essi contenute quando interrogati.

Nel territorio sono presenti anche contenitori stradali adibiti alla raccolta di:

- indumenti usati: raccolti con cassonetti di colore giallo o bianco (raccolta attualmente effettuata da associazioni di volontariato, ma in fase di revisione e verifica per quanto riguarda l'affidamento e l'esecuzione del servizio);
- pile e batterie: raccolte con contenitori gialli cilindrici presso gli esercenti e i locali pubblici;
- farmaci e medicinali: raccolti con contenitori bianchi metallici presso farmacie, distretti sanitari e ambulatori medici.

A completamento del circuito di raccolta ci sono gli Ecocentri, aree attrezzate per il conferimento dei rifiuti il cui accesso è regolato dagli addetti al controllo, presenti durante orari di apertura predefiniti.

2.3.1.1 Rifiuto secco non riciclabile

Le attrezzature a disposizione per la raccolta del rifiuto secco variano in funzione dell'utenza servita. Nel caso di utenza domestica sono forniti contenitori carrellati di colore grigio con coperchio del volume di 120 l. Per utenze non domestiche sono a disposizione contenitori di colore grigio con coperchio e carrellati di volume pari a 120 l, 240 l, 360 l, 660 l e 1000 l. Per le domestiche vengono forniti anche contenitori condominiali fino a 1.000 l con servizio ordinario di raccolta. Su ogni contenitore è installata una targhetta con codice matricola standard visibile e un transponder passivo; ogni contenitore è associato ad un'utenza ed un cliente: i dati delle letture dei trasponder vengono associati ai contenitori delle utenze, e quindi trasferiti allo specifico contratto inserito nel software gestionale in uso al Consorzio. La frequenza del servizio di raccolta è settimanale, nei giorni indicati dall'ecocalendario fornito agli utenti.

2.3.1.2 Rifiuto umido

Per il rifiuto umido nel caso di utenza domestica singola sono disponibili due contenitori: un sottolavello areato interno da 6,5 l e un bidoncino di colore marrone da 25 l da esporre. Le utenze non domestiche singole hanno a disposizione contenitori di colore marrone con coperchio e carrellati di volume pari a 120 l, 240 l, 360 l. A richiesta è possibile fornire ad utenze non domestiche con ingente produzione di rifiuto umido un servizio dedicato effettuato tramite cassoni scarrabili da 15 m³ a tenuta con copertura. Nel caso di utenza domestica

condominiale sono disponibili contenitori dotati di ruote e coperchio del volume di 120 l, 240 l e 360 l. Ognuno di questi ultimi contenitori ha un codice contenitore sottoforma targhetta visibile ed un transponder.

È a disposizione per ogni utenza domestica una fornitura di sacchetti mater-bi (biodegradabili) per il conferimento del rifiuto umido. La fornitura standard gratuita di sacchetti e cuffie, sia per utenze domestiche che non domestiche, è definita dal Regolamento consortile per la gestione dei rifiuti. La frequenza del servizio di raccolta è bisettimanale. Il servizio è svolto nei giorni indicati nell'ecocalendario di ogni Comune.

2.3.1.3 Frazione vegetale

La raccolta viene effettuata mediante l'utilizzo da parte dell'utenza di contenitori di colore beige areati per la raccolta della frazione vegetale da 120 l oppure 240 l sia per le utenze domestiche che per quelle non domestiche. Il nuovo contenitore è dotato di fori che permettono il passaggio dell'aria e l'evaporazione dell'acqua. Il sistema di raccolta a mezzo sacchi è stato sostituito con la raccolta tramite appositi contenitori del rifiuto vegetale in 20 dei 24 comuni consorziati. Le utenze domestiche e non domestiche possono accedere all'Ecocentro per il conferimento del rifiuto vegetale negli orari di apertura indicati. La frequenza del servizio di raccolta è settimanale nel periodo compreso tra aprile e ottobre, mentre è quindicinale nel periodo da novembre a marzo secondo quanto indicato nell'ecocalendario.

2.3.1.4 Frazione carta

L'utenza domestica singola dispone per il conferimento della carta e cartoncino da imballaggio di cassonetti di colore giallo del volume di 120 l. Le utenze domestiche condominiali possono disporre di contenitori con coperchio giallo e carrellati del volume da 360 l a 1.000 l. Le utenze non domestiche possono usufruire di cassonetti del volume di 660 l e 1.000 l oppure di benna da 5.000 l e cassone scarrabile da 25.000 l. La frequenza del servizio di raccolta è quindicinale secondo quanto indicato nell'ecocalendario di ogni Comune.

2.3.1.5 Frazione cartone

La raccolta viene effettuata a mano su una quantità conferita di massimo 2 m³/settimana, senza fornire alcun contenitore. Per le utenze che necessitano di un servizio dedicato viene posizionata presso l'azienda una benna da 5 m³ o un cassone scarrabile da 25 m³ destinati esclusivamente al conferimento del cartone. Ogni contenitore è contrassegnato da un codice su targhetta visibile e da un codice transponder. La frequenza del servizio di raccolta a domicilio è dalle ore 8:00 alle 18:00 settimanalmente con un calendario appositamente costituito. Le utenze domestiche e non

domestiche possono accedere all'Ecocentro per il conferimento di cartone negli orari di apertura indicati.

2.3.1.6 Frazione vetro, plastica, lattine (VPL)

La frazione VPL è costituita da imballaggi a base di alluminio e acciaio in banda stagnata (lattine), vetro e imballaggi in vetro, imballaggi in plastica rigida quali bottiglie, flaconi, contenitori in genere. Il materiale deve essere conferito senza sacchetto e pulito e la raccolta è denominata multi materiale pesante. L'utenza domestica singola dispone per il conferimento della frazione multimateriale di cassonetti di colore blu carrellati e dotati di coperchio del volume di 120 l. Le utenze domestiche condominiali possono disporre di contenitori con coperchio blu e carrellati del volume di 360 l, 660 l e 1.000 l. Le utenze non domestiche possono usufruire di cassonetti del volume di 360 l, 660 l e 1.000 l oppure di benna da 5.000 l e cassone scarrabile da 25.000 l. Le utenze domestiche e non domestiche possono accedere all'Ecocentro per il conferimento differenziato di vetro, plastica da imballaggi rigidi e flessibili non contaminata e imballaggi in metallo negli orari di apertura indicati. Ogni contenitore è contrassegnato da un codice su targhetta visibile e da un codice transponder.

2.3.1.7 Rifiuti urbani pericolosi (RUP)

I rifiuti urbani pericolosi (RUP) sono costituiti da pile alcaline e farmaci scaduti e dai contenitori e/o prodotti etichettati T e/o F. La raccolta di farmaci e pile esaurite viene effettuata con contenitori posizionati all'interno di ambulatori, farmacie e distretti sanitari e attività commerciali (bar, tabacchi, scuole) e presso gli Ecocentri. I contenitori T e/o F sono raccolti esclusivamente presso gli Ecocentri. In particolare sono stati posizionati big-bags con supporto metallico per la raccolta dei contenitori etichettati T/F contenenti residui di sostanze pericolose; a lato sono stati posizionati contenitori carrellati di colore blu da 120 l per la raccolta delle bombolette spray etichettate T/F.

2.3.2 Impianto di produzione del CSS (ex CDR)

Scopo del processo di produzione del CSS è l'ottenimento di un prodotto sufficientemente omogeneo, privo di sostanze inquinanti e con un buon potere calorifico, in modo da poter essere impiegato per la produzione di energia elettrica in impianti dedicati o in impianti produttivi in sostituzione di combustibili convenzionali. Le piattaforme dedicate alla produzione del CSS rientrano nel gruppo di impianti destinati al trattamento intermedio dei rifiuti indifferenziati e residui non riciclabili della raccolta differenziata. Il recupero energetico viene effettuato su una frazione ottenuta da diversi trattamenti che vanno da semplici tritrazioni, o separazione della frazione fine, alla separazione dell'umido e, per l'appunto, alla produzione del CSS. Le varie

modalità realizzative dipendono dalle diverse destinazioni d'uso come, ad esempio, forni dedicati, coincenerimento e co-combustione, tipo di combustore utilizzato e dalla qualità del materiale in ingresso. Il CSS viene prodotto attraverso una serie di trattamenti di tipo meccanico-biologico, partendo da una selezione di composto secco-umido e biostabilizzando la frazione organica.

All'ingresso dell'impianto di produzione, il flusso di rifiuti alimenta due trituratorie dopo aver subito un'ispezione visiva di massima al fine di individuare e separare le frazioni che potrebbero causare problemi operativi o danneggiare qualitativamente il CSS come prodotto. Ciascun tritratore alimenta un nastro trasportatore dove avviene la deferrizzazione: uno stadio importante della produzione il quale rientra nella fase cosiddetta di *vagliatura* (Figura 2.10). Tale pratica, che in genere viene effettuata sia a monte che a valle delle operazioni di riduzione della pezzatura, serve ad eliminare alcuni composti pericolosi, quali i metalli pesanti, che si depositano nelle frazioni più fini. L'eliminazione avviene tramite operazioni, anche in successione, di selezione eseguite attraverso vagli con diverse aperture delle maglie.



Figura 2.10: Macchinario per l'operazione di vagliatura con separazione della frazione umida (Lovadina (TV), 2010)

Per quanto riguarda la riduzione del contenuto di cloro, contenuto in gran parte nei manufatti in PVC, essendo la vagliatura poco efficace, si procede con sistemi di classificazione aeraulica-pneumatica, che operano una separazione basata sulle diverse densità dei composti, ma

soprattutto con sistemi di selezione automatica come, ad esempio, i sistemi a spettrografia Near InfraRed (NIR) oppure quelli a sensori multipli. Sulla frazione umida (nel caso in cui la biostabilizzazione aerobica avvenga solo sulla frazione umida, si ottiene in uscita dal trattamento la frazione organica stabilizzata (FOS) destinata di norma allo smaltimento in discarica) separata per vagliatura o sull'intera massa in ingresso (in questo caso la frazione organica rimane inglobata nel prodotto finale) viene effettuato un trattamento di stabilizzazione biologica allo scopo di diminuire il contenuto d'umidità incrementando di conseguenza la produzione specifica di CSS. Infine, per abbassare il rischio di danni alle apparecchiature dell'impianto ed al fine di migliorare le qualità del CSS, durante il processo di produzione sono previsti uno o più stadi di rimozione dei metalli: nel caso di metalli ferrosi viene impiegato un separatore magnetico mentre quelli non ferrosi vengono sottoposti ad un sistema di separazione a correnti indotte. Entrambe le tipologie di metalli risultano essere potenzialmente riciclabili. Le caratteristiche del CSS sono assoggettate al processo con il quale viene realizzato; data l'eterogeneità del prodotto, è difficile poter classificare i CSS. Le caratteristiche più importanti del prodotto sono riassunte nelle Tabelle 2.1 e 2.2:

Proprietà CSS Contarina			
Parametro	Risultato	Intervallo di confidenza +/-	Riferimenti e limiti normativi
PCI	15200 kJ/kg	400	D.M. 5/2/98; >15000
Zinco	34,6 mg/kg	0,4	
Stagno	4 mg/kg	0,19	
Alluminio	8,22 mg/kg	0,35	
T di rammollimento ceneri	1450 °C	50	D.M. 5/2/98
Mercurio	<0,2 mg/kg	0,2	
Cadmio	2,5 mg/kg	0,29	
Umidità	15,20%	0,1	D.M. 5/2/98; <25
Arsenico	0,8 mg/kg	0,4	D.M. 5/2/98; <9
Nichel	2,5 mg/kg	0,3	D.M. 5/2/98; <40
Manganese	10,2 mg/kg	0,2	D.M. 5/2/98; <400
Cloro	0,60%	0,02	D.M. 5/2/98; <0,9
Zolfo	0,54%	0,01	D.M. 5/2/98; <0,6
Ceneri	19,12%	0,05	D.M. 5/2/98; <20
Piombo	8,4 mg/kg	0,4	D.M. 5/2/98; <200
Cu solubile	35,2 mg/kg	0,2	D.M. 5/2/98; <300
Cromo	6,1 mg/kg	0,22	D.M. 5/2/98; <100

Tabella 2.1: Proprietà chimiche CSS prodotto da Contarina Spa (Studio Euro Chim, 2010)

%composizione rifiuti CSS Contarina		
Parametro	Risultato	Intervallo di confidenza +/-
Sottovaglio	0,30%	0,1
Rifiuto secco non recuperabile: pannolini	8,30%	0,1
Rifiuto urbano pericoloso: contenitori T/N	assenti	
Rifiuto urbano pericoloso: accumulatori esausti	assenti	
Rifiuto urbano pericoloso: farmaci scaduti	assenti	
Rifiuto urbano pericoloso: pile	0,20%	0,1
Rifiuto recuperabile frazione secca: tessili	2,80%	0,1
Rifiuto recuperabile frazione secca: inerti	3,50%	0,1
Rifiuto recuperabile frazione secca: metalli	1,50%	0,1
Rifiuto recuperabile frazione secca: alluminio	1,50%	0,1
Rifiuto recuperabile frazione secca: vetro	0,90%	0,1
Rifiuto rec. frazione secca: plastiche film	15,20%	0,1
Rifiuto rec. frazione secca: plastiche rigide	24,60%	0,1
Rifiuto recuperabile frazione secca: legno	0,80%	0,1
Rifiuto rec. fraz. secca: salviette di carta	13,50%	0,1
Rifiuto rec. fraz. secca: carta e cartone	26,30%	0,1
Materiale putrescibile da giardino	0,50%	0,1
Materiale putrescibile da cucina	0,10%	0,1

Tabella 2.2: Percentuale di rifiuti in peso contenuti nel CSS prodotto da Contarina Spa (Studio Euro Chim, 2010)

Il combustibile (Figura 2.11) ottenuto raggiunge elevate caratteristiche qualitative, riassumibili in un basso contenuto di umidità ed un alto PCI, in grado di poter essere impiegato in impianti dedicati per la produzione di energia elettrica e/o termica mediante termovalorizzazione.



Figura 2.11: CSS prodotto stoccato temporaneamente in un'apposita campata (Lovadina (TV), 2010)

2.3.3 Impianto di termovalorizzazione

Gli inceneritori sono impianti adibiti allo smaltimento dei rifiuti mediante un processo di combustione ad alta temperatura (incenerimento) che dà come prodotti finali un effluente gassoso, ceneri e polveri. Negli impianti più moderni, il calore sviluppato durante la combustione dei rifiuti viene recuperato e utilizzato per produrre vapore, poi utilizzato per la produzione di energia elettrica o come vettore di calore (ad esempio per il teleriscaldamento). Questi impianti con tecnologie per il recupero vengono indicati col nome di inceneritori con recupero energetico o più comunemente termovalorizzatori.

Gli inceneritori più diffusi in Italia ed in Europa sono del tipo a griglia. Trattandosi sostanzialmente di impianti che sfruttano il calore sviluppato dalla combustione, non è importante solo il tonnellaggio di combustibile (CSS) da caricare, ma anche il suo potere calorifico, ovvero il calore sviluppato durante la combustione (in genere pari a circa 9.000-13.000 MJ/t). Un inceneritore progettato (ed autorizzato) per bruciare 100.000 t di rifiuti con potere calorifico di 13.000 MJ/t, può arrivare a bruciare anche il 45% in più se i rifiuti hanno potere calorifico di 9.000 MJ/t (Società TRM Spa, 2006). Il funzionamento di un termovalorizzatore a griglia può essere suddiviso in sei fasi fondamentali (Figura 2.12):

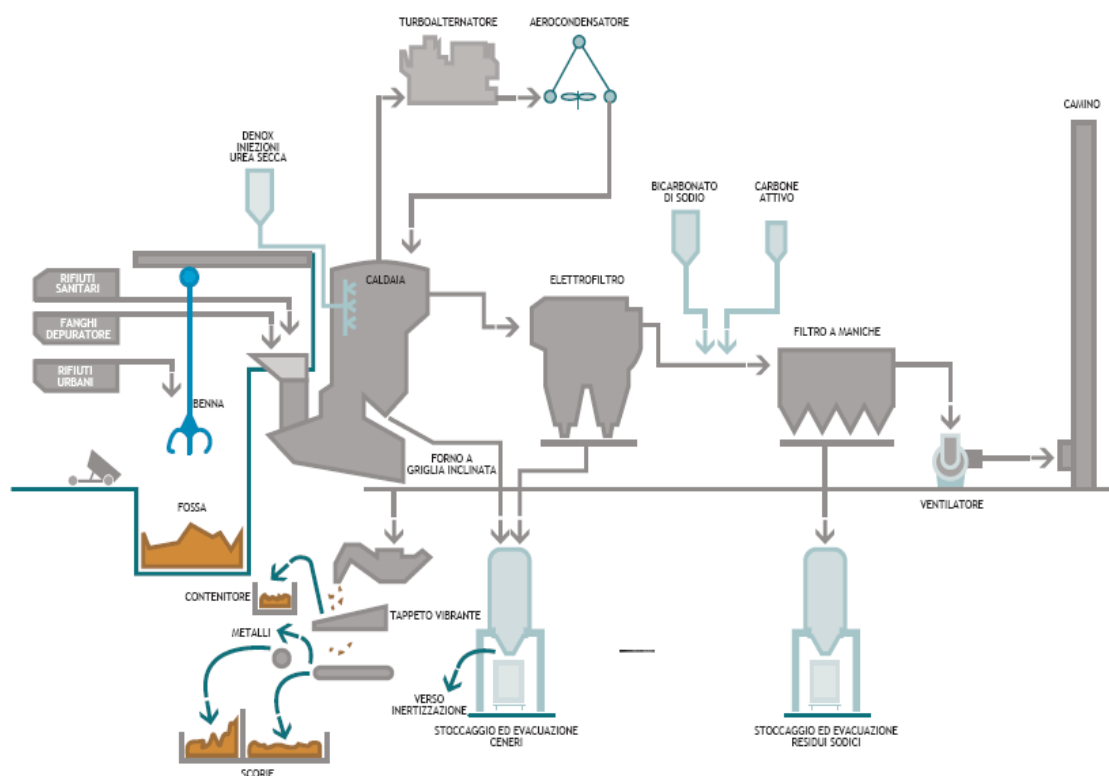


Figura 2.12: Schema di un generico impianto di termovalorizzazione (<http://www.tecnoborgo.it>)

- *arrivo del CSS:* esso viene sversato dai camion nella fossa di stoccaggio, poi viene prelevato da un polipo e viene convogliato nella tramoggia;

- *combustione*: il forno è solitamente dotato di una o più griglie mobili per permettere il continuo movimento dei rifiuti durante la combustione. Una corrente d'aria forzata viene immessa nel forno per apportare la necessaria quantità di ossigeno che permetta la migliore combustione, mantenendo alta la temperatura (all'incirca 1.000 °C). Per mantenere tali temperature, qualora il potere calorifico del combustibile sia troppo basso, talvolta viene immesso del gas metano in una quantità variabile fra i 4 m³ e 19 m³ per tonnellata di rifiuti. Accanto ad una camera di combustione primaria viene associata una camera di combustione secondaria (camera di post-combustione), con lo scopo di completare la combustione dei fumi nel rispetto della Normativa vigente;
- *produzione del vapore surriscaldato*: la forte emissione di calore prodotta dalla combustione di metano e rifiuti porta a vaporizzare l'acqua in circolazione nella caldaia posta a valle, per la produzione di vapore surriscaldato ad alto contenuto entalpico;
- *produzione di energia elettrica*: il vapore generato mette in movimento una turbina che, accoppiata ad un motoriduttore ed ad un alternatore, trasforma l'energia termica in energia elettrica producendo corrente alternata per espansione del vapore surriscaldato;
- *estrazione delle ceneri*: le componenti dei rifiuti non combustibili vengono raccolte in una vasca piena d'acqua posta a valle dell'ultima griglia. Le scorie, raffreddate in questo modo, sono quindi estratte e smaltite in discariche speciali. Ovviamente separando preventivamente gli inerti dalla frazione combustibile si ottiene una riduzione delle scorie. L'acqua di raffreddamento (circa 2,5 m³/t) deve essere depurata prima di essere scaricata in ambiente. Le ceneri sono classificate come rifiuti speciali non pericolosi, mentre le polveri fini (circa il 4% del peso del rifiuto in ingresso) intercettate dai sistemi di filtrazione sono classificate come rifiuti speciali pericolosi. Entrambe sono smaltite in discariche per rifiuti speciali;
- *trattamento dei fumi*: dopo la combustione i fumi caldi passano in un sistema multi-stadio di filtraggio, per l'abbattimento del contenuto di agenti inquinanti sia chimici che solidi. Dopo il trattamento e il raffreddamento, i fumi vengono rilasciati in atmosfera a circa 140 °C.

2.3.3.1 Le principali tipologie di inceneritore

In base alla configurazione del forno ed alle tecnologie adottate per la sua realizzazione, il sistema di incenerimento ha un determinato campo di funzionamento rappresentabile attraverso opportuni diagrammi, come quelli rappresentati in Figura 2.13 e Figura 2.14 (Arena *et al*, 2007): noto quindi il PCI del rifiuto, se ne può desumere il quantitativo da trattare nelle normali condizioni operative, evitando così di ricorrere all'impiego di combustibili ausiliari o di sovraccaricare la camera di combustione. Una buona combustione è, infatti, il primo fattore di

controllo delle emissioni ed al fine di soddisfare le diverse esigenze sono stati sviluppati differenti tipi di forni: alcuni hanno caratteristiche molto elastiche e possono essere alimentati con materiali di forma anche molto differente tra loro, altri invece vengono progettati per trattare materiali aventi ben specifiche caratteristiche e non sono in grado di tollerare (o tollerano molto male) alimentazioni di tipo diverso.

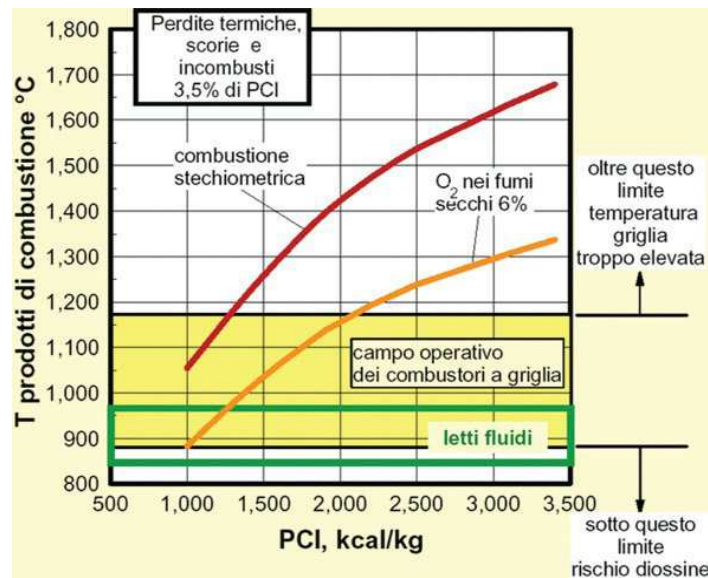


Figura 2.13: Campo operativo dei combustori a griglia (Arena *et al.*, 2007)

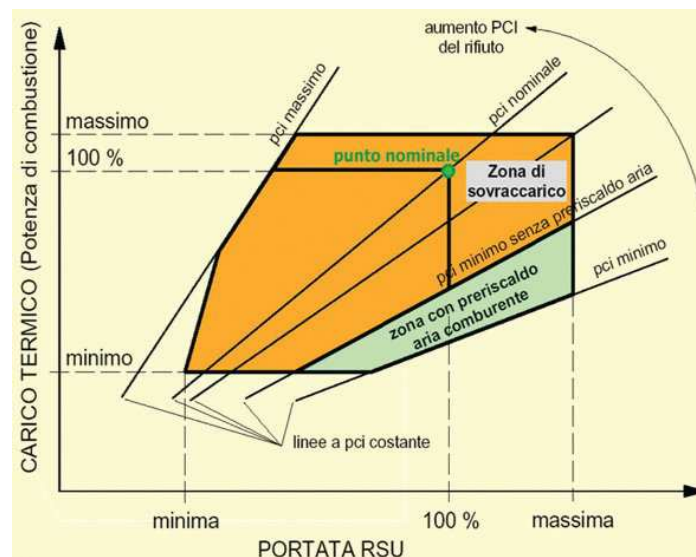


Figura 2.14: Diagramma di griglia del combustore (Arena *et al.*, 2007)

2.3.3.1.1 Gli inceneritori a griglia

Gli *inceneritori a griglia* (Figura 2.15) possiedono un grosso focolare, con griglie metalliche normalmente a gradini formate da barre o rulli paralleli. La griglia può essere mobile o fissa e in

diverse zone vengono raggiunte differenti temperature che permettono un più graduale riscaldamento (è presente anche un sistema di raffreddamento).

