

COMUNE DI CAMPI BISENZIO

**COMITATO PER IL NO ALL'INCENERITORE DELLA PIANA**  
**E PER LE ALTERNATIVE**

***“RELAZIONE TECNICA PER LA VERIFICA DELLE BUONE  
PRATICHE DI PREVENZIONE E GESTIONE DEI RIFIUTI E DELLE  
ALTERNATIVE ALL'INCENERITORE DELLA PIANA FIORENTINA”***

*(A cura di Giuseppe Banchi e Rossano Ercolini)*

**-ottobre 2008-**

<b>1.-PREMESSA .....</b>	<b>7</b>
<b>2.- IMPOSTAZIONE DEL LAVORO.....</b>	<b>9</b>
<b>3.-INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</b>	<b>9</b>
STRUTTURA DELLA TARIFFA (TIA).....	10
SVILUPPO E STATO DELL'ARTE DELLE RACCOLTE DIFFERENZIATE .....	11
ORGANIZZAZIONE DEI SERVIZI DI IGIENE URBANA .....	13
Servizi di raccolta .....	13
Stazioni ecologiche.....	18
Sviluppo futuro del sistema di raccolta differenziata (secondo Quadrifoglio) .....	19
<b>4.-BUONE PRATICHE E OBIETTIVI DI RD.....</b>	<b>22</b>
BUONE PRATICHE.....	22
Visita Piemonte (22 gennaio 2008).....	22
Consorzio CO.VA.R.....	22
Progetto ECOLOGOS .....	30
Progetto BUON SAMARITANO.....	30
Visita Comune di Capannori (25 gennaio 2008) .....	31
Visita Lombardia (29 gennaio 2008).....	34
CEM Ambiente S.p.A. & Comune di Bellusco.....	34
Comune di Monza .....	41
Visita Veneto (04 marzo 2008) .....	41

<b>Consorzio PRIULA</b> .....	41
<b>Centro Riciclo Vedelago</b> .....	51
INDICAZIONI SU BUONE PRATICHE APPLICABILI ALL'AREA FIORENTINA.....	52
Cifre ed interventi per uno scenario avanzato di gestione dei rifiuti per la provincia di Firenze.....	53
<b>Prevenzione &amp; riduzione</b> .....	54
<b>Porta a porta</b> .....	54
<b>Rifiuti dal circuito turistico</b> .....	55
<b>Criteri di assimilazione</b> .....	56
<b>Gli obiettivi di RD</b> .....	57
<b>Lo scenario di riferimento</b> .....	57
<b>Lo scenario prudenziale</b> .....	58
<b>Le criticità</b> .....	58
<b>5. INDIVIDUAZIONE DEL “FABBISOGNO IMPIANTISTICO” E QUADRO DI SINTESI DEI TRE SCENARI POSSIBILI E TECNOLOGIE IMPIANTISTICHE</b> .....	60
TMB – TRATTAMENTO MECCANICO E BIOLOGICO.....	63
<b>Impianto TMB di TUDELA</b> .....	64
Costi di investimento e di gestione.....	69
<b>Visita a Tel Aviv impianto TMB</b> .....	69
diagramma di flusso del processo arrow bio.....	71
**       **   ** .....	75
<b>6.-TRATTAMENTI TERMICI</b> .....	75
<b>Gassificazione e Pirolisi</b> .....	77
<b>Visita al Dissociatore molecolare di Husavik</b> .....	79
Principio di funzionamento della tecnologia.....	79
Emissioni.....	82
Costi di investimento e di gestione.....	83
<b>Visita al Gassificatore al plasma di Madison</b> .....	86
Principio di funzionamento della tecnologia.....	86
Emissioni.....	89
Costi di investimento e di gestione.....	91
<b>7.- CONCLUSIONI</b> .....	93
<b>BUONE PRATICHE</b> .....	93

Criteri di valutazione delle pratiche impiantistiche alternative all'incenerimento	94
-tattamento meccanico biologico alternativo all'incenerimento	95
-TUDELA	96
-TEL AVIV	97
*	
dissociazione molecolare	99
plasma	100
<b>ALLEGATO 1 – CONSORZIO COVAR .....</b>	<b>103</b>
<b>ALLEGATO 2 – CEM AMBIENTE S.P.A.....</b>	<b>110</b>
<b>ALLEGATO 3 – CONSORZIO PRIULA .....</b>	<b>115</b>
<b>ALLEGATO 4 – PIANA FIORENTINA.....</b>	<b>125</b>
<b>ALLEGATO 5 – CERTIFICAZIONE OPERATIVITÀ IMPIANTI PLASMA.....</b>	<b>129</b>
<b>ALLEGATO 6 – IL PROCESSO DI GASSIFICAZIONE.....</b>	<b>130</b>
TRATTAMENTI TERMICI.....	134
5.3.4 Gassificazione e Pirolisi.....	136
5.3.4 Visita al Dissociatore molecolare di Husavik .....	138
5.3.3 Principio di funzionamento della tecnologia .....	138
5.3.3 Emissioni.....	141
Costi di investimento e di gestione.....	142
5.3.4 Visita al Gassificatore al plasma di Madison.....	145
Principio di funzionamento della tecnologia .....	145
Emissioni .....	148
Costi di investimento e di gestione.....	150