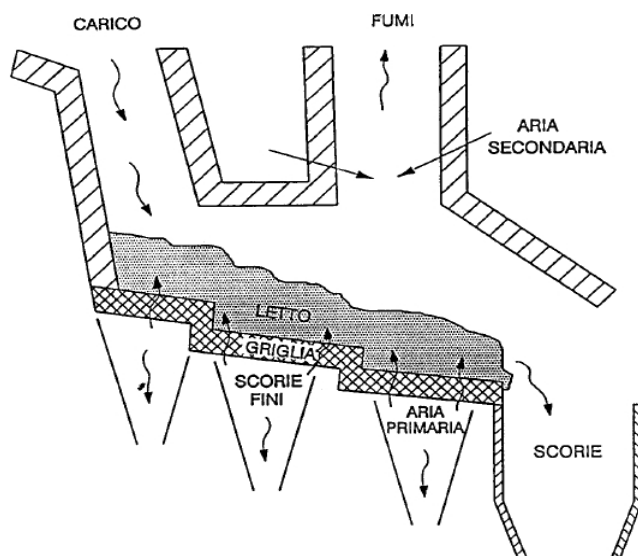


Figura 2.15: Schema di un forno a griglia di un inceneritore (<http://www.ing.unitn.it>)

Gli inceneritori più vecchi e più semplici consistevano in una camera di mattoni con una griglia posta rispettivamente sopra e sotto la raccolta delle ceneri. Mentre quella posta superiormente, avente un'apertura in cima o lateralmente, veniva utilizzata per caricare il materiale da bruciare, quella inferiore permetteva la rimozione del residuo solido incombusto tramite l'apertura laterale. In confronto con le altre tipologie di inceneritori, gli impianti con griglie mobili sono quelli maggiormente sfruttati per la combustione del CSS e permettono, grazie al movimento dello stesso all'interno della camera di combustione, una ottimizzazione della combustione stessa. Una singola griglia è in grado di trattare più di 35 t/h di rifiuti e può lavorare 8.000 ore l'anno con una sola sospensione dell'attività, per la durata di un mese, legata alla manutenzione ed a controlli programmati. Una parte dell'aria necessaria alla combustione primaria viene fornita dal basso e questo flusso viene anche sfruttato per raffreddare la griglia stessa. Il raffreddamento è importante per il mantenimento delle caratteristiche meccaniche e molte griglie mobili sfruttano anche il raffreddamento tramite un flusso interno d'acqua. L'aria necessaria alla combustione secondaria viene immessa ad alta velocità superiormente alla griglia ed ha lo scopo di portare a completamento la reazione di combustione, realizzando una condizione di eccesso di ossigeno e una turbolenza che assicura un mescolamento ottimale di combustibile e comburente. È da notare però che alle griglie è legato un certo insieme di problematiche tecniche tra le quali spicca il deposito di polveri, con la necessità di un certo livello di manutenzione periodica programmata. Di seguito sono riportati alcuni coefficienti caratteristici dei forni a griglia (Arena *et al.*, 2007): alcuni si riferiscono al carico che può supportare una griglia, carico visto sia dal punto di vista termico sia dal punto di vista massivo.

- Carico termico superficiale della griglia (QR): con questo termine si intende la quantità di combustibile che si può bruciare, per unità di superficie della griglia e per unità di tempo, espresso in kcal/m²h. Questo carico ovviamente deve essere tale da assicurare un'elevata efficienza di combustione in base ai tempi di residenza dei rifiuti. Il range entro cui opera il carico termico è compreso tra i 400.000 e gli 800.000 kcal/m²h, ma è anche possibile raggiungere valori più alti in funzione della potenzialità dell'impianto B_m (kg/h), del potere calorifico inferiore PCI (kcal/kg) del combustibile e della superficie della griglia su cui poggiano i rifiuti F_r (m²), secondo la relazione:

$$QR = B_m \cdot (PCI/F_r)$$

- Carico specifico termico (CST): definito come la quantità di calore apportato nel forno nell'unità di tempo (kcal/m²h). Questo parametro ricopre un ruolo fondamentale nel dimensionamento della camera di combustione:

$$S = (PT/CST)$$

dove S è la superficie della griglia (m²) e PT è la potenza termica (dai 400.000 ai 600.000 kcal/h).

- Carico termico volumetrico (CST_v): definito come carico termico per unità di volume (kcal/m³h), anche questo parametro come il precedente è fondamentale per il dimensionamento della camera di combustione:

$$V = (PT/CST_v)$$

dove V è il volume della camera di combustione in m³.

- Carico massivo (Q_r): esprime la quantità di rifiuti da immettere sulla griglia per unità di superficie della griglia (kg/m²h), e viene definito come:

$$Q_r = (B_m/F_r)$$

dove B_m indica la potenzialità e F_r la superficie del forno.

- Rendimento lineare della griglia (Q_b): indica la massima quantità di rifiuti che si possono alimentare per ogni metro di larghezza della griglia:

$$Q_b = (B_m/R_b)$$

Dove R_b è la larghezza della griglia in m.

Nella Tabella 2.3 sono riassunti tutti i parametri di progetto di maggiore importanza e le condizioni operative di tale tipologia di forni.

Parametri progettuali e condizioni operative per forni di griglia	
Carico termico sulla griglia	400.000-800.000 kcal/h*m ²
Carico termico volumetrico	60.000-200.000 kcal/h*m ³
Tempo di residenza dei rifiuti	45-120 min
Tempo di residenza dei fumi	2-6 s
Temperatura di esercizio	850-1100 °C
Rendimento energetico	20-22%
Eccesso d'aria	70-100%

Tabella 2.3: Parametri progettuali e condizioni operative per forni a griglia (Arena *et al.*, 2007)

2.3.3.1.2 Gli inceneritori a letto fluido

Nell'*inceneritore a letto fluido* la combustione è ottenuta inviando dal basso un forte getto di aria attraverso un letto di sabbia. Il letto quindi si solleva, mentre le particelle si mescolano e sono sotto continua agitazione. A questo punto vengono introdotti il CSS ed il combustibile. Il sistema sabbia-CSS-combustibile viene mantenuto in sospensione sul flusso di aria pompata e sotto violento mescolamento e agitazione, assumendo in tale modo caratteristiche pressoché fluide, da cui il letto fluido. Questo processo, detto fluidizzazione, ha l'effetto di diminuire la densità del sistema in oggetto pur senza alterarne la natura originaria. Tutta la massa di rifiuti, combustibile e sabbia circola completamente all'interno della fornace. La tecnologia a letto fluido è di comune utilizzo nell'ambito dell'ingegneria chimica, e viene utilizzata ad esempio anche in reattori per attuare la sintesi chimica e nell'ambito della petrolchimica. Una camera di combustione a letto fluido permette di ridurre le emissioni di ossidi di zolfo (SO_x) mescolando calcare o dolomite in polvere alla sabbia: in tal modo infatti lo zolfo non viene ossidato formando gas, bensì precipita sotto forma di solfato. Tra l'altro, tale precipitato caldo permette di migliorare lo scambio termico per la produzione di vapor acqueo. Dato che il letto fluido consente anche di operare a temperature inferiori ($800\text{ }^\circ\text{C}$), operando a tali temperature è possibile ridurre le emissioni di ossidi di azoto (NO_x). Uno studio comparativo ha confrontato le emissioni di polveri sottili, caratterizzandone dimensione, composizione e concentrazione, e di elementi traccia a proposito dell'utilizzo di una camera a griglie e di una camera a letto fluido a monte dei sistemi di filtraggio. È emerso che le emissioni di particelle con diametro inferiore a $1\text{ }\mu\text{m}$ (PM1) sono approssimativamente quattro volte maggiori nel caso delle griglie, con valori da 1 a $1,4\text{ g/Nm}^3$ contro quelli da 0,25 a $0,31\text{ g/Nm}^3$ del letto fluido. È stata misurata anche la quantità totale media di ceneri prodotte, che è risultata essere di $4,6\text{ g/Nm}^3$ nel caso del letto fluido e di $1,4\text{ g/Nm}^3$ nel caso delle griglie (Terttaliisa *et al.*, 2007). Il letto fluido ha il vantaggio di richiedere poca manutenzione ed ovviamente, data la particolare costituzione, non necessita di componenti in movimento. Possiede anche un rendimento leggermente superiore rispetto ai forni a griglia, ma richiede combustibile a granulometria piuttosto omogenea. Le tipologie di letto fluido più sfruttate rientrano principalmente in due categorie: sistemi a pressione atmosferica (*fluidized bed combustion*, FBC) e sistemi pressurizzati (*pressurized fluidized bed combustion*, PFBC) (Terttaliisa *et al.*, 2007). Questi ultimi sono in grado di generare un flusso gassoso ad alta pressione e temperatura in grado di alimentare una turbina a gas che può realizzare un ciclo combinato ad alta efficienza. Una variante di letto fluido particolarmente interessante per le proprie prestazioni è il *letto fluido ricircolante*: in questa tipologia di impianto, per l'elevata velocità di immissione dell'aria (fino a 10 m/s), la maggior parte delle particelle è trascinata verso l'alto. Le particelle fresche, troppo pesanti, rimangono nella camera di combustione, quelle leggere unitamente agli inerti lasciano il letto trasportate dai gas di combustione e vengono convogliate attraverso un sistema di cicloni in cui il

particolato, separato dai fumi, viene ricircolato, mentre i fumi sono avviati al recupero; questa tipologia di letto è di interesse per impianti con una produzione maggiore di 30 MW. Sul letto ricircolante si ha un notevole aumento della velocità di fluidizzazione a 5-10 m/s e una riduzione della pezzatura del letto a 0,2-0,4 mm. La sabbia a causa dell'elevata velocità dell'aria viene trasportata con i gas, separata tramite dei cicloni e reintrodotta in camera di combustione. La temperatura che vige nel letto è di circa 800-900 °C e viene controllata tramite scambiatori esterni che raffreddano la sabbia nel caso in cui dovesse superare una temperatura limite fissata intorno agli 800-900 °C, in questo caso si prevede l'installazione di pareti raffreddate con acqua. Nella Figura 2.16, è riportato lo schema di un impianto utilizzando un forno a letto fluido circolante mentre nella Figura 2.17 è mostrato invece il particolare della camera di combustione dove si nota il ricircolo del materiale costituente il letto dovuto all'elevata velocità dell'aria.

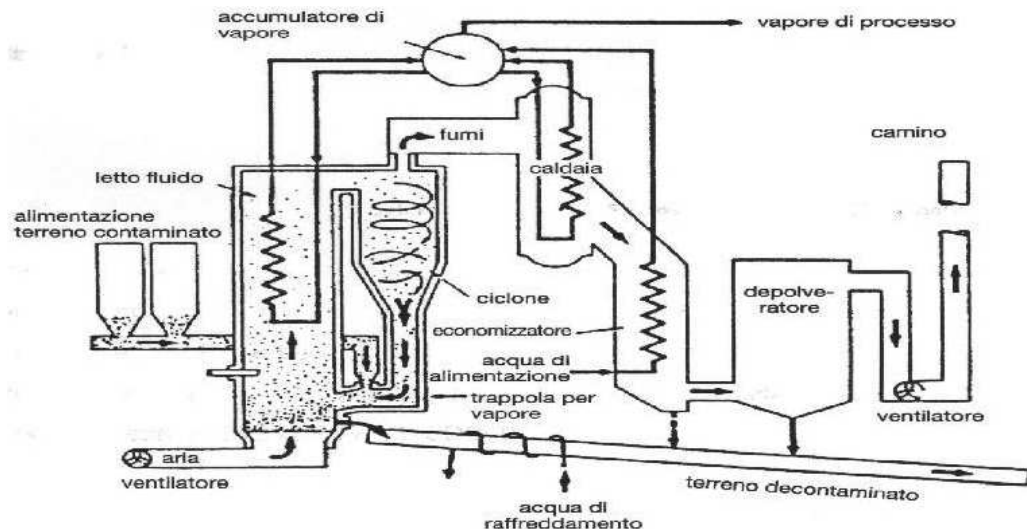


Figura 2.16: Impianto con forno a letto fluido circolante (Terttaliisa *et al.*, 2007)

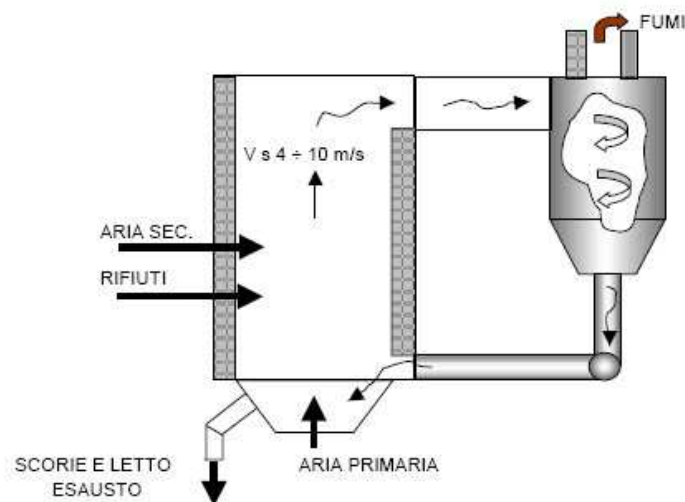


Figura 2.17: Camera di combustione del forno a letto fluido circolante (Terttaliisa *et al.*, 2007)

2.3.3.1.3 Gli inceneritori a forno rotativo

Negli *inceneritori a forno rotativo* si hanno due camere di combustione: la camera di combustione primaria consiste in un tubo cilindrico costruito in materiale refrattario e con inclinazione dai 5° ai 15°, il cui movimento attorno al proprio asse di rotazione viene trasmesso al CSS. La rotazione fa accumulare all'estremità del cilindro le ceneri e il resto della frazione non combusta solida, che viene infine raccolta all'esterno. I gas passano invece in una seconda camera di combustione fissa. La camera di combustione secondaria è necessaria per portare a completamento le reazioni di ossidazione in fase gassosa. In relazione alla pericolosità del rifiuto trattato, le emissioni gassose possono richiedere un più accurato sistema di pretrattamento prima dell'immissione in atmosfera. Molte particelle tendono a essere trasportate insieme con i gas caldi, per questo motivo viene utilizzato un post-bruciatore dopo la camera di combustione secondaria per attuare una ulteriore combustione (HiTemp Technology Corp, 2010).

2.3.3.2 Produzione di energia elettrica e teleriscaldamento

Negli impianti più moderni, il calore sviluppato durante la combustione del CSS viene recuperato e utilizzato per produrre vapore, poi utilizzato per la produzione di energia elettrica o come vettore di calore (ad esempio per il teleriscaldamento). Il rendimento di tali impianti è però molto minore di quello di una normale centrale elettrica, poiché i rifiuti non sono un buon combustibile per via del loro basso potere calorifico, e le temperature raggiunte in camera di combustione sono inferiori rispetto alle centrali tradizionali. L'indice di sfruttamento del combustibile di inceneritori e centrali elettriche può essere aumentato notevolmente abbinando alla generazione di energia elettrica il teleriscaldamento, che permette il recupero del calore prodotto che verrà poi utilizzato per fornire acqua calda. Tuttavia non sempre il calore recuperato può essere effettivamente utilizzato per via delle variazioni stagionali dei consumi energetici; ad esempio, in estate lo sfruttamento del calore può calare notevolmente, a meno che non siano presenti attrezzature che permettano di sfruttarlo per il raffreddamento. Oggi gran parte degli inceneritori sono dotati di qualche forma di recupero energetico ma va rilevato che solo una piccola minoranza di impianti è collegata a sistemi di teleriscaldamento e pertanto viene recuperata solo l'elettricità. L'efficienza energetica di un termovalorizzatore è variabile tra il 19% e il 27% se si recupera solo l'energia elettrica ma aumenta molto col recupero del calore (cogenerazione). A titolo di esempio supposto un rapporto tra energia elettrica e termica pari a 0,64 (cioè per ogni 34 unità di energia elettrica devono essere fornite 53 unità di energia termica) e considerando la produzione indipendente, l'energia elettrica viene prodotta con un'efficienza media pari a 0,34 mentre quella termica è ottenuta con una caldaia dal rendimento medio di circa 0,90. I rendimenti sono:

- Rendimento di generazione elettrica: $\eta_e = (34/100) = 0,34$
- Rendimento generatore termico: $\eta_t = (53/59) = 0,90$
- Rendimento globale: $\eta_g = (34+53)/(100+59) = 0,55$

La produzione contemporanea di energia elettrica e termica fornisce un rendimento nettamente superiore:

- Rendimento globale di cogenerazione: $\eta_c = (34+53)/100 = 0,87$

Una moderna centrale termoelettrica a ciclo combinato, il cui scopo primario è ovviamente quello di produrre elettricità, ha una resa del 57% per la produzione elettrica, e se abbinata al teleriscaldamento raggiunge l'87%. Tipicamente per ogni tonnellata di rifiuti trattata possono essere prodotti circa 0,67 MWh di elettricità e 2 MWh di calore per teleriscaldamento.

2.3.3.3 Le emissioni al camino

I sistemi attuali di depurazione dei fumi sono costituiti da varie tecnologie e sono, pertanto, detti multistadio. Questi sistemi si suddividono in base al loro funzionamento in semisecco, secco, umido e misto. La caratteristica che li accomuna è quella di essere concepiti a più sezioni di abbattimento, ognuna in linea di massima specifica per determinati tipi di inquinanti. In base alla natura chimica della sostanza da abbattere, vengono fatte avvenire delle reazioni chimiche con opportuni reagenti allo scopo di produrre nuovi composti non nocivi, relativamente inerti e facilmente separabili. A partire dagli anni ottanta si è affermata l'esigenza di rimuovere i macroinquinanti presenti nei fumi della combustione (ad esempio CO, CO₂, NO_x e gas acidi come l'anidride solforosa SO₂) e di perseguire un più efficace abbattimento delle polveri in relazione alla loro granulometria. Si è passati dall'utilizzo di sistemi, quali cicloni e multicicloni, con efficienze massime di captazione delle polveri rispettivamente del 70% e dell'85%, ai precipitatori elettrostatici (ESP) o filtri a maniche che garantiscono efficienze notevolmente superiori (fino al 99% e oltre) (Polo universitario di Prato, 2005). Attualmente la Normativa fa riferimento alle emissioni di polveri totali. Oltre a questo, sono state sviluppate misure di contenimento preventivo delle emissioni, ottimizzando le caratteristiche costruttive dei forni e migliorando l'efficienza del processo di combustione. Questo risultato si è ottenuto attraverso l'utilizzo di temperature più alte (con l'immissione di discrete quantità di metano), di maggiori tempi di permanenza dei rifiuti in regime di alte turbolenze e grazie all'immissione di aria secondaria per garantire l'ossidazione completa dei prodotti della combustione.

Tuttavia l'aumento delle temperature, se da un lato riduce la produzione di certi inquinanti (diossine), dall'altro aumenta la produzione di ossidi di azoto e soprattutto di particolato il quale quanto più è fine, tanto più difficile è da intercettare anche per i più moderni filtri, per cui si deve trovare un compromesso, considerato anche che il metano usato comunque ha un costo

notevole. Per questi motivi talvolta gli impianti prevedono post-combustori a metano e/o catalizzatori che funzionano a temperature inferiori ai 900 °C. Come detto la formazione di ossidi d'azoto aumenta quasi esponenzialmente al crescere della temperatura di combustione. Le attrezzature specificatamente previste per l'abbattimento degli ossidi di azoto sono del tipo catalitico o non catalitico. La prima di queste tecnologie, definita Riduzione Selettiva Catalitica (SCR) (Figura 2.18), consiste nell'installazione di un reattore a valle della linea di depurazione in cui viene iniettata ammoniaca nebulizzata, che, miscelandosi con i fumi e attraversando gli strati dei catalizzatori, trasforma alla temperatura di 300 °C gli ossidi di azoto in acqua e azoto gassoso, gas innocuo che compone circa il 79% dell'atmosfera. In presenza di ammoniaca la reazione di riduzione degli NO_x saranno le seguenti:

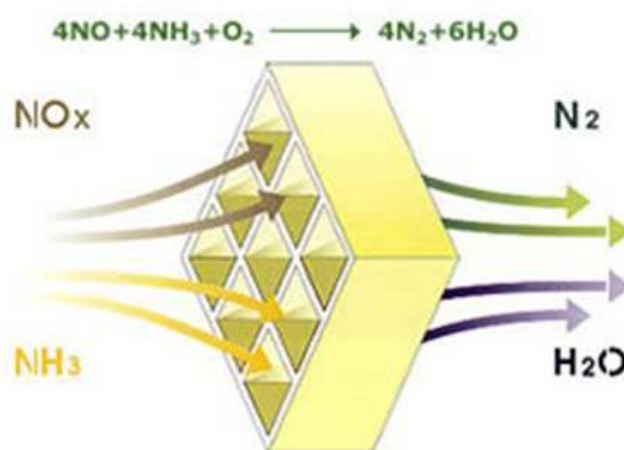
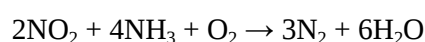
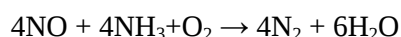
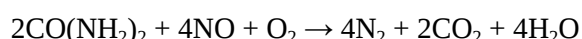


Figura 2.18: Riduzione selettiva catalitica (<http://www.moscaservizi.it>)

Visto che è possibile che una certa quantità di ammoniaca non reagita sfugga dal camino (*ammonia slip*), sono stati elaborati altri metodi che non fanno uso di ammoniaca quale reagente ovvero che prevedono l'uso di un ulteriore catalizzatore per prevenirne la fuga. La seconda tecnologia, chiamata Riduzione Selettiva Non Catalitica (SNCR), spesso preferita perché più economica, presenta il vantaggio di non dover smaltire i catalizzatori esausti ma ha caratteristiche di efficacia inferiori ai sistemi SCR, e consiste nell'iniezione di un reagente (urea che ad alta temperatura si dissocia in ammoniaca) in una soluzione acquosa in una zona dell'impianto in cui la temperatura è compresa fra 850 °C e 1.050 °C con la conseguente riduzione degli ossidi di azoto in azoto gassoso e acqua. In presenza di urea la reazione sarà:



Altri processi non catalitici sfruttano la riduzione con ammoniaca attuata tramite irraggiamento con fascio di elettroni o tramite l'utilizzo di filtri elettrostatici.

Per l'abbattimento dei microinquinanti come metalli pesanti (quali mercurio e cadmio) e diossine sono state messe a punto altre tecnologie. Riguardo ai primi, presenti sia in fase solida che di vapore, la maggior parte di essi viene fatta condensare nel sistema di controllo delle emissioni e si concentra nel cosiddetto particolato fine (ceneri volanti). Il loro abbattimento è poi affidato all'efficienza del depolveratore che arriva a garantire una rimozione superiore al 99% delle PM10 prodotte, ma nulla può contro il PM2,5 e le nanopolveri. Per tale motivo le polveri emesse sono considerate particolarmente nocive. Per quanto riguarda l'abbattimento delle diossine e dei furani, il controllo dei parametri della combustione e della post-combustione (con elevazione della temperatura a oltre 850 °C), sebbene in passato fosse considerato di per sé sufficiente a garantire valori di emissione in accordo alle Normative vigenti, è oggi considerato insufficiente e quindi accompagnato (nei nuovi impianti) da un ulteriore intervento specifico basato sulle proprietà chimico-fisiche dei carboni attivi (il carbone attivo, materiale di origine organica, finemente polverizzato e dotato di una grande superficie di contatto, è in grado di legare a sé molte sostanze, con un processo chimico-fisico detto di assorbimento). Questo ulteriore processo viene effettuato attraverso un meccanismo di chemiadsorbimento, cioè facendo condensare i vapori di diossine e furani sulla superficie dei carboni attivi. Questi non sono altro che carbone in polvere, il quale può esibire 600 m² di superficie per ogni grammo: e pertanto funziona come una sorta di spugna. Queste proprietà garantiscono abbattimenti dell'emissione di diossine e furani tali da permettere di operare al di sotto dei valori richiesti dalla Normativa. Anche qui la filtrazione della polvere di carbone esausta è affidata ad un depolveratore, in quanto i carboni esausti (cioè impregnati di diossine) sono altamente nocivi e sono considerati rifiuti speciali pericolosi da smaltire in discariche speciali. Ad oggi sono allo studio metodi di lavaggio dei fumi in soluzione oleosa per la cattura delle diossine che sfruttino la loro spiccata solubilità nei grassi.

Per quanto riguarda la produzione delle polveri, la pericolosità connessa ad esse è potenzialmente estremamente elevata. Questo è confermato dai limiti particolarmente severi imposti dalla Normativa vigente per i fumi, limitata però alle polveri totali emesse senza discriminare le relative dimensioni delle stesse. Infatti, se da un lato la combustione dei rifiuti produce direttamente enormi quantità di polveri dalla composizione chimica varia, dall'altra alcune sezioni dei sistemi di filtrazione ne aggiungono di ulteriori (in genere calce o carboni attivi) per assorbire metalli pesanti e diossine. Pertanto, le polveri finiscono per essere un concentrato di sostanze pericolose per la vita umana ed animale. Per tali motivi, l'importanza e l'efficacia dei depolveratori è molto elevata. Vengono in genere usati sia filtri elettrostatici (dagli elevati consumi elettrici, poco efficaci su ceneri contenenti poco zolfo ma in generale abbastanza efficaci se frequentemente ripuliti), sia filtri a maniche (non adatti ad alte temperature e soggetti ad intasamento). Il filtro a maniche (Figura 2.19) è un'apparecchiatura utilizzata per la depolverazione di correnti gassose.

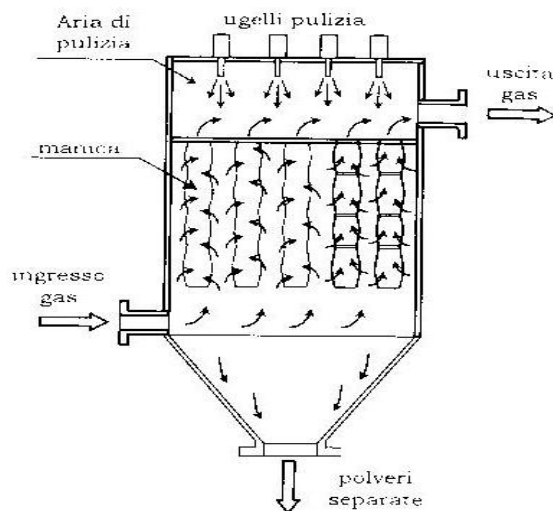


Figura 2.19: Filtro a maniche (<http://www.unifi.it>)

Il funzionamento è il seguente: i gas carichi di polvere entrano nel filtro, dove incontrano una serie di sacchi cilindrici (maniche). Il trasporto dei gas è assicurato da un ventilatore, in genere in coda all'impianto per evitare che il particolato danneggi il ventilatore stesso e per mantenere l'impianto in depressione sia al punto di presa fumi che in camera di combustione. Il materiale di cui sono costituite le maniche è trattato in modo da avere una permeabilità tale da far passare il gas, ma non la polvere, che vi aderisce. In realtà il filtro è utile solo per la fase iniziale del ciclo di uso della manica, poiché sul tessuto si deposita velocemente uno strato di particolato, che costituisce di fatto la parte più efficace del filtro. Un sistema di scuotimento, generalmente ad aria compressa, permette la rimozione periodica del particolato (per evitare perdite di carico troppo elevate), che viene poi trasportato ed eventualmente stoccato mediante sistemi di convogliamento. Poiché l'emissione residua al camino si verifica soprattutto durante le fasi di scuotimento, il rendimento del filtro a maniche è tanto maggiore, ovvero tanto minore l'emissione residua, quanto minore è la frequenza di rigenerazione delle maniche richiesta. La scelta delle maniche deve tenere conto di diversi fattori, tra i quali temperatura ed aggressività chimica dei gas. I materiali che costituiscono le maniche si possono suddividere macroscopicamente in tessuti e feltri. Nei tessuti i pori sono costituiti dagli spazi lasciati tra un filo e l'altro; l'efficienza di captazione dei tessuti può essere incrementata attraverso l'applicazione di una membrana, che opera la captazione della polvere. I feltri invece possono essere costituiti da microfibre e garantiscono una maggiore efficienza di captazione anche sulle granulometrie più fini.

Attualmente la legge non prevede limiti specifici per le polveri fini (PM10) ma in ogni caso, le polveri trattenute devono essere smaltite in discariche per rifiuti speciali pericolosi.

2.3.3.4 Le scorie

L'incenerimento dei rifiuti produce scorie solide pari circa al 10-12% in volume e 15-20% in peso dei rifiuti all'ingresso, e ceneri per il 5% (Energia lab, 2009). Gran parte della massa immessa nei forni viene, infatti, combusta ottenendo dei fumi che verranno opportunamente pretrattati prima di essere emessi dal camino. Le ceneri volanti e le polveri intercettate dall'impianto di depurazione dei fumi sono rifiuti speciali altamente tossici (in quanto concentrano molti degli inquinanti più nocivi), che come tali sono soggetti alle apposite disposizioni di legge, che sono conferiti in discariche speciali. Le scorie pesanti, formate dal rifiuto incombusto (acciaio, alluminio, vetro e altri materiali ferrosi, inerti o altro), sono raccolte sotto le griglie di combustione e possono essere divise a seconda delle dimensioni e, se non troppo contaminate, riciclate. Le scorie sono generalmente smaltite in discarica e costituiscono una grossa voce di spesa in bilancio. Tuttavia, possono rivelarsi produttive: un esempio con 30.000 tonnellate di scorie l'anno si ricavano 25.000 tonnellate (83%) di materiale destinato alla produzione di calcestruzzo, 1.500 tonnellate (5%) di metalli ferrosi e 300 tonnellate (1%) di metalli non ferrosi di cui il 65% di alluminio (ARPAV, 2010). Nell'impianto di trattamento le scorie e le ceneri vengono caricate su un nastro trasportatore; i rottami ferrosi più consistenti sono subito raccolti, quelli più piccoli vengono rimossi attraverso un nastro magnetico. Appositi macchinari separano dal resto i rimanenti metalli amagnetici (prevalentemente alluminio); tutto il resto, miscelato con opportune dosi di acqua, inerti, cemento e additivi, e reso così inerte, va a formare un calcestruzzo subito adoperato per la produzione di elementi per prefabbricati. Con un trattamento di questo tipo, si riduce di molto la necessità della discarica dopo lo smaltimento all'inceneritore con una riduzione delle scorie pesanti dal 30% al 3,3% in peso dei rifiuti inceneriti. È necessario far presente che alcuni studi hanno dimostrato la tossicità di alcuni calcestruzzi contenenti scorie, che con tecniche opportune può essere ridotta significativamente (sono ancora in corso degli studi). Non è noto il bilancio energetico totale (e le relative emissioni) di queste procedure ed in che quota questo eroda il recupero energetico della filiera di trattamento dei rifiuti mediante incenerimento. Un'altra tecnologia che si sta sperimentando è la vetrificazione delle ceneri con l'uso della torcia al plasma. Con questo sistema si rendono inerti le ceneri, risolvendo il problema dello smaltimento delle stesse come rifiuti speciali; inoltre si sta studiando la possibilità di un loro riutilizzo come materia prima per il comparto ceramico e cementizio.

2.3.4 Impianto di compostaggio

Il materiale organico, comprendente il rifiuto umido e vegetale, grazie all'impianto di compostaggio, viene trasformato in compost e restituito al terreno come fertilizzante. Il compost è, infatti, il più antico e naturale concime ed ammendante del terreno che si conosca, mantiene

fertile e sano il terreno e nutre le piante. L'utilizzo della frazione organica con questa finalità contribuisce alla tutela dell'ambiente:

- concimando in modo ecologico senza ricorrere a concimi chimici;
- producendo meno rifiuti da destinare in discarica.

L'organico non è riciclabile come la carta, ma è biodegradabile: organismi e microrganismi naturali possono decomporlo trasformandolo in terriccio e concime, ma solo se posti nelle condizioni adatte. Affinché questi organismi possano svolgere il loro compito è necessario infatti garantire loro (Fabris, 2003):

- aria (ossigeno);
- acqua;
- nutrizione equilibrata (composizione del rifiuto);
- sufficiente sviluppo di calore.

È necessario evitare che nel composto venga a mancare l'ossigeno perché, in caso di una degradazione anaerobica, la sostanza organica marcisce; ed è necessario inoltre che sia mantenuta un'umidità equilibrata. Ogni volta che lo strato tende a compattarsi è necessario smuoverlo per apportare ossigeno e regolarne la temperatura. Le prime fasi del compostaggio sono molto veloci in quanto i microrganismi hanno a disposizione una grande quantità di materiali organici da decomporre. Per questa attività si determina lo sviluppo di calore caratteristico dei primi periodi di compostaggio (nel quale si può arrivare a 55-70 °C (fase termofila)), anidride carbonica (CO_2), acqua (H_2O) e ammoniaca NH_3 . Nella seconda fase, detta di maturazione, la temperatura diminuisce e si concentra l'humus (Figura 2.20).



Figura 2.20: Compost nell'impianto di compostaggio della Contarina Spa (Trevignano (TV), 2010)

Il ciclo di lavorazione per il compostaggio industriale del materiale prevede (Fabris, 2003):

- triturazione del materiale legnoso-vegetale da compostare: i trituratorini sono robuste macchine che possono tritare ramaglie, legname da imballaggio e rifiuti solidi urbani e assimilabili;
- miscelazione: aggiungendo materiale di struttura (come ramaglie) alla parte organica aumenta l'ossigenazione del materiale, mentre aggiungendo additivi speciali o sostanze nutritive si possono creare prodotti che aumentano la qualità e la possibilità di commercializzare il materiale ottenuto;
- rivoltamento periodico dei cumuli: per questa operazione vengono utilizzati i macchinari dotati di una moderna tecnologia per la lavorazione del compost. Due grandi frese aprono il cumulo strappando il materiale e gettandolo su un nastro che lo sposta sul lato opposto della macchina formando così un cumulo molto aerato e soffice. Tale sistema consente un rivoltamento che è indipendente dalle dimensioni e forma del cumulo, un'efficace aerazione e miscelazione del compost ed una elevata economicità di gestione;
- vagliatura finale dei materiali per la vendita: per questa operazione vengono utilizzati dei vagli rotanti (Figura 2.21). La costruzione è realizzata in modo tale che nella parte anteriore della struttura sono posizionate l'unità di comando e la tramoggia di carico; nella parte posteriore è collocato invece il tamburo rotante di vagliatura e tutti gli accessori, compresi i nastri di collegamento e di scarico.



Figura 2.21: Vaglio rotante dell'impianto di compostaggio (Trevignano (TV), 2010)

2.3.5 Impianto di trattamento meccanico biologico (TMB)

Scopo dei processi di trattamento a freddo dei rifiuti indifferenziati o residui, dopo la raccolta differenziata, è di recuperare un'ulteriore parte di materiali riciclabili, ridurre il volume del materiale, e stabilizzare i rifiuti per ridurre la formazione dei gas di decomposizione e di percolato. Il principale tipo di trattamento a freddo è il trattamento meccanico biologico (TMB). Esso tratta i rifiuti residui che rimangono a valle della raccolta differenziata, del riciclaggio, della vagliatura nell'impianto di compostaggio e di produzione di CSS. Esistono due tipologie di trattamento meccanico biologico delle frazioni residue (Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale, 2007):

- trattamento a differenziazione di flussi: trattamenti meccanici biologici in cui un pretrattamento meccanico del rifiuto in ingresso all'impianto permette di ottenere una frazione organica (frazione sottovaglio con diametro <50-90 mm) da destinarsi a trattamento biologico (compostaggio) e una frazione secca (sovvallo con diametro >50-90 mm) da destinarsi alla valorizzazione energetica o in discarica;
- trattamento a flusso unico: trattamenti meccanico biologici in cui tutto il rifiuto in ingresso all'impianto subisce un trattamento biologico, mentre il trattamento meccanico si limita ad una semplice frantumazione del rifiuto.

I vantaggi del TMB sono (Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale, 2007):

- la stabilizzazione della sostanza organica (ossia la perdita di fermentescibilità) mediante la mineralizzazione delle componenti organiche più facilmente degradabili, con produzione finale di acqua ed anidride carbonica e loro allontanamento dal sistema biochimico;
- la igienizzazione della massa, debellando i fitopatogeni presenti nei residui vegetali, nonché i patogeni umani veicolati presenti nei materiali di scarto (come fanghi civili);
- riduzione del volume e della massa dei materiali trattati che possono quindi essere conferiti in discariche controllate.

2.3.6 Le piattaforme CONAI per il recupero

Il CONAI (Consorzio Nazionale Imballaggi) è il consorzio nato il 30 ottobre 1997 in applicazione al Decreto Ronchi (quest'ultimo ora sostituito dal D.lgs. 152/06). Ad esso aderiscono obbligatoriamente le società che producono, vendono o utilizzano imballaggi. La nomenclatura ufficiale divide gli imballaggi in tre categorie (art. 218 del D.lgs. 152/2006):

- imballaggio primario (per la vendita): si intende l'imballaggio concepito in modo da costituire, nel punto di vendita, un'unità di vendita per l'utente finale o per il consumatore;

- imballaggio secondario (multiplo): si intende l'imballaggio concepito in modo da costituire, nel punto di vendita, il raggruppamento di un certo numero di unità di vendita;
- imballaggio terziario (per il trasporto): si intende l'imballaggio industriale e commerciale usato per il trasporto.

Lo scopo del CONAI è quello di perseguire gli obiettivi di recupero e riciclo dei materiali di imballaggio. La gestione operativa del recupero degli imballaggi dei singoli materiali (acciaio, alluminio, carta, legno, plastica, vetro) è affidata a sei Consorzi dei Materiali, uno per ciascun materiale:

- CNA: metalli;
- CIAL: alluminio;
- COMIECO: carta e cartone;
- RILEGNO: legno;
- COREPLA: plastica;
- COREVE: vetro.

Compito di ciascun Consorzio è quello di coordinare, organizzare e incrementare:

- il ritiro dei rifiuti di imballaggi conferiti al servizio pubblico;
- la raccolta dei rifiuti di imballaggi delle imprese industriali e commerciali;
- il riciclaggio e il recupero dei rifiuti di imballaggio;
- la promozione della ricerca e dell'innovazione tecnologica finalizzata al recupero e riciclaggio.

A tal fine i Consorzi stipulano convenzioni a livello locale con i Comuni e i Gestori dei servizi di raccolta differenziata per il ritiro e la valorizzazione degli imballaggi usati conferiti dai cittadini. Il Consorzio definisce le responsabilità ed i contributi da attribuire ai vari soggetti che operano nella raccolta differenziata di un determinato materiale sulla base della qualità del materiale conferito. Il contributo ambientale è la tariffa che ogni consorziato (produttore o utilizzatore) deve versare al CONAI sulla base del tipo e della quantità di imballaggio. Il contributo ambientale viene applicato in un punto particolare del ciclo di vita degli imballaggi, denominato *prima cessione* (Figura 2.22): ovvero il momento nel quale l'imballaggio passa dall'ultimo produttore al primo utilizzatore. Il contributo ambientale è una sorta di tassa che il produttore e l'utilizzatore dell'imballaggio devono pagare per finanziare la raccolta differenziata dell'imballaggio stesso.



Figura 2.22: Prima cessione imballaggio da produttore a utilizzatore (Consorzio Nazionale Imballaggi (CONAI), 2010)

Esiste una Convenzione che definisce gli obblighi ed i diritti dei Convenzionati che operano la raccolta, dei Riciclatori e del Consorzio di Filiera. I corrispettivi economici sono riconosciuti dai Consorzi di Filiera ai Convenzionati che operano la raccolta e sono in funzione della qualità del materiale conferito. Il valore di tali corrispettivi economici viene determinato da un accordo tra ANCI (Associazione Nazionale Comuni d'Italia) e CONAI. L'ultimo accordo ANCI-CONAI è stato siglato nel 2008 ed ha validità per il quinquennio 2009-2013. I corrispettivi massimi e minimi per materiale sono i seguenti (Tabella 2.4):

CORRISPETTIVI MAX E MIN RICONOSCIUTI PER LA RACCOLTA				
Materiale	Corrispettivo min	Fascia minima di qualità	Corrispettivo max	Fascia massima di qualità
	€/ton	%	€/ton	%
Acciaio	37,89	80-90	82,68	95-100
Alluminio	172,24	85-90	422,56	96-100
Cartone	45,24	96-98,5	90,48	98,5-100
Carta	25% del peso 45,24	90-94	25% del peso 90,48	97-100
	75% del peso 2,5€/ton + quotazione borsa (>15€/ton)	90-94	75% del peso 5€/ton + quotazione borsa (>30€/ton)	97-100
Legno	6,9	90-95	13,78	95-100
Plastica	195,77	84-95	277,87	95-100
Vetro	5,03	95-99	10,05	99-100

Tabella 2.4: Corrispettivi economici ai Convenzionati che operano la raccolta (Consorzio Nazionale Imballaggi (CONAI), 2010)

2.3.7 La discarica

La discarica è il sito in cui vengono scaricati, in modo non selezionato, i rifiuti solidi urbani che non si è potuto riciclare: la discarica costituisce l'anello finale del ciclo dei rifiuti. Esistono tre tipologie diverse di discariche a seconda dei materiali che sono destinati a contenere (Direttiva europea 1999/31):

- discariche per rifiuti pericolosi;
- discariche per rifiuti non pericolosi;
- discariche per rifiuti inerti.

2.3.7.1 Il percolato ed il biogas

La discarica (Figura 2.23) produce due tipi di rifiuti che devono essere trattati: il percolato e il biogas.

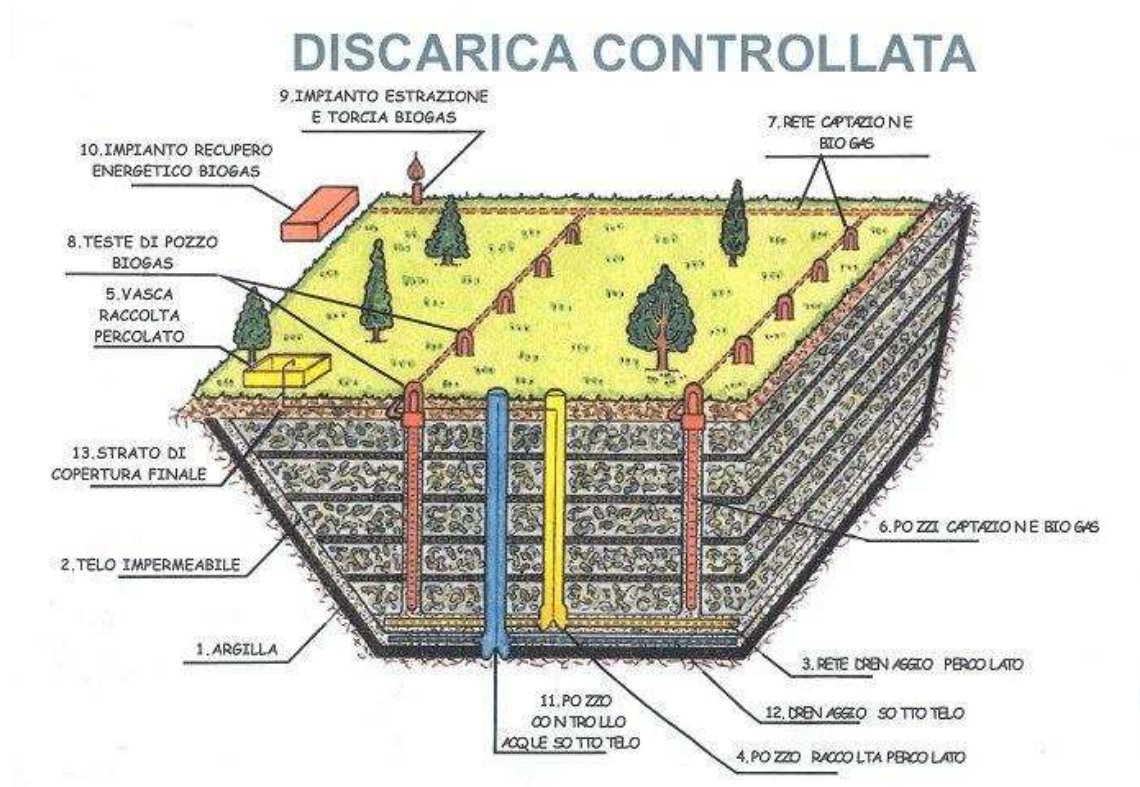


Figura 2.23: Schema di una discarica controllata (<http://www.racine.ra.it>)

La produzione di percolato in discarica, risultato dei fenomeni di infiltrazione e lisciviazione che avvengono all'interno dell'ammasso di rifiuti stoccati, rappresenta una delle maggiori problematiche di impatto sull'ambiente degli impianti di interrimento controllato dei rifiuti. Il percolato prodotto si deposita sul fondo delle vasche di stoccaggio per gravità dopodiché viene drenato in apposite tubazioni e pompato in cisterne di stoccaggio provvisorio, prima di essere inviato allo stadio di trattamento.

La produzione di biogas in discarica, risultato dei fenomeni degradativi e metanigeni di attività biologica del rifiuto organico, rappresenta anch'esso un fattore principe per la gestione corretta di una discarica. È costituito per una metà circa da metano, poi da biossido di carbonio, ossigeno, ammoniaca, vapore acqueo, sostanze organiche volatili. Il metano è considerato un gas serra con un fattore di 24 volte superiore rispetto a quello della CO₂.

La conoscenza dei principi che regolano i processi di formazione del percolato e del biogas, nonché lo studio revisionale delle loro variazioni quantitative e qualitative, è di fondamentale importanza non solo per prevedere e controllare gli impatti sul sottosuolo a medio e lungo termine, ma anche per procedere alla scelta impiantistica ottimale per i trattamenti on site e per il loro corretto dimensionamento. È necessario, per la costruzione di una discarica, scegliere come localizzazione aree che abbiano un'impermeabilizzazione naturale o che possano essere impermeabilizzate artificialmente, per evitare il percolamento di liquidi inquinanti nel sottosuolo. Lo scarico deve essere eseguito in modo opportuno per poter ricoprire i rifiuti e rendere di nuovo agibile il terreno quando ne sia terminato lo sfruttamento. I nuovi metodi di costruzione, i nuovi materiali isolanti per il fondo e i moderni sistemi di accumulo garantiscono impermeabilità della discarica per un tempo superiore all'inertizzazione del rifiuto conferito.

I pozzi di captazione del biogas sono realizzati durante la fase di stesura del rifiuto. Ognuno di questi è dotato di una valvola di regolazione di flusso e di uno strumento per la misura puntuale della pressione, che permette di verificare l'efficienza del sistema di estrazione: esso deve essere fatto uscire in forma controllata. Il trasporto del biogas, fino al degassamento, può avvenire mediante la pressione propria o mediante una depressione artificiale provocata all'esterno della discarica. Nel sistema di degassamento artificiale si utilizzano dispositivi meccanici: in tal modo si evita una fuoriuscita del biogas, con danni alla vegetazione e alle persone. Si può predisporre la captazione del biogas per una sua utilizzazione.

Il controllo delle acque di percolazione costituisce un problema ambientale importante e delicato nella progettazione e gestione delle discariche di rifiuti. Ad esso si deve, comunque, dedicare particolare attenzione con riferimento alle modalità di formazione del percolato, alla raccolta con una rete di drenaggio, al trattamento di idonei impianti di depurazione. Può essere necessaria l'aerazione continua del liquido di percolazione per limitare la formazione di cattivi odori o per promuovere la degradazione aerobica delle sostanze organiche.

Le misure di quantità e qualità del percolato sono necessarie per il bilancio idrico generale della discarica e per i calcoli dei costi di smaltimento. Le misure più precise sono quelle di tipo continuo effettuate mediante stramazzi o misuratori a risalto sul condotto terminale di raccolta del percolato proveniente dalla rete di drenaggio. I parametri che caratterizzano la qualità del percolato sono circa sessanta; per motivi di economicità non è possibile effettuare tutte le misure con la stessa frequenza. Attorno alla discarica devono essere realizzati almeno due pozzi

di controllo delle acque sotterranee, per verificare gli effetti di una eventuale fuoriuscita del percolato.

Nelle discariche le sostanze organiche subiscono un processo iniziale di decomposizione aerobica solo nello strato più superficiale a contatto con l'atmosfera, prima della copertura. Con l'ossigenazione completa si formano acqua ed anidride carbonica con sviluppo di calore (stadio 1). Lo stadio 2 è detto di fermentazione acida, a causa della forte produzione di acidi organici grassi. Nello stadio 3 e nello stadio 4 i prodotti intermedi vengono trasformati in metano ed anidride carbonica. Lo stabilirsi delle condizioni anaerobiche è una condizione necessaria, ma non sufficiente, per l'avvio dei processi di metano genesi; infatti è possibile il verificarsi del processo di digestione non metanogenica, caratterizzato da bassi valori di produzione di anidride carbonica che tendono ad annullarsi dopo un breve periodo. Per meglio interpretare il fenomeno di biogassificazione è opportuno considerare il processo di metanogenesi da un punto di vista ecologico. L'ecosistema microbico metanogenico è caratterizzato dalla consistenza di popolazioni microbiche interconnesse tramite una catena alimentare. Nel caso della presenza di un substrato solido, come nelle discariche, la fonte primaria di alimentazione è costituita dai composti solidi disciolti. L'idrolisi solida può pertanto essere considerata il primo gradino della "catena alimentare". Il flusso di substrato in un ecosistema metanogenico può essere rappresentato come in Figura 2.24:

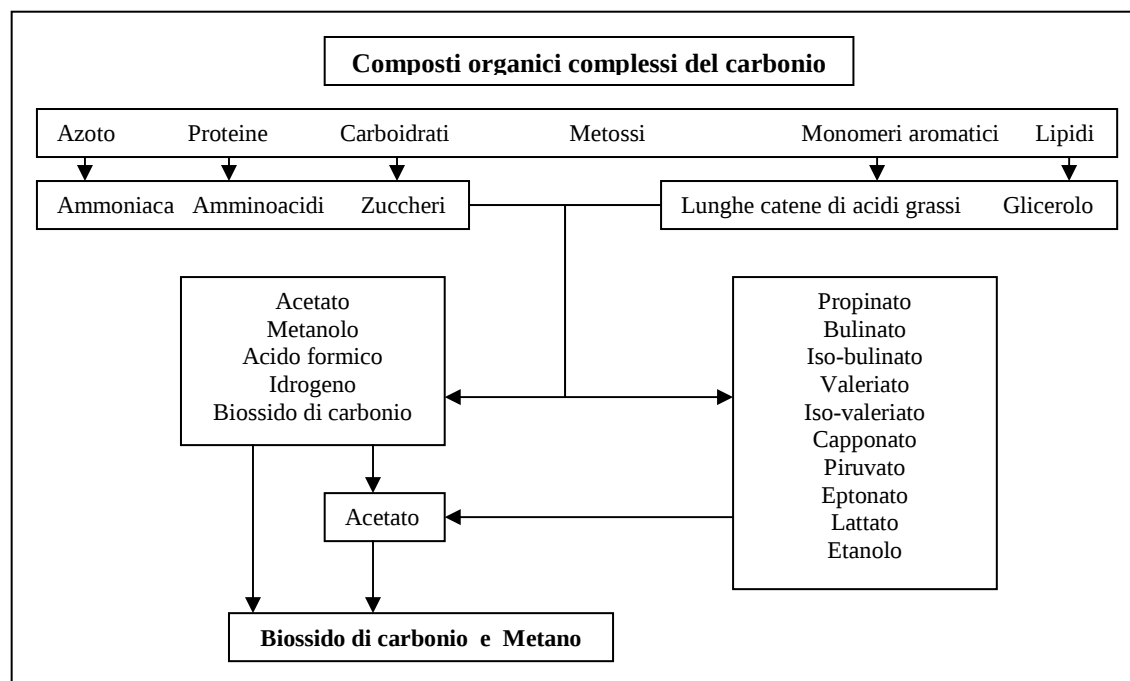
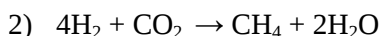
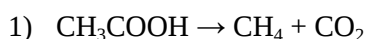


Figura 2.24: Composti organici complessi del carbonio (Fabris, 2003)

Nel primo stadio la materia organica viene idrolizzata e fermentata in acidi carbossilici, alcool, biossido di carbonio, e ammoniaca. Il secondo passo, consiste nell'ulteriore disaggregazione dei

prodotti organici in acido acetico, biossido di carbonio e idrogeno. La terza e ultima fase è ovviamente la produzione di CO₂ e metano in conseguenza della scissione dell'acetato (1) o per combinazione dell'idrogeno con l'anidride carbonica (2) (Carnevale, 2007):



Per quanto fino qui esposto l'ecosistema della discarica può essere più semplicemente rappresentato dalla seguente gerarchia microbica:



Nel caso di substrato solubile, la terza fase è la più lenta ed è, pertanto, la fase limitante sull'intero processo. Dall'altra parte, in presenza di substrato insolubile, la fase limitante è l'idrolisi dello stesso.

Se si osserva il trend di variazione delle concentrazioni di alcuni parametri al variare dell'età del percolato prodotto, è interessante notare che alcuni di essi presentano andamenti di concentrazione molto simili. In particolare appartengono a queste coppie di parametri: ferro e manganese, conducibilità elettrica e cloruri, conducibilità elettrica e azoto ammoniacale, conducibilità elettrica e carbonati, conducibilità elettrica e potassio, sodio e potassio, magnesio e carbonati, conducibilità elettrica e magnesio, sodio e magnesio.

Nella cosiddetta fase post-operativa vengono svolte ancora numerose attività, quali la raccolta del percolato, l'estrazione del biogas ed i monitoraggi ambientali. Al fine di confinare definitivamente i rifiuti, vengono realizzate le opere definite di recupero ambientale. Tali opere consistono nella ricopertura finale dei rifiuti con una stratigrafia composta di materiali, con lo scopo di impermeabilizzare la discarica e di consentire un'adeguata sistemazione a verde, volta alla rinaturalizzazione progressiva del sito. Una stratigrafia tipo prevede la posa in opera dei seguenti materiali, partendo dal basso:

- circa 40 cm di tout-venant di regolarizzazione e drenaggio del biogas;
- uno strato di argilla compattata di circa 50 cm o, in alternativa, un geocomposito bentonitico;
- una geomembrana in polietilene ad alta densità e aderenza migliorata con uno spessore di 1,5 mm;
- un geotessile non tessuto in polipropilene a protezione del telo sottostante;
- uno strato di 30 cm per il drenaggio delle acque meteoriche;
- 60 cm di terreno vegetale.

I lavori di recupero di norma vengono effettuati e completati nell'arco di circa tre anni dal termine dei conferimenti, mentre le attività di post-mortem proseguono fino a completa mineralizzazione dei rifiuti. La Normativa attualmente in vigore prevede che tale periodo sia di almeno trent'anni.

2.3.8 L'applicazione della tariffa

La modalità di applicazione della tariffa è distinta tra utenze domestiche e utenze non domestiche, mantenendo comunque la natura binomia della tariffa, così come definita nel DPR 158/99, data dalla somma di due componenti: parte fissa e parte variabile. La prima è determinata in relazione ai principali fattori di costo del servizio, riferiti in particolare agli investimenti per le opere ed ai relativi ammortamenti, la seconda è proporzionale alle quantità di rifiuti conferiti, al servizio fornito e all'entità dei costi variabili di gestione. Dal punto di vista economico, il metodo porta a porta permette la piena realizzazione del concetto di tariffa puntuale quale corrispettivo reso a fronte di un servizio erogato. In un sistema a corrispettivo, la tariffa rappresenta il prezzo unitario di cessione del servizio erogato, mentre l'importo richiesto ad ogni utente corrisponde alle unità di servizio acquistate (anzi, obbligatoriamente acquistate) che l'ente titolare è dal canto suo obbligato ad erogare, nell'esercizio dei suoi compiti istituzionali. In quest'ottica il sistema di commisurazione della tariffa diventa strumento di politica ambientale, indirizzando le scelte dei consumatori-utenti verso comportamenti responsabili, disincentivando la produzione di rifiuti e andando a premiare fattivamente i comportamenti atti alla maggiore differenziazione, in linea col principio PAYT.

I principi essenziali del sistema di calcolo della tariffa puntuale si possono così riassumere:

- compatibile con la normativa vigente;
- legato al principio di equità distributiva verso gli utenti: la tariffa è commisurata ai rifiuti prodotti presso le singole utenze secondo il principio di *chi inquina paga*;
- premiante verso la riduzione della produzione di rifiuto secco non riciclabile da avviare allo smaltimento in modo da ridurre i relativi costi che incidono sulla quota variabile della tariffa;
- premiante verso la raccolta differenziata;
- concorrenziale rispetto alle utenze non domestiche che affidano il servizio di gestione dei rifiuti a soggetti privati;
- modulare, flessibile ed implementabile a seconda della future scelte strategiche del Gruppo.

2.3.8.1 Modalità di applicazione della tariffa per le utenze domestiche

Per le utenze domestiche il Consorzio ha scelto di riversare tutti i costi variabili sul servizio del secco non riciclabile. Ciascuna utenza è tenuta a corrispondere la quota fissa in ragione del volume standard minimo assegnabile, indipendentemente dal ritiro dei contenitori; infatti, sulla quota fissa sono contabilizzati tutti i costi generali di gestione (spazzamento, pulizia rifiuti abbandonati) a cui devono contribuire tutti gli utenti, in quanto servizi che arrecano vantaggio all'intera collettività. La quota variabile della tariffa applicata alle utenze domestiche è

rapportata alla quantità di rifiuto secco non riciclabile raccolto presso ciascuna utenza e viene calcolata con la formula:

$$Tv = Quv \cdot q$$

con

$$Quv = \frac{Ctv}{qtot}$$

dove:

Tv = tariffa variabile per utenza domestica [€];

Quv = quota unitaria variabile per le utenze domestiche [€/kg];

q = quantità di rifiuto secco non riciclabile prodotta nel periodo dall'utenza domestica [kg];

Ctv = costi totali variabili attribuiti alle utenze domestiche [€];

$qtot$ = quantità totale di frazione secca non riciclabile raccolta dalle utenze domestiche [kg].

La modalità operativa di commisurazione della quantità di rifiuto conferito dalla singola utenza avviene proprio grazie alla possibilità di conteggio degli svuotamenti dei contenitori del secco non riciclabile dotati di transponder. Il giro ordinario di raccolta non permette di effettuare direttamente la pesatura del rifiuto secco, con la conseguente quantificazione ponderale del rifiuto secco residuo, ma consente di ottenere a posteriori una quantificazione volumetrica del rifiuto conferito. Le modalità operative di raccolta permettono, quindi, l'individuazione dell'utenza stessa e la registrazione dei conferimenti da parte delle singole utenze; ogni conferimento corrisponde ad una ben determinata unità in volume di rifiuto. A posteriori, prendendo a riferimento un certo periodo, analogo a quello di fatturazione, viene calcolato il peso specifico medio del rifiuto secco non riciclabile avviato a smaltimento, calcolando il totale del peso di rifiuto secco e dividendolo per il totale del volume dei contenitori svuotati nel periodo. Il quantitativo in kg associabili alla singola utenza viene dedotto, quindi, in maniera indiretta moltiplicando il peso specifico determinato per il volume del contenitore in dotazione per il numero di svuotamenti del contenitore stesso. La correttezza del sistema è supportata dall'indicazione posta a regolamento consortile che prevede l'esposizione su suolo pubblico, e il conseguente svuotamento dei contenitori del secco non riciclabile solo se pieni. Questo presuppone una costanza del peso specifico medio del secco non riciclabile e, quindi, l'esattezza della stima. L'impiego del transponder consente un elevato grado di puntualizzazione del sistema con attribuzione contestuale del quantitativo volumetrico di rifiuto raccolto alla singola utenza produttrice di tale rifiuto.

Ecco un esempio di fatturazione per un'utenza domestica con un numero di componenti pari a tre (Tabelle 2.5, 2.6, 2.7):

Data emissione fattura: 21/9/2010			Utenza Domestica		Numero Componenti: 3				
Acconto periodo dal 1/7/2010 al 31/12/2010									
Descrizione	Matricola	Numero	Fisso [€/anno]	Var. [€/kg]	Quota fissa		Quota variabile		Totale
					Giorni	Euro	kg	Euro	
Bidone Secco 120 l	S956345	1	75,29	0,923	184	37,95	30	27,69	65,64
Dovuto periodo dal 1/1/2010 al 30/6/2010									
Descrizione	Matricola	Numero	Fisso [€/anno]	Var. [€/kg]	Quota fissa		Quota variabile		Totale
					Giorni	Euro	kg	Euro	
Bidone Secco 120 l	S956345	1	75,29	0,923	181	37,34	22,08	20,38	57,72

Tabella 2.5: Acconto e Dovuto in una ipotetica fattura emessa il 21/9/2010 dal Consorzio Priula

Riepilogo	
Totale Acconto del periodo dal 1/1/2010 al 30/6/2010 [€]	62,28
Totale Dovuto del periodo dal 1/1/2010 al 30/6/2010 [€]	57,72
Conguaglio periodo dal 1/1/2010 al 30/6/2010 [€]	-4,56
Acconto periodo dal 1/7/2010 al 31/12/2010 [€]	65,64
Totale Fattura [€]	61,08

Tabella 2.6: Riepilogo di una ipotetica fattura emessa il 21/9/2010 dal Consorzio Priula

Dettaglio svuotamento del periodo dal 1/1/2010 al 30/6/2010			
Tipologia Contenitore	Matricola contenitore	Totale Vuotamenti	Peso Totale [kg]
Bidone 120 l Secco	S956345	2	22,08

Tabella 2.7: Dettaglio svuotamento del bidone Secco di una ipotetica fattura emessa il 21/9/2010 dal Consorzio Priula

Nel caso dei cassonetti condominiali utilizzati da più utenze, il sistema di raccolta permette, al pari delle utenze dotate di contenitore singolo per il secco non riciclabile, l'individuazione dell'appartenenza del contenitore. Il peso totale del rifiuto secco residuo conferito nel cassonetto condominiale dalle diverse utenze viene stimato con le stesse modalità applicate alle utenze singole in base al volume vuotato. Il sistema a transponder non consente la commisurazione individuale dei rifiuti prodotti e la relativa quantificazione dei singoli apporti, per cui la quota variabile della tariffa viene calcolata effettuando una ripartizione del peso totale stimato del secco non riciclabile in base a coefficienti che tengono conto della potenziale produttività di rifiuti in funzione dei componenti del nucleo familiare. La ripartizione delle quantità di rifiuto secco fra le diverse utenze domestiche con contenitori condominiali avviene secondo la seguente formula:

$$q(n) = \frac{Q_{tot}}{\sum (N(n) \cdot K(n))} \cdot K(n)$$

dove:

$q(n)$ = quantità di rifiuto attribuibile ad un'utenza con n componenti nel periodo [kg/periodo];

Q_{tot} = quantità totale di rifiuto raccolto presso il contenitore condominiale nel periodo [kg/periodo];

$N(n)$ = numero di utenze domestiche con n componenti nel nucleo familiare;

$K(n)$ = coefficiente di adattamento assegnato alle utenze domestiche con n componenti nel nucleo familiare.

Capitolo 3

Il progetto “Plastica molle”

3.1 Obiettivi del progetto

L’obiettivo del lavoro sperimentale che ho svolto presso l’azienda Contarina Spa è stato quello di verificare i vantaggi derivanti da una modifica dell’attuale sistema di raccolta del multimateriale (VPL: vetro, plastica e lattine) nel Consorzio Priula (Figura 3.1).

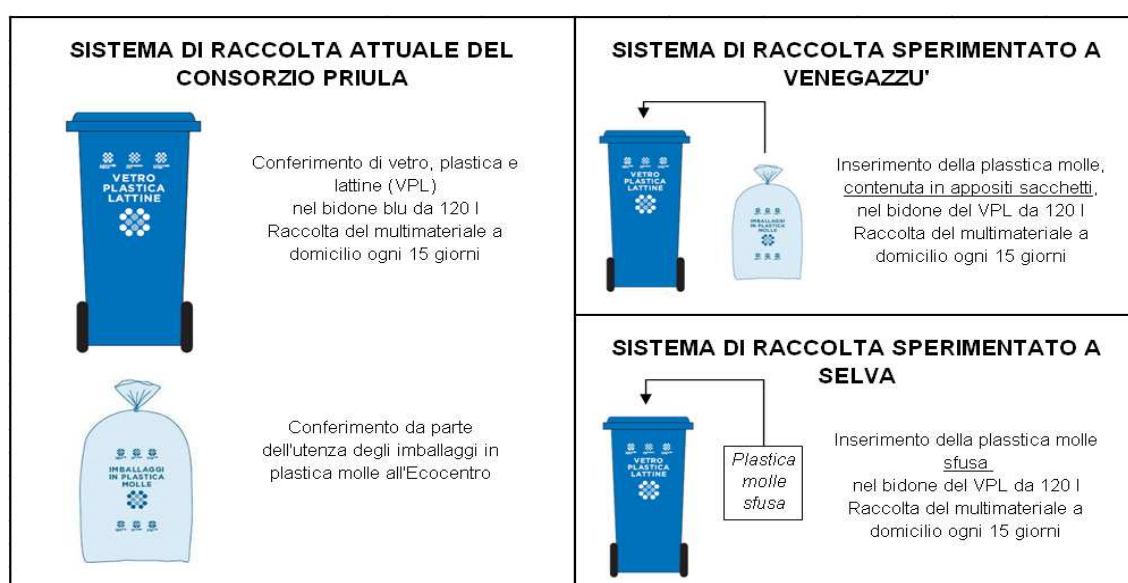


Figura 3.1: Schema del sistema di raccolta attuale del Consorzio Priula e dei sistemi sperimentati nelle frazioni del Comune di Volpago del Montello (TV)

Con plastica molle s’intendono:

- buste, borsette, confezioni in nylon e plastica per alimenti;
- reti per frutta e verdura;
- involucri per confezioni di bibite o riviste;
- film e pellicole;
- sacchi e scatole in plastica per il confezionamento degli abiti;
- reggette per pacchi.

Attualmente i Consorzi Priula e TV3 attuano sistemi di raccolta per i materiali riciclabili vetro, plastica e lattine differenti tra loro. Il primo effettua la raccolta dei materiali attraverso un unico bidone blu, di varia volumetria in base alle esigenze dell’utente, con eccezione della plastica molle, per la quale è previsto il conferimento con sacchi celesti presso l’Ecocentro da parte dell’utenza. Il secondo Consorzio utilizza il bidone blu per la raccolta del solo vetro, mentre per

lattine e plastica, compresa quella molle, vengono utilizzati sacchi di colore celeste: sia il bidone che i sacchi sono raccolti a domicilio. In entrambi i Consorzi i bidoni possono essere esposti una volta ogni due settimane, mentre per il TV3 la cadenza di esposizione dei sacchi celesti è settimanale. Da questa unica, ma ancor significativa, differenza all'interno del ciclo integrato dei rifiuti del Gruppo, nasce la necessità di analizzare le possibili soluzioni per il raggiungimento di alcuni importanti obiettivi:

- aumentare la plastica molle raccolta: nel Consorzio Priula, infatti, molta parte di questo materiale probabilmente finisce nel rifiuto secco e quindi non può essere riciclato;
- ridurre gli afflussi degli utenti agli Ecocentri;
- testare la possibilità di unificare il sistema di raccolta nei due Consorzi.

3.2 La sperimentazione

La sperimentazione è stata attuata, per un periodo di dieci settimane, in due frazioni campione del Comune di Volpago del Montello (TV). Nella frazione di Selva è stato previsto l'inserimento, da parte dell'utenza, della plastica molle sfusa nel contenitore blu insieme agli imballaggi in vetro, plastica e lattine; a Venegazzù il materiale doveva esser raccolto sempre nello stesso bidone ma all'interno di sacchetti celesti appositamente consegnati ai residenti. Le utenze domestiche servite nelle due frazioni sono rispettivamente 635 e 634 e la raccolta avviene ogni quindici giorni.

Al fine di raggiungere gli obiettivi prefissati, le fasi del lavoro sperimentale per la ricerca di possibili soluzioni sono state:

- raccolta dei dati;
- analisi dei dati raccolti;
- analisi merceologica del rifiuto: vetro, plastica, lattine.
- definizione dei vantaggi e degli svantaggi delle due modalità di raccolta.

3.2.1 Raccolta dei dati

A partire dal 21 Ottobre 2010 ogni quindici giorni, e quindi nel giorno previsto da calendario, sono stati verificati i contenitori esposti e per quelli che presentavano materiale in eccedenza, rispetto alla volumetria propria degli stessi, veniva annotata la matricola e spuntata un'opzione, sulla modalità di conferimento del materiale in eccesso, tra le seguenti:

- coperchio del bidone aperto;
- un sacco con volume pari a 30 l;
- due sacchi con volume pari a 30 l ciascuno;
- un sacco grande con volume pari a 60 l;
- altro: tipologie di esposizione differenti da quelle appena menzionate.

Le opzioni sono servite per fare una stima della modalità di esposizione del materiale in eccesso e della quantità con cui esso mediamente veniva esposto. L'insieme di matricole, e le relative opzioni annotate negli appositi moduli cartacei (Figura 3.2), venivano poi riportate in un foglio Excel per la successiva analisi dei dati.

RILEVARE SOLO I CONTENITORI CON MATERIALE IN ECCEDENZIA							
sigla del mezzo			☐ selva				
giorno			☐ venegazzù				
matricola	☐ coperchio aperto	☐ 1 sacco 30 lt	☐ 2 sacchi 30 lt	☐ 1 sacco grande	☐ altro		
matricola	☐ coperchio aperto	☐ 1 sacco 30 lt	☐ 2 sacchi 30 lt	☐ 1 sacco grande	☐ altro		
matricola	☐ coperchio aperto	☐ 1 sacco 30 lt	☐ 2 sacchi 30 lt	☐ 1 sacco grande	☐ altro		
matricola	☐ coperchio aperto	☐ 1 sacco 30 lt	☐ 2 sacchi 30 lt	☐ 1 sacco grande	☐ altro		
matricola	☐ coperchio aperto	☐ 1 sacco 30 lt	☐ 2 sacchi 30 lt	☐ 1 sacco grande	☐ altro		
matricola	☐ coperchio aperto	☐ 1 sacco 30 lt	☐ 2 sacchi 30 lt	☐ 1 sacco grande	☐ altro		
matricola	☐ coperchio aperto	☐ 1 sacco 30 lt	☐ 2 sacchi 30 lt	☐ 1 sacco grande	☐ altro		

Figura 3.2: Parte del modulo cartaceo per l'annotazione dei bidoni con eccesso di materiale nel Comune di Volpago del Montello

Oltre ai dati raccolti nel Comune di Volpago del Montello sono stati annotati anche dati sui bidoni del VPL nei Comuni di Roncade, Preganziol e Paese (che sono parte del Consorzio Priula): in questi non era previsto alcun inserimento della plastica molle nei bidoni, per cui, sempre ogni due settimane, veniva trascritta la matricola e il livello di volume occupato dal materiale con le seguenti opzioni: 25%, 50%, 75%, 100%, 125%, 150%, 200% (Figura 3.3).

sigla del mezzo	COMUNE							
giorno								
matricola	☐ 25%	☐ 50%	☐ 75%	☐ 100%	☐ 125%	☐ 150%	☐ 200%	
matricola	☐ 25%	☐ 50%	☐ 75%	☐ 100%	☐ 125%	☐ 150%	☐ 200%	
matricola	☐ 25%	☐ 50%	☐ 75%	☐ 100%	☐ 125%	☐ 150%	☐ 200%	
matricola	☐ 25%	☐ 50%	☐ 75%	☐ 100%	☐ 125%	☐ 150%	☐ 200%	
matricola	☐ 25%	☐ 50%	☐ 75%	☐ 100%	☐ 125%	☐ 150%	☐ 200%	
matricola	☐ 25%	☐ 50%	☐ 75%	☐ 100%	☐ 125%	☐ 150%	☐ 200%	
matricola	☐ 25%	☐ 50%	☐ 75%	☐ 100%	☐ 125%	☐ 150%	☐ 200%	
matricola	☐ 25%	☐ 50%	☐ 75%	☐ 100%	☐ 125%	☐ 150%	☐ 200%	
matricola	☐ 25%	☐ 50%	☐ 75%	☐ 100%	☐ 125%	☐ 150%	☐ 200%	
matricola	☐ 25%	☐ 50%	☐ 75%	☐ 100%	☐ 125%	☐ 150%	☐ 200%	
matricola	☐ 25%	☐ 50%	☐ 75%	☐ 100%	☐ 125%	☐ 150%	☐ 200%	

Figura 3.3: Parte del modulo cartaceo per l'annotazione del grado di riempimento dei bidoni nei Comuni non coinvolti dalla sperimentazione

Questo ulteriore lavoro in altri tre Comuni, non coinvolti dalla sperimentazione, è stato necessario per verificare il grado di riempimento medio dei contenitori del VPL quando vengono esposti, nella previsione di poter estendere la modalità di raccolta sperimentata nel Comune di Volpago del Montello anche a tutte le utenze del Consorzio Priula in primis.

C'è da sottolineare che mentre in quel di Selva e Venegazzù tutti i bidoni sono dotati di tecnologia RFID transponder, e quindi, grazie a tale dispositivo, possono essere registrati dall'operatore tutti i bidoni esposti, negli altri tre Comuni questo non è possibile, ecco perché i bidoni dovevano esser segnati tutti nei moduli cartacei. Per ottenere le matricole di tutte le potenziali utenze che facevano parte del giro di raccolta prescelto è stato necessario tracciare sulla mappa il percorso e, mediante il sistema informativo dell'azienda, da ogni via rilevata sono stati estrapolati gli utenti serviti ed i relativi bidoni in loro possesso.

3.2.1.1 Analisi dei dati del Comune di Volpago del Montello

Per prima cosa sono state confrontate le percentuali di esposizione dei contenitori, ovvero la percentuale di bidoni esposti su quelli potenzialmente esponibili, con quelle riguardanti tutto il Comune nello stesso periodo dell'anno precedente non interessato da alcuna sperimentazione. La percentuale di esposizione presenta un aumento, dovuto alla presenza della plastica molle, ma tale effetto è molto più pronunciato nel paese di Selva dove essa è raccolta sfusa (Tabelle 3.1, 3.2, 3.3): qui la differenza dell'esposizione percentuale rispetto all'anno precedente è pari all'8,4% mentre a Venegazzù risulta addirittura minore, con un 0,6% in negativo.

Comune di Volpago 2009			
Data	Bidoni esposti	Bidoni potenziali	% Esposizione
22/10/2009	1902	3788	50,2%
05/11/2009	1744	3788	46%
19/11/2009	1854	3788	48,9%
03/12/2009	1884	3788	49,7%
17/12/2009	1870	3788	49,4%
31/12/2009	1770	3788	46,7%

Tabella 3.1: Percentuali di esposizione dei bidoni del VPL nel Comune di Volpago nel 2009

Selva 2010				
Data	Bidoni esposti	Bidoni potenziali	% Esposizione	Delta% 2010-2009
04/11/2010	346	635	54,5%	8,4%
18/11/2010	375	635	59%	10,1%
02/12/2010	332	635	52,3%	2,5%
16/12/2010	388	635	61,1%	11,7%
30/12/2010	354	635	55,7%	9%
Media	359	635	56,5%	8,4%

Tabella 3.2: Percentuali di esposizione dei bidoni del VPL nel paese di Selva nel 2010

Venegazzù 2010				
Data	Bidoni esposti	Bidoni potenziali	% Esposizione	Delta% 2010-2009
21/10/2010	339	634	53,5%	3,3%
04/11/2010	316	634	49,8%	3,8%
18/11/2010	314	634	49,5%	0,6%
02/12/2010	282	634	44,5%	-5,3%
16/12/2010	300	634	47,3%	-2%
30/12/2010	270	634	42,6%	-4,1%
Media	303,5	634	47,9%	-0,6%

Tabella 3.3: Percentuali di esposizione dei bidoni del VPL nel paese di Venegazzù nel 2010

Questo può essere spiegabile dal fatto che raccogliere la plastica molle in sacchetti, come a Venegazzù, presenta il vantaggio di poterla stoccare in casa finché non si raggiunge un volume significativo tale da poterlo esporre nel giorno di raccolta. La quantità di materiale conferito quindi non cambia, ma è differente la modalità di esporre lo stesso. La comodità del sacchetto è indubbia per l'utenza, ma la quantità di materiale esposto in alcune giornate di raccolta ne rallenta le fasi di raccolta stessa, per cui l'operatore deve aumentare il numero di viaggi per vuotare il proprio mezzo nel semirimorchio posizionato per lo scarico. La soluzione con plastica molle sfusa, dunque, fa sì che il carico di lavoro dell'operatore sia equamente distribuito nell'arco di un periodo, ma presenta l'inconveniente che il materiale molle possa volare via durante la corsa del camion; questo è un problema che si potrebbe risolvere facendo alcune modifiche alla vasca del camion.

Andando ad analizzare la percentuale di bidoni esposti con eccedenza di materiale, si può vedere che essa è maggiore a Venegazzù con uno scarto percentuale medio pari a 27,7% (Tabella 3.4): questo giustifica l'osservazione precedente per cui, sebbene a Selva la percentuale di esposizione sia mediamente più alta, la percentuale media di bidoni con eccedenza è più bassa.

Data	Selva		Venegazzù		Delta % Eccedenza
	Bidoni con eccedenza	% Bidoni ecc.	Bidoni con eccedenza	% Bidoni ecc.	
04/11/2010	91	26,3%	129	40,8%	14,5%
18/11/2010	60	16%	119	37,9%	21,9%
02/12/2010	68	20,5%	86	30,5%	10%
16/12/2010	47	12,1%	169	56,3%	44,2%
30/12/2010	48	13,6%	166	61,5%	47,9%

Tabella 3.4: Differenza tra le percentuali di bidoni del VPL con eccedenza tra Selva e Venegazzù nel 2010

Nelle Tabelle 3.5 e 3.6 sono indicate le percentuali delle modalità di eccedenza riscontrate nelle due frazioni del Comune di Volpago divise per data di rilevazione:

Venegazzù						
Data	Bidoni con eccedenza	Coperchio aperto	1sacco 30lt	2sacchi 30lt	1sacco grande	Altro
21/10/2010	94	0%	42,9%	23,8%	28,6%	4,8%
04/11/2010	129	16,1%	32,8%	26,3%	21,9%	2,9%
18/11/2010	119	21,9%	35,8%	8,1%	33,3%	0,8%
02/12/2010	86	0%	38,4%	40,7%	20,9%	0%
16/12/2010	169	20,1%	29,6%	11,2%	34,3%	4,7%
30/12/2010	166	11,4%	29,5%	12%	39,8%	7,2%
Media	127	11,6%	34,8%	20,4%	29,8%	3,4%

Tabella 3.5: Percentuali delle eccedenze riscontrate a Venegazzù

Selva						
Data	Bidoni con eccedenza	Coperchio aperto	1sacco 30lt	2sacchi 30lt	1sacco grande	Altro
04/11/2010	91	44,7%	30,8%	2,1%	17%	5,3%
18/11/2010	60	21,3%	39,3%	8,2%	26,2%	4,9%
02/12/2010	68	39,7%	23,5%	14,7%	19,1%	2,9%
16/12/2010	47	19,1%	34%	8,5%	38,3%	0%
30/12/2010	48	12,8%	19,1%	10,6%	53,2%	4,3%
Media	63	27,5%	29,4%	8,8%	30,8%	3,5%

Tabella 3.6: Percentuali delle eccedenze riscontrate a Selva

Dato che nel sistema informativo aziendale per ogni utenza è registrato il numero di componenti del nucleo familiare, è stato possibile analizzare se ci fosse una correlazione tra questo dato e il numero di esposizioni nel periodo scelto.

A Selva il coefficiente di correlazione risulta pari a 0,5 e la media di esposizioni risulta crescere all'aumentare del numero di componenti: nella Tabella 3.7 e nella Figura 3.4 è osservabile questo trend di crescita.

Num Componenti	Media Esposizione	Max Esp.	Min Esp.
Num 1	2	6	0
Num 2	3	6	0
Num 3	4	6	0
Num 4	5	6	1
Num 5	5	6	1
Num 6	4	6	2
Num 7	6	6	5
Num 8	6	6	6

Tabella 3.7: Valori medi, massimi e minimi del numero di esposizioni per classe di numero di componenti (Selva)

Nel grafico, per ogni classe di numero di componenti, sono rappresentati:

- in rosso il valore minimo di esposizione nel periodo di sperimentazione;
- in verde il valore medio di esposizione nel periodo di sperimentazione;
- in blu il valore massimo di esposizione nel periodo di sperimentazione.

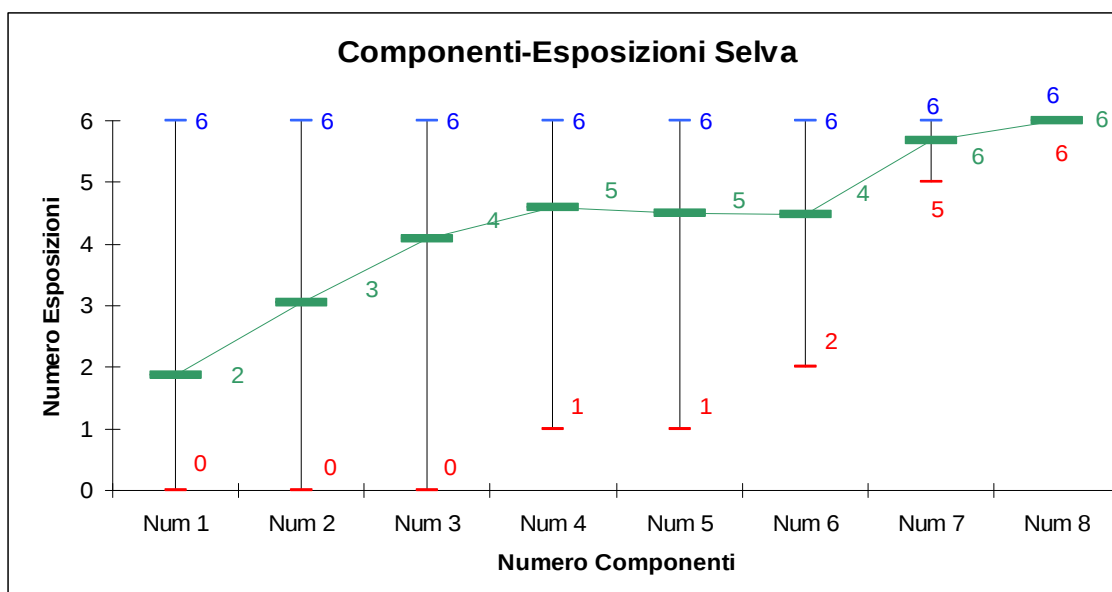


Figura 3.4: Valori medi, massimi e minimi del numero di esposizioni per classe di numero di componenti (Selva)

Dalla rappresentazione suddetta è stata omessa la classe con numero di componenti pari a zero dato che le utenze corrispondenti sono risultate essere tutte di tipologia non domestica (escluse dalla sperimentazione).

Per quel che riguarda la frazione di Venegazzù i valori non si discostano troppo dai precedenti: il coefficiente di correlazione, in questo caso, è pari a 0,4. Di seguito sono riportate la Tabella 3.8 con i valori medi, massimi e minimi del numero di esposizioni per classe di numero di componenti e la Figura 3.5 con la rappresentazione dei suddetti valori. Anche per la Tabella 3.8 e la Figura 3.5 riguardanti Venegazzù sono valide le stesse considerazioni fatte per quelle di Selva.

Num Componenti	Media Esposizioni	Max Esp.	Min Esp.
Num 1	2	6	0
Num 2	3	6	0
Num 3	3	6	0
Num 4	4	6	0
Num 5	4	6	0
Num 6	4	6	2
Num 7	5	5	5
Num 9	3	3	3

Tabella 3.8: Valori medi, massimi e minimi del numero di esposizioni per classe di numero di componenti (Venegazzù)

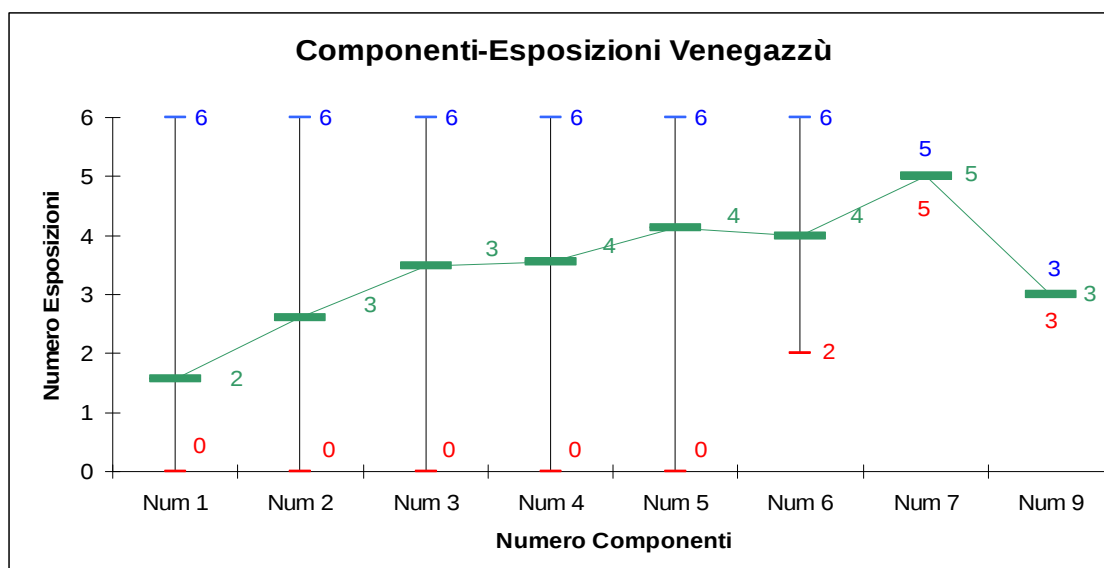


Figura 3.5: Valori medi, massimi e minimi del numero di esposizioni per classe di numero di componenti (Venegazzù)

Nel complesso il coefficiente di correlazione medio è pari a 0,5 il che indica una correlazione diretta moderata tra le due variabili.

3.2.1.2 Analisi dei dati dei Comuni di Paese, Preganziol, Roncade

In quanto ai dati raccolti nei tre Comuni senza sperimentazione le percentuali di esposizione dei bidoni del VPL sono riassunte per data di raccolta nelle Tabelle 3.9, 3.10, 3.11:

Paese			
Data	Bidoni esposti	Bidoni potenziali	% Esposizione
19/11/2010	286	546	52,4%
03/12/2010	275	546	50,4%
17/12/2010	289	546	52,9%
31/12/2010	252	546	46,1%
14/01/2011	284	546	52%
Media	277	546	50,8%

Tabella 3.9: Percentuali di esposizione dei bidoni del VPL nel Comune di Paese

Roncade			
Data	Bidoni esposti	Bidoni potenziali	% Esposizione
26/10/2010	230	445	51,7%
09/11/2010	252	445	56,6%
23/11/2010	255	445	57,3%
07/12/2010	221	445	49,7%
21/12/2010	254	445	57,1%
04/01/2011	256	445	57,5%
Media	245	445	55%

Tabella 3.10: Percentuali di esposizione dei bidoni del VPL nel Comune di Roncade

Preganziol			
Data	Bidoni esposti	Bidoni potenziali	% Esposizione
25/10/2010	308	517	59,6%
08/11/2010	304	517	58,8%
22/11/2010	301	517	58,2%
06/12/2010	321	517	62,1%
20/12/2010	308	517	59,6%
03/01/2011	296	517	57,2%
17/01/2011	322	517	62,3%
Media	309	517	59,7%

Tabella 3.11: Percentuali di esposizione dei bidoni del VPL nel Comune di Preganziol

In media, quindi, la percentuale di bidoni esposti rispetto a quelli potenzialmente esposti è pari al 59,7%: ciò significa che in media nel giorno di raccolta espone il bidone del VPL poco più della metà delle utenze. Passando al grado di riempimento dei bidoni del VPL i dati sono illustrati per data di raccolta nelle Tabelle 3.12, 3.13, 3.14:

Paese									
Data	% 25%	% 50%	% 75%	% 100%	% 125%	% 150%	% 200%	Riemp.Medio	S.q.medio
19/11/2010	4,2%	15%	18,9%	51%	6,6%	3,5%	0,7%	88,7	28,4
03/12/2010	5,8%	19,3%	21,4%	40,4%	10,9%	1,8%	0,4%	84,6	29,3
17/12/2010	9%	10,7%	17,3%	54,3%	6,2%	2,1%	0,3%	86,5	28,8
31/12/2010	5,6%	9,1%	20,6%	57,1%	4%	3,2%	0,4%	89,1	26,4
14/01/2011	6,7%	17,2%	15,5%	53,2%	4,6%	2,1%	0,7%	85,4	29,1
Media	6,2%	14,3%	18,7%	51,2%	6,5%	2,5%	0,5%	86,9	28,4

Tabella 3.12: Percentuali dei gradi di riempimento riscontrati a Paese

Roncade									
Data	% 25%	% 50%	% 75%	% 100%	% 125%	% 150%	% 200%	Riemp.Medio	S.q.medio
26/10/2010	1,3%	10,4%	19,1%	63%	3%	1,7%	1,3%	92	24,2
09/11/2010	2%	11,9%	12,3%	63,9%	7,9%	2%	0%	92,5	23
23/11/2010	2%	14,5%	20,4%	56,5%	4,3%	2,3%	0%	88,4	23,5
07/12/2010	5%	19%	24,4%	47,5%	3,2%	0%	0,9%	82,3	26,6
21/12/2010	5,5%	12,2%	15%	60,2%	5,1%	1,6%	0,4%	88,5	26,3
04/01/2011	1,9%	12,9%	18%	58,2%	5,9%	3,1%	0%	90,6	23,9
Media	2,9%	13,5%	18,2%	58,2%	4,9%	1,8%	0,4%	89	24,6

Tabella 3.13: Percentuali dei gradi di riempimento riscontrati a Roncade

Preganziol									
Data	% 25%	% 50%	% 75%	% 100%	% 125%	% 150%	% 200%	Riemp.Medio	S.q.medio
25/10/2010	6,5%	18,5%	25,3%	41,6%	6,5%	1,6%	0%	82	27,3
08/11/2010	7,9%	14,8%	21%	46,4%	8,5%	1,3%	0%	84,2	28
22/11/2010	6,6%	19,6%	19,9%	46,5%	6%	1%	0,3%	82,6	28
06/12/2010	12,1%	14,9%	23%	43,3%	4,7%	0,9%	0,9%	80,2	31
20/12/2010	11,4%	17,5%	20,4%	46,1%	4,2%	0,3%	0%	78,8	28,1
03/01/2011	10,8%	15,5%	17,9%	48,3%	6,1%	1%	0,3%	82	29,7
17/01/2011	8,1%	18,6%	14,6%	54,7%	3,4%	0,6%	0%	82,1	27
Media	9,1%	17,1%	20,3%	46,7%	5,6%	1%	0,2%	81,7	28,5

Tabella 3.14: Percentuali dei gradi di riempimento riscontrati a Preganziol

I dati sulle percentuali di riempimento dei bidoni indicano una media nei tre Comuni che si attesta all'85,8% e che quindi fa presumere un volume sufficiente per ospitare un quantitativo di plastica molle pari a circa:

$$\text{Volume medio libero} = 120 \cdot (1 - 0,858) = \mathbf{17 \text{ litri}}$$

Significativo è il numero di volte in cui ogni utenza espone il bidone nel periodo delle dieci settimane, essendo facilmente correlabile al numero di componenti del nucleo familiare che usufruiscono dello stesso bidone. Nel Comune di Paese il coefficiente di correlazione risulta pari a 0,4 (considerando, come per Volpago del Montello, solo le utenze domestiche) e la media di esposizioni risulta crescere all'aumentare del numero di componenti: nella Tabella 3.15 e nella Figura 3.6 è osservabile questo trend di crescita.

Num Componenti	Media Esposizioni	Max Esp.	Min Esp.	Media
Num 1	2	5	1	2
Num 2	2	5	1	2
Num 3	3	5	1	3
Num 4	3	5	1	3
Num 5	3	5	1	3
Num 6	3	5	1	3
Num 7	3	5	2	3
Num 8	4	4	4	4
Num 9	5	5	2	5

Tabella 3.15: Valori medi, massimi e minimi del numero di esposizioni per classe di numero di componenti (Paese)

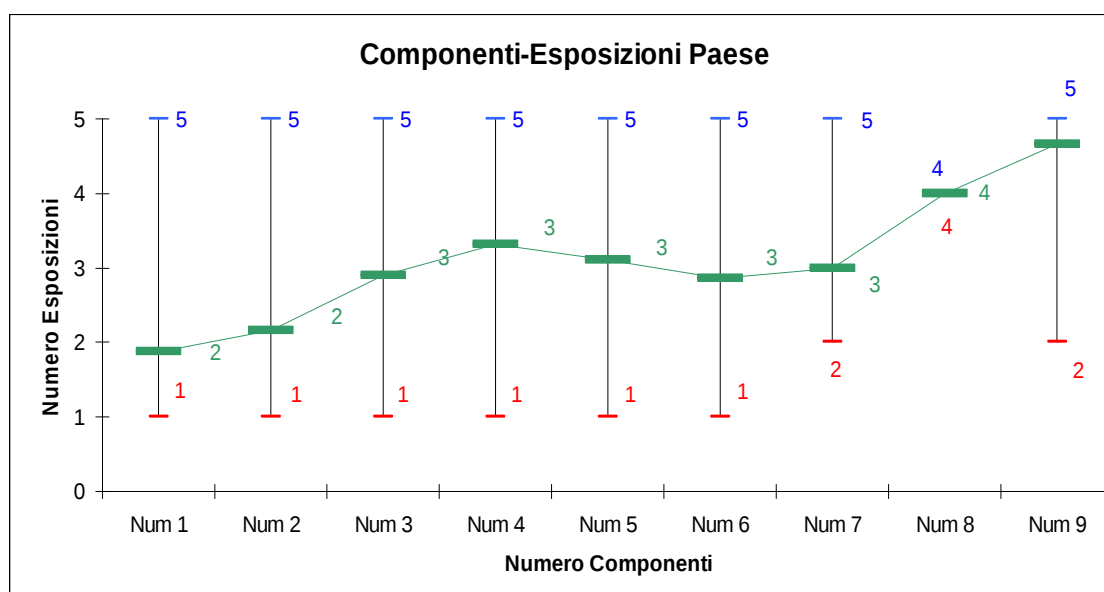


Figura 3.6: Valori medi, massimi e minimi del numero di esposizioni per classe di numero di componenti (Paese)

Per quanto riguarda il Comune di Roncade il coefficiente di correlazione, per le utenze domestiche, è pari a 0,4 ed anche in questo caso il numero di esposizione aumenta all'aumentare del numero di componenti (Tabella 3.16, Figura 3.7).

Num Componenti	Media Esposizioni	Max Esp.	Min Esp.	Media
Num 1	2	6	1	2
Num 2	3	6	1	3
Num 3	4	6	1	4
Num 4	4	6	1	4
Num 5	4	6	1	4
Num 6	4	6	1	4
Num 7	6	6	4	6

Tabella 3.16: Valori medi, massimi e minimi del numero di esposizioni per classe di numero di componenti (Roncade)

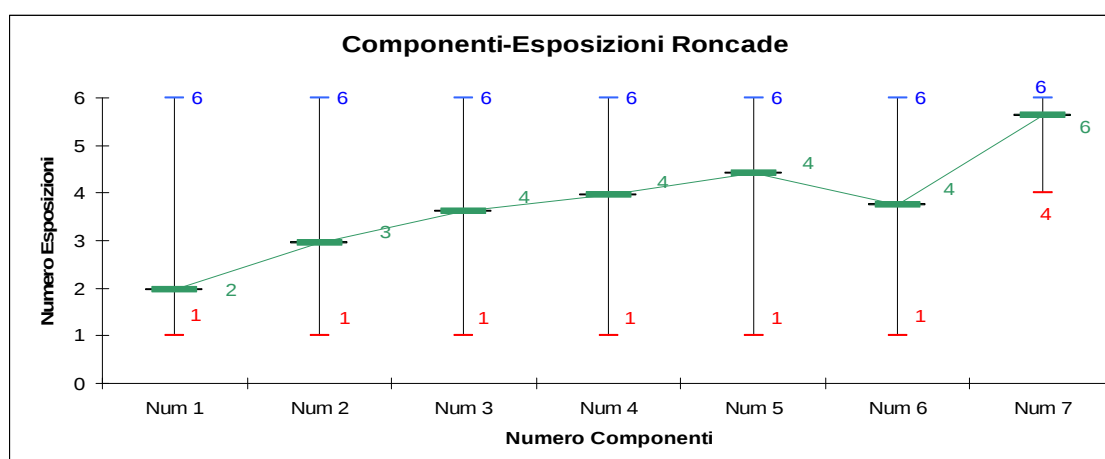


Figura 3.7: Valori medi, massimi e minimi del numero di esposizioni per classe di numero di componenti (Roncade)

La correlazione del Comune di Preganziol varia di poco rispetto a quelle precedenti ed è pari a 0,4. Di seguito sono riportate la Tabella 3.17 con i valori medi, massimi e minimi del numero di esposizioni per classe di numero di componenti e la Figura 3.8 con la rappresentazione dei suddetti valori.

Num Componenti	Media Esposizioni	Max Esp.	Min Esp.	Media
Num 1	2	7	1	2
Num 2	4	7	1	4
Num 3	5	7	1	5
Num 4	5	7	1	5
Num 5	5	7	1	5
Num 6	4	7	1	4
Num 7	5	6	3	5
Num 9	7	7	7	7

Tabella 3.17: Valori medi, massimi e minimi del numero di esposizioni per classe di numero di componenti (Preganziol)

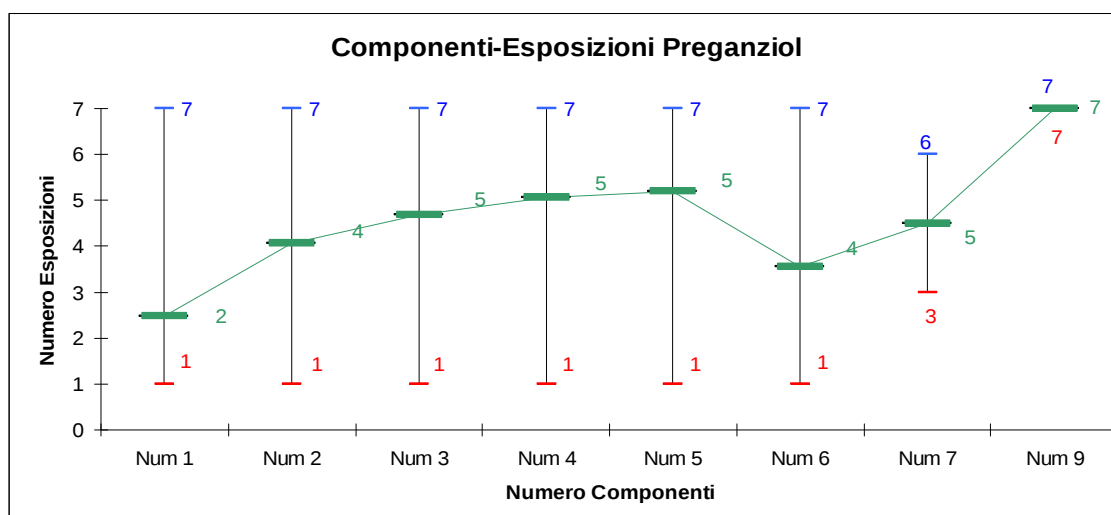


Figura 3.8: Valori medi, massimi e minimi del numero di esposizioni per classe di numero di componenti (Preganziol)

Nel complesso il coefficiente di correlazione medio dei tre Comuni è pari a 0,4 ovvero esiste una correlazione diretta moderata tra le due variabili.

3.2.3 Qualità del multimateriale vetro, plastica, lattine

Gli obiettivi di aumento di materiale raccolto vanno accompagnati da obiettivi di qualità delle frazioni, così da assicurare in primo luogo l'effettivo recupero e riutilizzo dei materiali e, in secondo luogo, la riduzione del costo complessivo del servizio, attraverso iniziative di sensibilizzazione degli utenti finalizzate al miglior utilizzo del servizio, al conferimento di materiale privo di impurità (i materiali non idonei fanno aumentare i costi di selezione e riducono gli incentivi) e all'acquisto di prodotti confezionati in imballaggi riciclabili e col minor peso e ingombro possibile. L'introduzione del sistema di raccolta domiciliare tramite contenitori personali ha portato ad un'ottimizzazione del servizio, ad un miglioramento della qualità dei materiali raccolti, nonché ad un contenimento dei costi totali. Fattore non secondario è la possibilità da parte dell'operatore di esercitare, durante la raccolta, un rapido ma importante controllo visivo sulla conformità merceologica dei rifiuti conferiti sia dalle utenze domestiche sia dalle utenze non domestiche.

La composizione del rifiuto manifesta una sostanziale costanza nel tempo, in quanto è influenzata essenzialmente dalle abitudini di consumo delle utenze, domestiche in particolare: la modificazione di tale composizione evolve lentamente.

Dalle analisi merceologiche effettuate su quattro Comuni campione serviti dal Consorzio Priula nel 2009 era emerso che la quantità media percentuale, sul totale del campione, di imballaggi in

plastica recuperati si attestava al 15,6%, la quantità di alluminio, vetro e acciaio al 76,9%: il tutto per un 92,5% di materiale riciclabile (Tabella 3.18).

2009	Comuni campione esaminati									
	SILEA		ZENSON		ARCADE		S. BIAGIO		Media	
Peso campione [kg]	331,1		202,5		188,4		202,2		231	
CPL (contenitori in plastica fino a 5 l)	32,2		16,1		11,6		33,9			
TRACCIANTI (nylon delle aziende)	0		0		0		0			
CASSETTE CAC (cassette rigide bottiglie)	0		0		0		0			
IMBALLAGGI VARI	17,2		9,6		5,4		18			
CASSETTE CONIP (cassette frutta)	0,3		0		0		0,3			
Totale imballaggi in plastica	49,4	15,0%	25,7	12,7%	17,0	9%	51,9	25,7%	36	15,6%
FRAZIONE FINE VETRO	101,1		26,9		46,3		65,5			
CARTA	2,2		1,8		1,5		1,4			
ALLUMINIO	3,7		2,1		1,1		3,5			
ACCIAIO	16,0		10,4		7,7		17,9			
TETRAPACK	0		0		0		0			
VETRO	141,6		115,1		100,1		54,1			
LEGNO	0		0		0		0			
Totale alluminio, acciaio e vetro	262,4	79,3%	154,51	76,3%	155,2	82,4%	141	69,7%	178,3	76,9%
Totale Riciclabile	311,9	94,2%	180,20	89%	172,2	91,4%	192,9	95,4%	214,3	92,5%

Tabella 3.18: Analisi merceologica del multimateriale di quattro Comuni campine del Consorzio Priula nel 2009

Nel 2010 la media percentuale in peso di imballaggi in plastica passa al 30,7%, quella di alluminio, acciaio e vetro al 61,8%, con una percentuale di materiale riciclabile del 92,5% (Tabella 3.19). Quindi la qualità del multimateriale è rimasta costante nell'arco di un anno.

2010	Data Esaminazione campione									
	06/07/2010		27/07/2010		30/07/2010		20/12/2010		Media	
Peso campione [kg]	156,5		159		191		171,5		169,51	
CPL (contenitori in plastica fino a 5 l)	19,2		51		34,5		30			
TRACCIANTI (nylon delle aziende)	0		3		0		0			
CASSETTE CAC (cassette rigide bottiglie)	0		0		0		0			
IMBALLAGGI VARI Compresa pla molle	11,6		22,5		18,9		16,5			
CASSETTE CONIP (cassette frutta)	0		0		0		0,7			
Totale imballaggi in plastica	30,9	19,7%	76,5	48,1%	53,5	28%	47,2	27,5%	52,03	30,7%
ALTRA FRAZIONE	6,1		15		14,4		11,5			
CARTA	0,5		1		1		0,9			
ALLUMINIO	1,9		1,5		4		1,8			
ACCIAIO	10,1		14,5		12		12,4			
TETRAPACK	0		0		1,1		0			
VETRO	106,9		50,5		104,9		98,3			
LEGNO	0		0		0		0			
Totale alluminio, acciaio e vetro	119	76%	66,5	41,8%	120,9	63,3%	112,5	65,6%	104,7	61,8%
Totale Riciclabile	149,9	95,7%	143	89,9%	174,4	91,3%	159,7	93,1%	156,8	92,5%

Tabella 3.19: Analisi merceologica del multimateriale di quattro Comuni campine del Consorzio Priula nel 2010

L'analisi merceologica condotta sul materiale proveniente dalle frazioni del Comune di Volpago del Montello, sottoposte a sperimentazione, ha fatto emergere come la percentuale totale in peso di materiale riciclabile sia del 94,7% con una percentuale di imballaggi in plastica pari a 28,4% e di alluminio, acciaio e vetro a 66,3% (Tabella 3.20).

2010	Data Esaminazione campione				Media	
	18/11/2010 Venegazzù		18/11/2010 Selva			
Peso campione [kg]	176		182,7		179,3	
CPL (contenitori in plastica fino a 5 l)	25,2		17			
TRACCIANTI (nylon delle aziende)	0		0			
CASSETTE CAC (cassette rigide bottiglie)	0		0			
IMBALLAGGI VARI compresa pla molle	27,2		31,5			
CASSETTE CONIP (cassette frutta)	0,8		0			
Totale imballggi in plastica	53,2	30,2%	48,5	26,5%	50,8	28,4%
ALTRA FRAZIONE	9		8,2			
FRAZIONE FINE	7,2		8,4			
CARTA	1,2		0,2			
ALLUMINIO	3,8		6,2			
ACCIAIO	10,6		12,4			
TETRAPACK	0,8		0,4			
VETRO	91		98,4			
LEGNO	0		0			
Totale alluminio, acciaio e vetro	112,6	64%	125,4	68,6%	119	66,3%
Totale Riciclabile	165,8	94,2%	173,9	95,2%	169,8	94,7%

Tabella 3.20: Analisi merceologica di campioni di multimateriale delle frazioni del Comune di Volpago nel 2010

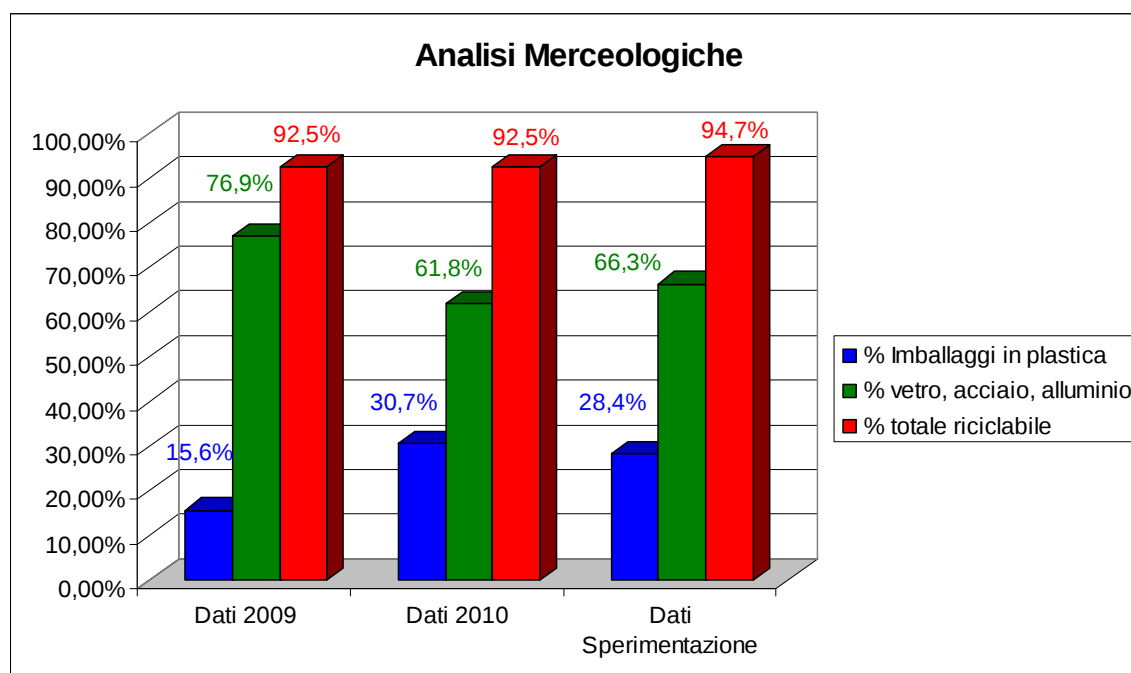


Figura 3.9: Analisi merceologiche 2009, 2010, sperimentazione

La quantità di materiale riciclabile, dunque, è aumentata di 2,2 punti percentuali (Figura 3.9): data l'applicazione della sperimentazione e, quindi, l'inserimento della plastica molle nei bidoni del VPL.

3.2.4 Analisi dei vantaggi e degli svantaggi delle due modalità di raccolta

In base all'analisi dei dati raccolti e dai rapporti provenienti dalle analisi merceologiche del rifiuto, è stato possibile valutare i vantaggi e gli svantaggi delle due modalità sperimentali di raccolta della plastica molle. Tra le due tipologie di conferimento del rifiuto sono emerse le seguenti differenze (Tabella 3.21):

- inserire la plastica molle sfusa nel bidone del VPL prevede un carico di lavoro per l'operatore equamente distribuito nell'arco di un periodo; la modalità di esposizione mediante sacchetto ha fatto riscontrare un aumento vertiginoso del materiale in eccedenza in alcuni giorni di raccolta, mentre la percentuale media di bidoni esposti risulta addirittura inferiore rispetto all'anno 2009;
- dalle analisi merceologiche emerge che la qualità del materiale conferito è maggiore per la modalità di inserimento della plastica molle sfusa: la quantità percentuale di materiale riciclabile supera quella della modalità a sacchetto di un punto percentuale. C'è da sottolineare il fatto che il conferimento mediante sacchetto fa aumentare la percentuale di imballaggi in plastica del 4% a fronte di una diminuzione dello stesso valore di alluminio, vetro e acciaio (Tabella 3.20);
- l'esposizione mediante sacchetto spinge molte utenze ad esporre il materiale in eccesso non con i sacchetti predisposti, ma con sacchi non conformi di varia volumetria: questo fa in modo che non ci possa essere un controllo visivo del materiale presente all'interno da parte dell'operatore;
- l'uso di sacchetti non è una delle migliori soluzioni a livello impiantistico negli impianti di selezione che non possiedono macchinari atti all'apertura dei sacchi e che dovrebbero aumentare la manodopera con possibili incrementi del costo del personale (Figure 3.10, 3.11);
- la plastica molle sfusa presenta l'inconveniente che, data la struttura del mezzo di raccolta, possa volar via durante la corsa: questo svantaggio potrebbe essere risolto con l'installazione di flange nelle vasche per deviare l'aria;
- entrambe le modalità di raccolta riducono l'afflusso dell'utenza agli Ecocentri e il numero di viaggi dei mezzi di raccolta per andare a recuperare la plastica molle dalle isole ecologiche;
- il decoro urbano è maggiormente rispettato se si espone il solo bidone blu.

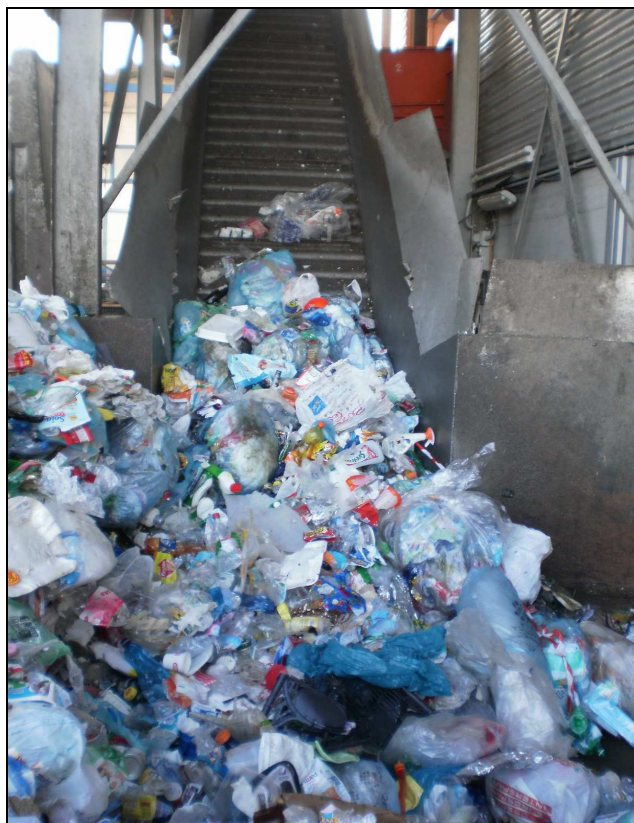


Figura 3.10: Materiale della frazione di Venegazzù all'entrata dell'impianto di selezione Ecolfer (S. Stino di Livenza (TV), 2011)

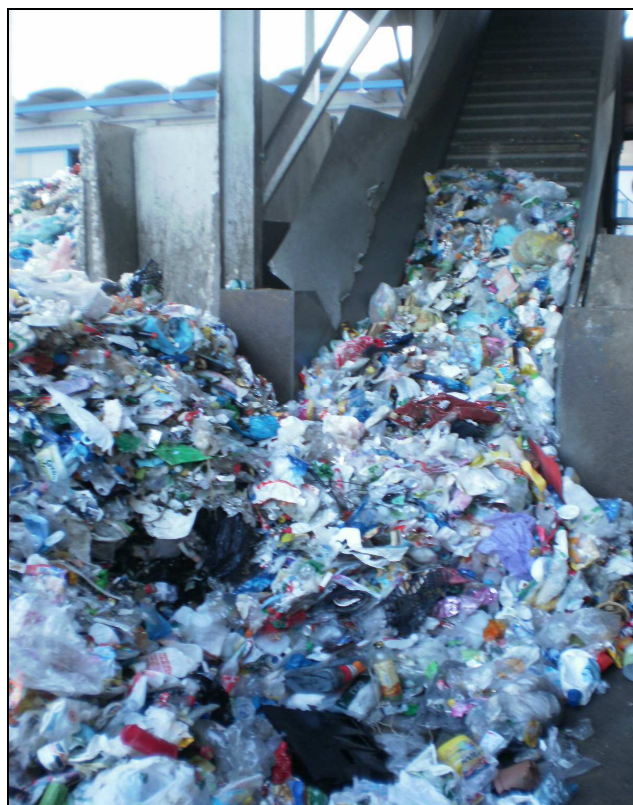


Figura 3.11: Materiale della frazione di Selva all'entrata dell'impianto di selezione Ecolfer (S. Stino di Livenza (TV), 2011)

	Volpago plastica molle in sacchetti	Volpago plastica molle sfusa
Carico lavoro operatore	-	+
Qualità materiale	-	+
Modalità di esposizione	-	+
Controllo visivo operatore	-	+
Impianto di selezione	-	+
Comodità per l'utenza per conferimento	+	-
Comodità per l'utenza per esposizione	-	+
Decoro urbano	-	+
Possibile perdita di materiale dal camion	+	-
Minor afflusso agli Ecocentri	+	+
Limitazione dell'eccedenza	-	+
+	3	9

Tabella 3.21: Matrice vantaggi e svantaggi delle due modalità di raccolta

3.3 Conclusioni

A fronte dei vantaggi e degli svantaggi riscontrati fra le due modalità sperimentali di conferimento del rifiuto e considerando che il quantitativo di plastica molle prodotta non cambia al variare delle due modalità di inserimento nel bidone del VPL, è evidente la convenienza nel scegliere l'opzione conferimento della plastica molle in modo sfuso all'interno del contenitore. Questa scelta è giustificata anche dal fatto che la percentuale media di riempimento dei bidoni del VPL nei Comuni non interessati dalla sperimentazione prevede uno spazio vuoto residuo pari a 17 l. Nel prossimo capitolo alla luce di queste considerazioni metteremo a confronto le due modalità di raccolta nei due Consorzi dal punto di vista costi-benefici e la possibilità di estendere il metodo sperimentale a tutti i Comuni.

Capitolo 4

Variazione del sistema di raccolta del Gruppo

In questo capitolo saranno confrontati i sistemi di raccolta dei due Consorzi appartenenti al Gruppo: verranno esaminati vantaggi e svantaggi, costi e benefici che differenziano i suddetti in modo tale da poter verificare la possibilità di attuare un unico sistema di raccolta di vetro, plastica (compresa la plastica molle) e lattine per tutti i 49 Comuni.

4.1 Gli scenari proposti per il Consorzio Priula

A fronte degli obiettivi prefissati e delle decisioni prese dopo la sperimentazione, sono stati proposti due possibili scenari risolutivi (Figura 4.1):

- scenario 1: estendere a tutto il Consorzio Priula il sistema di raccolta sperimentale con plastica molle inserita nel bidone blu del VPL sfusa;
- scenario 2: adottare nel Consorzio Priula il sistema proprio del Consorzio TV3.

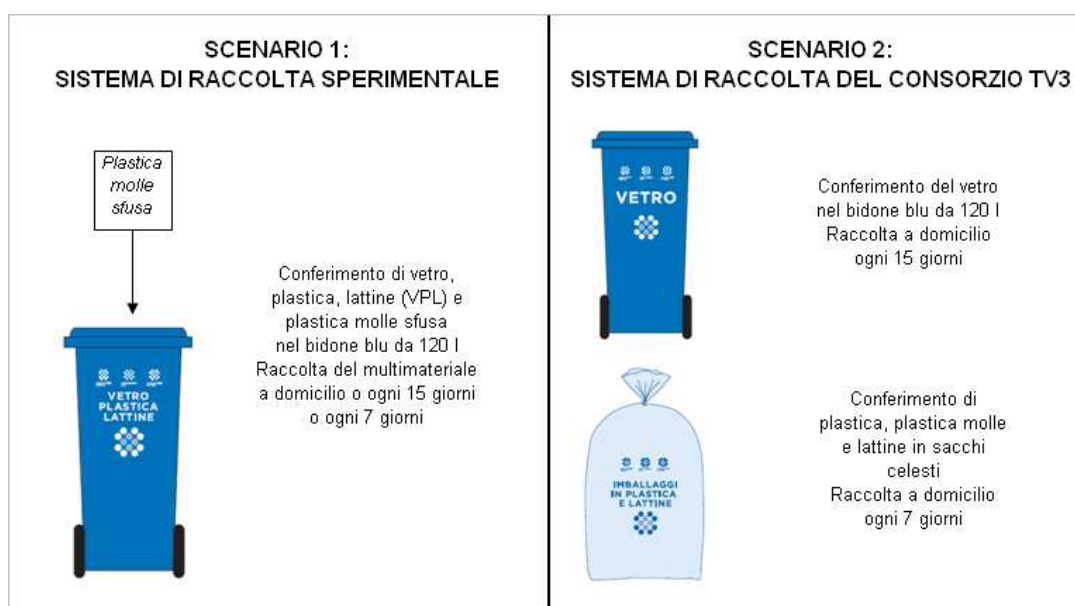


Figura 4.1: Schema degli scenari alternativi proposti per il Consorzio Priula

Gli scenari in esame sono stati creati sulla base dello scenario del Consorzio Priula attuale a regime, attraverso i dati di input e di riferimento che lo caratterizzano. Le ipotesi di base di questi scenari sono volte alla ricerca di un sistema e una strategia di raccolta che possano essere migliorativi in termini di qualità e quantità del materiale raccolto, rispetto alle scelte di gestione attuale.

4.1.1 Scenario 1

L'ipotesi alla base dello scenario 1 è che tutti gli utenti del Consorzio Priula non debbano più conferire la plastica molle all'Ecocentro, ma inserirla sfusa nel bidone blu da 120 l del VPL. Il Consorzio Priula gestisce l'intero ciclo dei rifiuti urbani per 24 Comuni associati, con una popolazione, nel 2010, di 245.138 abitanti e circa 110.000 utenze.

4.1.1.1 La plastica molle

Nel periodo compreso tra il 20 Ottobre e il 18 Dicembre del 2009, l'ammontare di plastica molle prelevata dall'Ecocentro del Comune di Volpago del Montello per essere portata alle piattaforme di recupero è stato pari a 15.580 kg. Considerando che il periodo sopra menzionato è formato da 8,5 settimane e che il numero di abitanti del Comune di Volpago del Montello era pari a 9.919 nel 2009, la produzione procapite di plastica molle nell'arco dell'anno 2009 (52 settimane) può essere calcolata nel seguente modo:

$$\text{Produzione procapite (2009)} = (15.580 / (9.919 * 8,5)) * 52 = 9,6 \text{ kg}/(\text{abitante} * \text{anno})$$

Nello stesso periodo del 2010, e quindi durante la fase di sperimentazione nelle due frazioni del Comune di Volpago del Montello, la plastica molle complessivamente raccolta era pari a 14.299 kg e quindi, considerando che il numero di abitanti ammontava a 10.015 nel 2010, l'ipotetica produzione procapite annua sperimentale è pari a:

$$\text{Produzione procapite (sperimentazione)} = (14.299 / (10.015 * 8,5)) * 52 = 8,7 \text{ kg}/(\text{abitante} * \text{anno})$$

In via precauzionale sono state estrapolate le pesate di plastica molle di altri due periodi del 2009 da confrontare con i 14.299 kg, al fine di confermare la diminuzione di conferimento di plastica molle all'Ecocentro durante la sperimentazione. In Tabella 4.1 sono illustrate le pesate nei differenti periodi e le differenze procapite rispetto al periodo sperimentale: si può notare come sia confermata la differenza procapite percentuale del -9,1%.

Periodo	Pesata Plastica molle [kg]	Prod. procapite [kg/(ab*anno)]	Differenza assoluta [kg]	Diff. procapite assolute[kg/(ab*anno)]	Diff. procapite percentuale
Dal 20-10-2009 al 18-12-2009	15.580	9,6	1.281	0,9	-9,1%
Dal 7-4-2009 al 8-6-2009	15.531	9,6	1.232	0,8	-8,8%
Dal 20-8-2009 al 19-10-2009	15.800	9,7	1.501	1	-10,4%
Media	15.637	9,6	1.338	0,9	-9,4%

Tabella 4.1: Variazione della quantità di plastica molle conferita all'Ecocentro nel Comune di Volpago del Montello

Ipotizzando di adottare il sistema di raccolta sperimentale e sapendo che l'ammontare di plastica molle conferita all'Ecocentro del Comune di Volpago nel 2010 è stato pari a 86.611 kg, la quantità di materiale calerebbe del 9,1% rispetto al 2010 ovvero si attesterebbe a 78.728 kg. L'ammontare di plastica molle conferita agli Ecocentri, nel Consorzio Priula, è stato pari a 1.424.730 kg nel 2010, dunque, per prevedere la quota in tutto il Consorzio con il nuovo sistema di raccolta si sottrae al dato del 2010 il 9,1% ottenendo 1.295.054 kg. In Tabella 4.2, per gli anni che vanno dal 2005 al 2010, sono evidenziati l'ammontare di plastica molle conferita agli Ecocentri del Consorzio Priula, il numero di viaggi all'anno che hanno dovuto fare i camion per prelevare il materiale e la pesata media per viaggio. La plastica molle conferita agli Ecocentri costituisce una spesa in trasporti che va ad incidere nel bilancio economico e diviene conseguentemente un ulteriore aggravio di spesa per l'utenza.

Consorzio Priula	Anno					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
PLmolle Ecocentro [kg]	984.520	1.050.675	1.061.780	1.155.323	1.311.670	1.424.730
Numero viaggi/anno	1.291	1.447	1.414	1.538	1.724	1.927
Pesata media/viaggio [kg]	727	708	750	750	761	739

Tabella 4.2: Dati sul conferimento della plastica molle agli Ecocentri del Consorzio Priula (2005-2010)

Se consideriamo la diminuzione quantitativa del 9,1% e presupponiamo una pesata media per viaggio pari a 739 kg/viaggio, i numeri di viaggi che dovrebbero fare i camion nell'arco di un anno sono 1752: si avrebbe quindi un risparmio in termini di viaggi pari a 175 (Tabella 4.3).

Consorzio Priula	Nuovo sistema raccolta	Delta vs 2010
PLmolle Ecocentro [kg]	1.295.054	129.677
Num viaggi/anno	1.752	175
Pesata media/viaggio [kg]	739	739

Tabella 4.3: Risparmio in termini di numero di viaggi dei camion agli Ecocentri nel Consorzio Priula con il sistema di raccolta sperimentale

4.1.1.2 Il VPL

In quanto alla produzione di VPL nel Comune di Volpago del Montello, nelle otto settimane comprese tra il 22 Ottobre ed il 18 Dicembre 2009, essa è stata pari a 98.920 kg con una produzione procapite di 64,8 kg/(abitante*anno) mentre, nel medesimo periodo sperimentale del 2010, è aumentata fino al valore complessivo di 105.960 kg ed alla produzione procapite di 68,8 kg/(abitante*anno): c'è stato, dunque, un tasso di crescita procapite pari al 6,1%.

Come per la plastica molle, nota la percentuale di crescita del VPL, è possibile stimare una previsione della produzione in tutto il Consorzio Priula ipotizzando di estendere il nuovo sistema di raccolta a tutti i 24 Comuni associati. Il VPL con un tasso di crescita del 6,1%

passerebbe dagli 11.950.760 kg del 2010 a 12.566.532 kg con una produzione procapite pari a 51,3 kg/(abitante*anno). In Tabella 4.4 sono illustrate le produzioni di VPL degli ultimi due anni e quella prevista con il nuovo sistema di raccolta.

	VPL					
	2009		2010		Nuova Raccolta	
	Totale [kg]	Procapite [kg/(ab*anno)]	Totale [kg]	Procapite [kg/(ab*anno)]	Totale [kg]	Procapite [kg/(ab*anno)]
Comune di Volpago	550.560	55	561.100	56	590.291	58,9
Consorzio Priula	11.923.280	48,9	11.950.760	48,7	12.566.532	51,3

Tabella 4.4: Dati sulle quantità di VPL raccolte nel Comune di Volpago del Montello e nel Consorzio Priula (2009, 2010, previsione)

4.1.1.3 Il rifiuto secco porta a porta

Per quanto riguarda il servizio di raccolta del rifiuto secco nel comune di Volpago del Montello, nelle nove settimane comprese tra il 26 Ottobre ed il 28 Dicembre 2009, la produzione è stata pari a 79.420 kg, mentre nello stesso periodo del 2010, durante la sperimentazione, il peso complessivo risulta uguale a 75.000 kg. Dal punto di vista della produzione procapite nel 2009 essa era pari a 46,3 kg/(abitante*anno) mentre nel 2010, con la sperimentazione, la produzione è scesa a 43,3 kg/(abitante*anno): la differenza percentuale è uguale a -6,5%.

Considerando che in tutto il consorzio Priula il rifiuto secco raccolto mediante il servizio porta a porta nel 2010 ammontava a 9.515.570 kg, quest'ultima cifra calerebbe del 6,5%, se si implementasse il nuovo sistema di raccolta, portandosi al valore di 8.899.859 kg.

4.1.1.4 Analisi dei costi e ricavi

L'analisi dei costi e dei ricavi si basa sull'individuazione della miglior soluzione economica tra diverse implementazioni dello scenario 1; in particolare saranno messi a confronto le seguenti probabili soluzioni:

- il sistema sperimentale con raccolta a cadenza quindicinale contro il sistema del Consorzio Priula attuale;
- il sistema sperimentale con raccolta a cadenza settimanale contro il sistema del Consorzio Priula attuale.

4.1.1.4.1 I costi

All'interno del sistema integrato di raccolta del VPL le tipologie di costo che sono state prese in considerazione sono:

- *costi di raccolta*: sono a carico di Contarina Spa e comprendono i costi del personale e quelli dei mezzi adibiti alla raccolta dei rifiuti;
- *costi di selezione del materiale*: sono a carico di Contarina Spa, sono stabiliti dall'impianto di selezione e coprono le spese per la divisione delle varie tipologie di rifiuto che compongono il multimateriale VPL;
- *costi di smaltimento del rifiuto secco*: sono a carico di Contarina Spa e comprendono i costi di gestione dell'impianto adibito alla produzione del combustibile solido secondario (CSS); nel 2010 il costo di smaltimento del rifiuto secco ammontava a 162 €/t;
- *costi di fornitura dei sacchetti per il conferimento della plastica molle*: sono a carico di Contarina Spa, riguardano il sistema di raccolta del Consorzio Priula attuale e sono i costi per la fornitura dei sacchetti per la raccolta della plastica molle da portare agli Ecocentri.

I costi per ogni sistema di raccolta alternativo sono proporzionali alla quantità di rifiuto raccolto e successivamente trattato all'impianto di selezione; le quantità di materiale prodotto non cambia tra la soluzione sperimentale con cadenza di raccolta quindicinale e quella settimanale: le quantità sono quelle menzionate nei paragrafi precedenti e riguardano la produzione ipotetica del Consorzio Priula in base alle percentuali di crescita/decrecita di vetro, plastica, lattine e plastica molle riscontrate durante il periodo di sperimentazione. Per quel che riguarda il sistema di raccolta attuale proprio del Consorzio Priula, sono state prese in considerazione le quantità di rifiuto dell'anno 2010. In Tabella 4.5 sono riassunte le quantità di rifiuto proprie di ogni sistema di raccolta alternativo.

	Sistema di raccolta sperimentale cadenza settimanale o quindicinale	Sistema di raccolta Consorzio Priula attuale
plastica [kg]	3.570.221	3.013.880
acciaio [kg]	812.956	794.338
Alluminio [kg]	353.459	179.590
scarti multi [kg]	696.028	820.816
vetro [kg]	7.245.908	7.142.136
scarti vetro [kg]	0	0
plastica da Ecocentro [kg]	1.295.054	1.424.730
vetro da Ecocentro [kg]	703.909	703.909
Totale	14.677.534	14.079.399

Tabella 4.5: Quantità di rifiuti prodotti in base ai vari sistemi di raccolta alternativi del scenario 1

Per quantificare l'ammontare in peso delle singole tipologie di materiale (plastica - compresa la plastica molle -, acciaio, alluminio e vetro) presenti nel multi materiale VPL, sono state prese a riferimento le percentuali di composizione del VPL derivanti dalle analisi merceologiche del

2010 per il Consorzio Priula attuale e del periodo sperimentale per gli altri due sistemi di raccolta.

Per quanto riguarda i costi di selezione del materiale, nota la tariffa per il servizio di selezione attuata dall'impianto di selezione, basta moltiplicare le quantità di rifiuto trattate per gli euro a tonnellata pattuiti (Tabella 4.6).

	Costi Selezione		
	Costo selezione multi materiale [€/t]	Quantità multimateriale [t/anno]	Costo selezione [€/anno]
Sistema di raccolta sperimentale cadenza settimanale o quindicinale	69	12.679	871.398
Sistema di raccolta Consorzio Priula attuale	69	11.951	821.376

Tabella 4.6: Costi di selezione del multimateriale

In quanto a costi di raccolta, in Tabella 4.7 vengono riportati i costi totali composti da quelli annui per il prelievo del rifiuto (vetro, plastica) dagli Ecocentri e quelli di raccolta del multimateriale nel territorio. C'è da sottolineare il fatto che:

- i costi del personale, come quelli dei mezzi, sono stati ricavati moltiplicando le ore annue impiegate da entrambi per il costo orario di ciascuno; naturalmente esistono varie categorie di mezzi e diverse qualifiche per il personale a cui corrispondono costi orari differenti;
- il sistema di raccolta sperimentale a cadenza quindicinale presenta un aggravio di ore per personale e mezzi calcolato nel periodo di sperimentazione e pari al 6,5%;
- il sistema di raccolta sperimentale a cadenza settimanale prevede che il carico orario giornaliero sia uguale a quello attuale del Consorzio Priula con l'unica differenza che i giorni di raccolta passano da 26 a 52 all'anno;
- i costi di raccolta del rifiuto (vetro, plastica) dagli Ecocentri diminuiscono per i sistemi di raccolta sperimentali rispetto al sistema attuale in virtù del fatto che calano i viaggi dei camion come visto in Tabella 4.3.

	Costi Raccolta		
	Costo personale/mezzi per raccolta multimateriale [€/anno]	Costo personale/mezzi per raccolta Ecocentro [€/anno]	Costo Tot Raccolta [€/anno]
Sistema di raccolta sperimentale cadenza settimanale	2.625.893	271.966	2.897.859
Sistema di raccolta sperimentale cadenza quindicinale	1.397.982	271.966	1.669.948
Sistema di raccolta Consorzio Priula attuale	1.312.946	297.893	1.610.839

Tabella 4.7: Costi di raccolta del multimateriale

I costi di smaltimento del rifiuto secco sono dati dal prodotto tra il costo per tonnellata annuo e la produzione annua (Tabella 4.8).

	Costi smaltimento rifiuto secco		
	Quantità rifiuto secco [t/anno]	Costo smaltimento [€/t]	Costo smaltimento annuo [€/anno]
Sistema di raccolta sperimentale cadenza settimanale o quindicinale	8.899.859	162	1.441.777
Sistema di raccolta Consorzio Priula attuale	9.515.570	162	1.541.522

Tabella 4.8: Costi di smaltimento del rifiuto secco

I costi per i sacchetti atti alla raccolta della plastica molle riguardano solo il Consorzio Priula nella situazione attuale, la quantità ammonta a 151.000 sacchetti nel 2010 che per un costo unitario di 0,0398 €/sacchetto comporta una spesa annua di 6.010 €.

Sommando i costi di raccolta, quelli di selezione, quelli di smaltimento del rifiuto secco e quelli di fornitura dei sacchetti alle utenze otteniamo i costi totali per le varie modalità di raccolta nel periodo di un anno. In Tabella 4.9 sono riportati anche il costo procapite e le variazioni percentuali rispetto al sistema attuale del Consorzio Priula.

	Costi Totali			
	Costo Totale [€/anno]	Numero di abitanti	Costo procapite [€/ab*anno]	Variazione%
Sistema di raccolta sperimentale cadenza settimanale	5.211.034	245.138	21,3	30,9%
Sistema di raccolta sperimentale cadenza quindicinale	3.983.123	245.138	16,2	0,1%
Sistema di raccolta Consorzio Priula attuale	3.979.747	245.138	16,2	

Tabella 4.9: Costi totali per i tre sistemi di raccolta

4.1.1.4.2 I ricavi

I ricavi derivano unicamente dai corrispettivi CONAI che, per delega, i proprietari degli impianti di selezione riconoscono al Gestore del servizio di raccolta differenziata Contarina Spa, in base alla qualità del materiale conferito. Il valore di tali corrispettivi economici è determinato dall'ultimo accordo tra ANCI e CONAI che ha validità nel periodo dal 2009 al 2013.

I corrispettivi per le varie tipologie di materiale sono riassunti in Tabella 4.10, sono riconosciuti dall'impianto di selezione Ecolfer e sono validi sia per il sistema di raccolta attuale del Consorzio Priula sia per le varianti di quello sperimentale.

Note le quantità di rifiuti raccolti per i tre sistemi di raccolta (Tabella 4.5) moltiplicando questi per i corrispettivi riconosciuti a Contarina Spa otteniamo i ricavi annui totali, da cui sono ricavabili quelli procapite e la variazione percentuale rispetto al sistema di raccolta attuale (Tabella 4.11).

Corrispettivi CONAI Consorzio Priula [€/t]	
plastica	313,1
Acciaio	82,7
alluminio	460,6
vetro	10
plastica da Ecocentro	10
vetro da Ecocentro	3,7

Tabella 4.10: Corrispettivi CONAI 2010 per le varie tipologie di materiale (Consorzio Priula)

	Ricavi				
	Corrispettivi [€/t]	Quantità [t/anno]	Ricavi [€/anno]	Ricavi Procapite [€/ab*anno]	Variazione%
Sistema di raccolta sperimentale cadenza settimanale					
Plastica	313,1	3.570	1.117.693	4,6	18,5%
Acciaio	82,7	813	67.216	0,3	2,3%
Alluminio	460,6	354	162.789	0,7	96,8%
Vetro	10	7.246	72.459	0,3	1,4%
Plastica da Ecocentro	10	1.295	12.951	0,05	-9,1%
vetro da Ecocentro	3,7	704	2.612	0,01	0%
Totale		13.982	1.435.719	5,9	21,6%
Sistema di raccolta sperimentale cadenza quindicinale					
Plastica	313,1	3.570	1.117.693	4,6	18,5%
Acciaio	82,7	813	67.216	0,3	2,3%
Alluminio	460,6	354	162.789	0,7	96,8%
Vetro	10	7.246	72.459	0,3	1,4%
Plastica da Ecocentro	10	1.295	12.951	0,05	-9,1%
vetro da Ecocentro	3,7	704	2.612	0,01	0%
Totale		13.982	1.435.719	5,9	21,6%
Sistema di raccolta Consorzio Priula attuale					
Plastica	313,1	3.014	943.525	3,8	
Acciaio	82,7	794	65.676	0,3	
Alluminio	460,6	180	82.712	0,3	
Vetro	10	7.142	71.421	0,3	
Plastica da Ecocentro	10	1.425	14.247	0,1	
vetro da Ecocentro	3,7	704	2.612	0,01	
Totale		13.259	1.180.193	4,8	

Tabella 4.11: Ricavi derivanti dai corrispettivi CONAI (2010)

4.1.1.4.3 I margini

I margini sono dati dai ricavi meno i costi e per le varianti del sistema di raccolta sperimentale identificano il risparmio che è possibile ottenere rispetto al sistema attuale: questo aspetto è sintetizzato dalla variazione percentuale del guadagno rispetto a quello attuale (Tabella 4.12). La differenza fra ricavi e costi risulta sempre negativa e presa in valore assoluto è la quota che a bilancio deve coincidere con le entrate derivanti dalle tariffe fatte alle utenze. Il guadagno vero e proprio, dunque, corrisponde con un minor onere di tariffazione al diminuire del delta negativo tra ricavi e costi totali. Dai risultati, sintetizzati in Tabella 4.12, si nota come il sistema di raccolta sperimentale a cadenza quindicinale sia il più conveniente, con un guadagno del 9% più elevato rispetto al sistema attuale.

	Margini			
	Ricavi proc. [€/ab*anno]	Costi proc. [€/ab*anno]	Ricavi-Costi proc. [€/ab*anno]	Variazione%
Sistema di raccolta sperimentale cadenza settimanale	5,9	21,3	-15,4	-34,9%
Sistema di raccolta sperimentale cadenza quindicinale	5,9	16,2	-10,4	9%
Sistema di raccolta Consorzio Priula attuale	4,8	16,2	-11,4	

Tabella 4.12: Margini dei tre sistemi di raccolta

4.1.2 Scenario 2

L'ipotesi alla base dello scenario 2 è l'adozione da parte del Consorzio Priula del sistema di raccolta proprio del Consorzio TV3, ovvero l'utilizzo del bidone blu da 120 l per la raccolta del solo vetro, mentre per lattine e plastica, compresa quella molle, l'uso di sacchi di colore celeste: i contenitori blu possono essere esposti una volta ogni due settimane, mentre la cadenza di esposizione dei sacchi celesti è settimanale. Il Consorzio TV3 gestisce l'intero ciclo dei rifiuti urbani per 25 Comuni associati, con una popolazione di 222.006 abitanti e circa 97.000 utenze.

4.1.2.1 Il multimateriale

Nel 2009 il Consorzio TV3 era caratterizzato da una produzione totale di multimateriale (vetro, lattine (acciaio e alluminio), plastica e plastica molle) pari a 14.078.550 kg di cui 417.960 kg erano plastica molle, 6.128.630 kg plastica e lattine, 7.531.960 kg vetro. Per l'anno 2010 i dati disponibili sulla produzione dei materiali sopra menzionati riguardavano solo i mesi da Gennaio a Novembre, quindi per stimare il quantitativo di materiale conferito in tutti i 365 giorni, i dati suddetti sono stati divisi per 11 e moltiplicati per 12. I quantitativi stimati prevedono una

produzione complessiva di multimateriale pari a 15.723.7523 kg dei quali 418.811 kg sono plastica molle, 7.932.065 kg plastica e lattine, 7.372.876 kg vetro. In Tabella 4.13 sono riassunti i dati sulla produzione dei vari materiali nei due anni con il rispettivo tasso di crescita o decrescita.

	Consorzio TV3		
	2009	2010	Delta%
PL molle [kg]	417.960	418.811	0,2%
PLattine [kg]	6.128.630	7.932.065	29,4%
Vetro [kg]	7.531.960	7.372.876	-2,1%
Totale multimateriale	14.078.550	15.723.753	11,7%

Tabella 4.13: Quantità di multimateriale raccolto dal Consorzio TV3 negli anni 2009 e 2010

La plastica molle ha avuto un incremento percentuale pressoché nullo, mentre il dato interessante è l'aumento del 29,4% della produzione di plastica e lattine che incide in maniera preponderante sull'aumento di multimateriale totale con un tasso dell'11,7% rispetto al 2009. Considerando che le modalità di raccolta del multimateriale è diversa tra i Consorzi TV3 e Priula, per poter confrontare i quantitativi dei singoli materiali prodotti è necessario esaminare le analisi merceologiche di campioni di multimateriale dei due Consorzi. Mentre nel Consorzio Priula bisogna individuare le percentuali di vetro, plastica, acciaio e alluminio che in media compongono il VPL, per il TV3 è necessario determinare le percentuali di plastica, acciaio e alluminio che vengono raccolte assieme nel medesimo sacco azzurro. Dalle analisi merceologiche risulta che:

- nel Consorzio Priula il VPL si compone del:
 - 25,2% in peso di plastica;
 - 6,6% in peso di acciaio;
 - 1,5% in peso di alluminio;
 - 59,8% in peso di vetro;
- nel Consorzio TV3 l'insieme plastica e lattine si compone del:
 - 76,3% in peso di plastica;
 - 8,9% in peso di acciaio;
 - 2,4% in peso di alluminio.

Grazie a queste percentuali è possibile calcolare i quantitativi delle singole tipologie di materiali prodotti negli anni 2009 e 2010 nei due Consorzi (Tabella 4.14). Per avere una comparazione equa tra i due Consorzi è meglio prendere in considerazione la produzione procapite delle varie

tipologie di materiale: questo perché in Priula il numero di abitanti e di utenze sono diversi rispetto a TV3. Il quantitativo di multimateriale prodotto dal Consorzio TV3 è più elevato rispetto a Priula e aumenta dell'11,1% in proporzione nell'arco di un anno; questo dato indica una produzione procapite più elevata che giustifica la produzione maggiore di multimateriale del Consorzio TV3 rispetto al Consorzio Priula nonostante il fatto che quest'ultimo serva un numero di utenze inferiori. La causa più rilevante è riscontrabile in un aumento vertiginoso della differenza, tra i due Consorzi, di conferimento della plastica pari al 122,5% nel 2010.

	Sistema di raccolta Consorzio TV3 2009	Procapite TV3 2009	Sistema di raccolta Consorzio Priula 2009	Procapite Priula 2009	Delta%
plastica [kg]	4.693.111	21,2	3.006.950	12,3	72,3%
acciaio [kg]	545.701	2,5	792.512	3,2	-24%
alluminio [kg]	149.936	0,7	179.177	0,7	-7,6%
scarti multi [kg]	739.882	3,3	818.929	3,4	-0,3%
vetro [kg]	6.729.117	30,5	7.125.713	29,2	4,2%
scarti vetro [kg]	199.954	0,9	0	0	
plastica da Ecocentro [kg]	417.960	1,9	1.311.670	5,4	-64,8%
vetro da Ecocentro [kg]	602.890	2,7	670.490	2,7	-0,7%
Totale	14.078.550	63,8	13.905.440	57	11,7%
	Sistema di raccolta Consorzio TV3 2010	Procapite TV3 2010	Sistema di raccolta Consorzio Priula 2010	Procapite Priula 2010	Delta%
plastica [kg]	6.074.125	27,4	3.013.880	12,3	122,5%
acciaio [kg]	706.282	3,2	794.338	3,2	-1,8%
alluminio [kg]	194.056	0,9	179.590	0,7	19,3%
scarti multi [kg]	957.603	4,3	820.816	3,3	28,8%
vetro [kg]	6.727.234	30,3	7.142.136	29,1	4%
scarti vetro [kg]	199.897	0,9	0	0	
plastica da Ecocentro [kg]	418.811	1,9	1.424.730	5,8	-67,5%
vetro da Ecocentro [kg]	445.745	2	703.909	2,9	-30,1%
Totale	15.723.753	70,8	14.079.399	57,4	23,3%

Tabella 4.14: Quantità di multimateriale raccolto dal Consorzio TV3 e Priula negli anni 2009 e 2010

4.1.2.2 Il rifiuto secco porta a porta

La quantità di rifiuto secco raccolto dal Consorzio Priula passa da 9.742.710 kg nel 2009 a 9.515.570 kg nel 2010, con una differenza di produzione procapite pari a 0,2 kg/(ab*anno) e una diminuzione percentuale del -2,9%. Nel Consorzio TV3, mentre nel 2009 la quantità di rifiuto secco superava quella del Consorzio Priula dell'11,1% con 10.819.680 kg, nel 2010 risulta più bassa del 8,4% (Tabella 4.15). Questa rilevante differenza di produzione nell'arco di un anno è

imputabile al fatto che il Consorzio TV3 ha adottato la tariffazione “Pay As You Throw” per il rifiuto secco dal Gennaio 2010.

	Rifiuto Secco			
	Quatità annua [kg/anno]	Quantità procapite [kg/(ab*anno)]	Variazione% vs Priula	Variazione% vs anno precedente
Sistema di raccolta Consorzio Priula attuale 2010	9.515.570	38,8		-2,9%
Sistema di raccolta Consorzio TV3 2010	7.895.820	35,6	-8,4%	-22,5%

Tabella 4.15: Quantità di rifiuto secco raccolto dal Consorzio TV3 e Priula nell'anno 2010

4.1.2.3 Analisi dei costi e ricavi

L'analisi dei costi e ricavi dello scenario 2 si pone l'obiettivo di valutare la differenza tra i guadagni annui che si ottengono con il sistema di raccolta del Consorzio Priula attuale e quelli del Consorzio TV3.

4.1.2.3.1 I costi

Le tipologie di costi prese in esame sono le tre già illustrate nel paragrafo 4.1.1.4.1; in merito al Consorzio TV3:

- i *costi di selezione del materiale* sono a carico di Contarina Spa, sono stabiliti dall'impianto di selezione Idealservice e coprono le spese per la divisione delle varie tipologie di rifiuto che compongono il multimateriale PL (plastica e lattine); nel 2010 il costo era pari a 37 €/t;
- i *costi di raccolta* sono a carico di Contarina Spa e comprendono i costi del personale e quelli dei mezzi adibiti alla raccolta dei rifiuti; valgono le stesse considerazioni fatte per il Consorzio Priula attuale, ciò che cambia sono le ore annue di personale e mezzi impiegati mentre il costo orario rimane invariato;
- i *costi di smaltimento del rifiuto secco* sono a carico di Contarina Spa: il costo è uguale a quello del Consorzio Priula ovvero 162 €/t.
- i *costi di fornitura dei sacchetti per il conferimento di plastica e lattine* sono a carico di Contarina Spa e sono i costi per la fornitura dei sacchetti per la raccolta del multimateriale plastica e lattine.

In Tabella 4.16 sono riportati i costi di selezione dei rifiuti per i due sistemi di raccolta alternativi, in Tabella 4.17 i costi di raccolta e in Tabella 4.18 quelli di smaltimento del rifiuto secco.

	Costi selezione		
	Costo di selezione del multimateriale [€/t]	Quantità di multimateriale [t/anno]	Costo di selezione annuo [€/anno]
Sistema di raccolta Consorzio Priula attuale	68,7	11.951	821.376
Sistema di raccolta Consorzio TV3	37	7.932	293.486

Tabella 4.16: Costi di selezione del multimateriale

	Costi Raccolta		
	Costo personale/mezzi per raccolta multimateriale [€/anno]	Costo personale/mezzi per raccolta Ecocentro [€/anno]	Costo Tot Raccolta [€/anno]
Sistema di raccolta Consorzio Priula attuale	1.312.946	297.893	1.610.839
Sistema di raccolta Consorzio TV3	2.626.435	88.889	2.715.324

Tabella 4.17: Costi di raccolta del multi materiale

	Costi smaltimento rifiuto secco		
	Quantità rifiuto secco [t/anno]	Costo smaltimento [€/t]	Costo smaltimento annuo [€/anno]
Sistema di raccolta Consorzio Priula attuale	9.515.570	162	1.541.522
Sistema di raccolta Consorzio TV3	7.895.820	162	1.279.123

Tabella 4.18: Costi di smaltimento del rifiuto secco

I costi per i sacchetti atti alla raccolta di plastica e lattine riguardano il Consorzio TV3, la quantità ammonta a 2.600.000 sacchetti nel 2010 che per un costo unitario di 0,0398 €/sacchetto comporta una spesa annua di 103.480 €.

Le precedenti quattro componenti di costo vanno a formare i costi totali: il sistema di raccolta con maggior incidenza di costo è quello del Consorzio TV3 con una differenza percentuale procapite pari al 19,2% rispetto al Consorzio Priula (Tabella 4.19).

	Costi Totali			
	Costo Totale [€/anno]	Numero di abitanti	Costo procapite [€/ab*anno]	Variazione%
Sistema di raccolta Consorzio Priula attuale	3.979.747	245.138	16,2	
Sistema di raccolta Consorzio TV3	4.391.413	222.006	19,8	21,8%

Tabella 4.19: Costi totali per i due sistemi di raccolta

4.1.2.3.2 I ricavi

In quanto ai ricavi per il Consorzio TV3 i corrispettivi CONAI, per delega, sono riconosciuti dal proprietario degli impianti di selezione Idealservice in base alla qualità del materiale conferito. I corrispettivi economici per le varie tipologie di materiali sono riassunti in Tabella 4.20.

Corrispettivi CONAI Consorzio TV3 [€/t]	
plastica	289,3
acciaio	82,7
alluminio	460,6
vetro	5
plastica da Ecocentro	10
vetro da Ecocentro	3,7

Tabella 4.20: Corrispettivi CONAI 2010 per le varie tipologie di materiale (Consorzio TV3)

I ricavi totali si ottengono moltiplicando le produzioni dei vari materiali dei due sistemi di raccolta per i rispettivi corrispettivi economici (Tabella 4.21).

Sebbene la produzione di multimateriale nel Consorzio TV3 sia superiore di soli dieci punti percentuali rispetto al Consorzio Priula, i ricavi presentano una differenza percentuale dell'82% circa. Ciò è dovuto al fatto che nel primo sono più alti i quantitativi di materiale con corrispettivi economici più elevati (plastica, alluminio).

	Ricavi totali				
	Corrispettivi [€/t]	Quantità [t/anno]	Ricavi [€/anno]	Ricavi Procapite [€/(ab*anno)]	Variazione %
Sistema di raccolta Consorzio Priula attuale					
Plastica	313,1	3.014	943.525	3,8	
Acciaio	82,7	794	65.676	0,3	
Alluminio	460,6	180	82.712	0,3	
Vetro	10	7.142	71.421	0,3	
Plastica da Ecocentro	10	1.425	14.247	0,1	
vetro da Ecocentro	3,7	704	2.612	0,01	
Totale		13.259	1.180.193	4,8	
Sistema di raccolta Consorzio TV3					
Plastica	289,3	6.074	1.757.427	7,9	105,7%
Acciaio	82,7	706	58.395	0,3	-1,8%
Alluminio	460,6	194	89.375	0,4	19,3%
Vetro	5	6.727	33.636	0,1	-48%
Plastica da Ecocentro	10	419	4.188	0,02	-67,4%
Vetro da Ecocentro	3,7	446	1.654	0,01	-30,1%
Totale		14.566	1.944.674	8,8	81,9%

Tabella 4.21: Ricavi derivanti dai corrispettivi CONAI (2010)

4.1.2.3.3 I margini

I margini (Tabella 4.22), dati dai ricavi meno i costi, sottolineano la convenienza, nello scenario 2, ad adottare il sistema di raccolta proprio del Consorzio TV3.

	Margini			
	Ricavi proc. [€/ab*anno]	Costi proc. [€/ab*anno]	Ricavi-Costi proc. [€/ab*anno]	Variazione%
Sistema di raccolta Consorzio Priula attuale	4,8	16,2	-11,4	
Sistema di raccolta Consorzio TV3	8,8	19,8	-11,1	3,5%

Tabella 4.22: Margini dei due sistemi di raccolta

4.1.3 Conclusioni

Dalle analisi precedenti è emerso:

- il vantaggio nello scenario 1 nel scegliere il sistema di raccolta sperimentale con cadenza quindicinale;
- il vantaggio nello scenario 2 nel scegliere il sistema di raccolta proprio del Consorzio TV3.

Rimane solo da verificare quale dei due sistemi appena menzionati sia più conveniente: a tal fine basta mettere a confronto vantaggi e svantaggi di questi rispetto al sistema di raccolta del Consorzio Priula attuale che funge da termine di paragone comune.

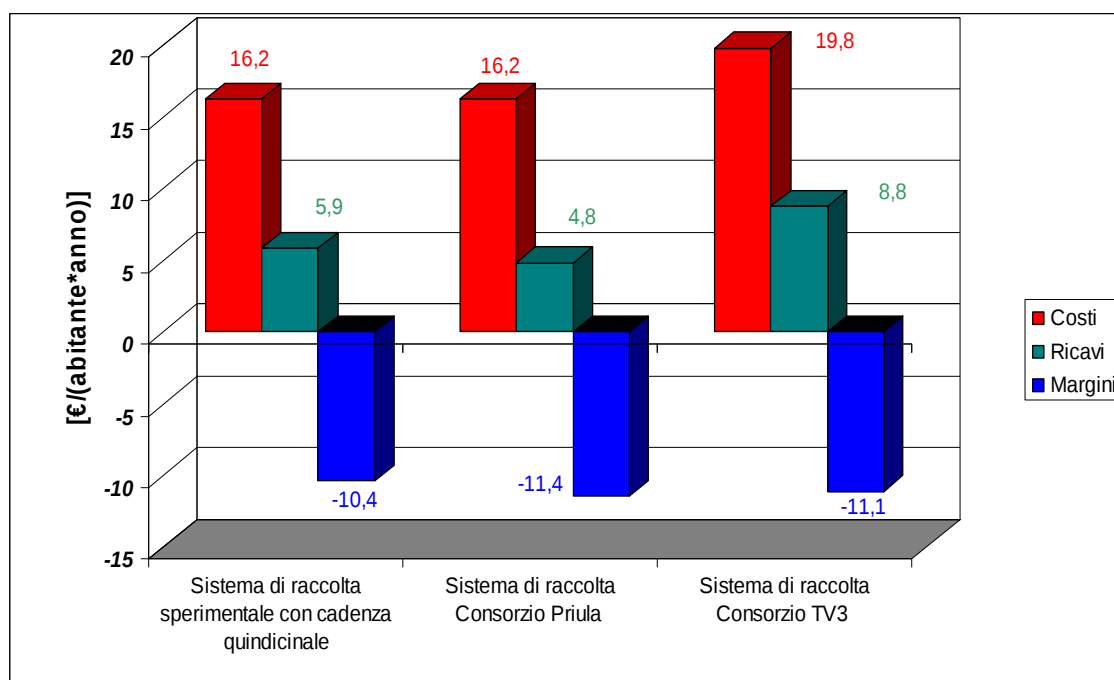


Figura 4.2: Rappresentazione di costi, ricavi e margini dei tre sistemi di raccolta

Come si può vedere dalla Figura 4.2 la convenienza sta nello scegliere il sistema di raccolta sperimentale con cadenza quindicinale; il margine si discosta di 0,7 €/(abitante*anno) rispetto al sistema di raccolta del Consorzio TV3: ciò comporta un risparmio di circa 330.000 € per i contribuenti nell'ipotesi di estendere il nuovo sistema di raccolta a tutti i 49 Comuni associati.

Conclusioni

Con la presente tesi è stato appurato come la gestione integrata dei rifiuti del Gruppo Contarina Spa sia un approccio organico ed efficiente, che ha portato, attraverso la combinazione di diverse azioni in stretta successione gerarchica tra loro e il coinvolgimento di tutti i soggetti attori nel ciclo dei rifiuti, al superamento della gestione del rifiuto intesa come mero smaltimento. Così, azioni rivolte alla prevenzione e riduzione della produzione dei rifiuti, obiettivo primario dell'approccio integrato, sono affiancate da azioni per il miglioramento della qualità dei rifiuti raccolti e da una politica di recupero improntata al riutilizzo e al riciclo dei materiali e al recupero energetico di quelli non ulteriormente valorizzabili. I risultati delle dieci settimane di sperimentazione hanno dimostrato come variazioni del sistema di raccolta possano portare a significativi benefici economici con il minimo sforzo per l'utenza. In particolare, è stato possibile testare come, a partire dal cambiamento del sistema di conferimento dell'utenza di una tipologia di materiale (plastica molle), le conseguenze siano state:

- una miglior razionalizzazione dei giri dei mezzi di raccolta nel territorio con un relativo minor impatto ambientale;
- una maggior quantità di rifiuto raccolto destinato al riciclaggio e quindi al recupero di materia;
- una diminuzione del rifiuto secco non riciclabile e, quindi, un minor quantitativo di materiale destinato a smaltimento finale (discarica);
- la diminuzione di materie plastiche nel combustibile solido secondario (CSS) con una riduzione degli inquinanti derivanti dall'incenerimento per la termovalorizzazione;
- il risparmio in termini economici per i contribuenti, energetici e di materia.

Bibliografia

- Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV)**, *Gestione integrata dei rifiuti*, 2010
- Arena U., Leone U., Mastellane M.L.**, *Recupero di energia e materia da rifiuti solidi: i processi, le tecnologie, le esperienze, le norme*, AMRA S.C., Napoli, 2007
- Carnevale E., Lombardi L.**, *Impianti di trattamento dei rifiuti solidi*, Firenze, 2007
- Consorzio Priula**, *Analisi del ciclo di vita (LCA) della gestione dei rifiuti dei Consorzi Priula e TV3*, 2010
- Consorzio Priula**, *La gestione integrata e sostenibile dei rifiuti*, 2010
- D'Amico L., Schiavi G., Silvestri S.**, *Il ciclo integrato dei rifiuti urbani*, Obiettivo Sicurezza, pp. 13-18, 2007
- Energia lab**, *Rifiuti*, p. 5, Bologna, 2009
- Fabris J.**, *Esperienza delle municipalizzate di ASM Spa Brescia, AMIAT Spa Torino, NET Spa Udiane*, 2003
- Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea**, *Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio*, 2008
- HiTemp Technology Corp**, *HTT rotary kiln solid waste disposal system*, 2010
- Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)**, *Rapporto rifiuti urbani*, 2008
- Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)**, *Rapporto rifiuti urbani*, 2009
- Polo universitario della città di Prato**, *Metodi di rimozione del particolato*, 2005
- Società TRM Spa**, *Note preliminari relative allo Studio di Impatto Ambientale del progetto di "impianto di termovalorizzazione dei rifiuti della provincia di Torino"*, 2006
- Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale**, *Descrizione dei processi di produzione e degli impianti per i quali sono analizzate le migliori tecniche disponibili*, pp. 762-763, 2007
- Terttaliisa L., Jouni H., Jorma K.J.**, *Fine particle and trace element emissions from waste combustion – Comparison of fluidized bed and grate firing*, Fuel Processing Technology 88, pp. 737-746, 2007

Sitografia

www.conai.org

www.ing.unitn.it

www.istat.it

www.moscaservizi.it

www.racine.ra.it

www.regione.veneto.it

www.sistri.it

www.tecnoborgo.it