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Produzione di rifiuti per abitante Anni 2000-2007 .....	12
Figura 2 – Andamento raccolta differenziata Anni 2000-2007 .....	12
Figura 3 – Modello attuale della raccolta nella città di Firenze .....	14
Figura 4 – Isola ecologica di via di Fibbiana – Calenzano .....	15
Figura 5 – Isola ecologica di Signa .....	16
Figura 6 – Isola ecologica di via degli Artigiani – Calenzano .....	16
Figura 7 – Ecotappa .....	17
Figura 8 – Tipologia mezzi e postazione nella raccolta differenziata collinare .....	20
Figura 9 – Produzione di rifiuti per abitante Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14) .....	25
Figura 10 – Andamento raccolta differenziata Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14). .....	25
Figura 11 – Composizione RD Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14). .....	26
Figura 12 – Produzione di rifiuti per abitante Anni 2003-2007 (CEM Ambiente S.p.A.) .....	39
Figura 13 – Andamento raccolta differenziata Anni 2003-2007 (CEM Ambiente S.p.A.) .....	40
Figura 14 – Struttura del Ce.R.D. (PRIULA) .....	46
Figura 15 – Quantità e frequenze massime di frazione omogenea di rifiuto Anno 2006 (PRIULA) .....	48
Figura 16 – Produzione di rifiuti per abitante Anni 2000-2007 (PRIULA) .....	49
Figura 17 – Andamento raccolta differenziata Anni 2000-2007 (PRIULA) .....	49

FIGURA 18 – Diagramma di flusso ArrowBio.....	71
---	----

Figura 19 – Valutazione costi impiantistici.....	75
--	----

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Abitanti al 2006 dei Comuni indicati (ARRR spa).....	10
--	----

Tabella 2 – Anno passaggio TARSU – TIA.....	10
---	----

Tabella 3 – Calcolo della TIA per una famiglia media anno 2007 .....	11
--	----

Tabella 4 – Andamento RD Anni 2000-2007 .....	12
---	----

Tabella 5 – Andamento RD Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14).....	24
--	----

Tabella 6 – Suddivisione dei Comuni per numero di abitanti e valore medio della raccolta differenziata (CO.VA.R. 14).....	29
---	----

Tabella 7 – RD frequenza di riferimento per lo svuotamento dei contenitori (CEM Ambiente S.p.A.).....	37
---	----

Tabella 8 – Piattaforme ecologiche rifiuti raccolti (CEM Ambiente S.p.A.).....	38
--	----

Tabella 9 – Andamento RD Anni 2003-2007 (CEM Ambiente S.p.A.).....	39
--	----

Tabella 10 – Suddivisione dei Comuni per numero di abitanti e valore medio della raccolta differenziata (CEM Ambiente S.p.A.) .....	40
---	----

Tabella 11 – RD frequenza di riferimento per lo svuotamento dei contenitori e destinazione delle frazioni (PRIULA).....	45
---	----

Tabella 12 – Ce.R.D. rifiuti raccolti (PRIULA).....	45
---	----

Tabella 13 – Valori della tariffa media domestica anni 2001-2006 (PRIULA).....	47
--	----

Tabella 14 – Andamento RD Anni 2000-2007 (PRIULA).....	48
Tabella 15 – Suddivisione dei Comuni per numero di abitanti e valore medio della raccolta differenziata (PRIULA).....	50
Tabella 16 - Bilancio Di Massa Dell'impianto Di Tel Aviv.....	74
Tabella 17 - <i>Riepilogo costi/ricavi impianto ArrowBio</i> .....	83

## 1.-Premessa

A seguito dell'esito del referendum consultivo che ha interessato i cittadini di Campi Bisenzio il 2 dicembre 2007 in merito alla realizzazione a Casa Passerini dell'impianto di incenerimento con recupero di energia previsto nel Piano Industriale di ambito dell'ATO 6, l'Amministrazione comunale ha sottoscritto un accordo con il *"Comitato per il no agli inceneritori e per alternative"* che prevede di verificare la funzionalità di *"buone pratiche"* nella gestione dei rifiuti, tecniche e tecnologie "a freddo" alternative all'incenerimento, indicate dal comitato, in grado di chiudere efficacemente e correttamente il ciclo dei rifiuti. Di verificare inoltre le realtà esistenti in campo nazionale riguardanti le migliori pratiche sulle politiche di gestione dei rifiuti in termini di prevenzione, riduzione, recupero e tariffazione.

Per le suddette verifiche è stata nominata la Commissione Tecnica costituita da quattro membri: due espressione del Comitato e due espressione dell'Amministrazione comunale.

Per quanto riguarda in particolare l'impiantistica si è deciso di verificare alcune forme di Trattamento Meccanico Biologico (TMB) non finalizzato alla produzione di CDR (Combustibile Derivato dai Rifiuti). Il Comune ha poi indicato, autonomamente, la volontà di includere tra le visite alcuni impianti di "trattamento termico" ed in particolare di "termolisi" (definita anche pirogassificazione o dissociazione molecolare) e la "torcia al plasma" invitando i tecnici del comitato. I rappresentanti del Comitato hanno dichiarato la loro indisponibilità a considerare tali tecnologie alternative all'incenerimento. Tuttavia su di esse i tecnici del comitato, ritengono opportuno esprimere le loro valutazioni.

Molta parte del presente lavoro è stato oggetto di condivisione tra i tecnici designati i quali hanno lavorato, fino a pochi giorni fa, su di un testo comune che qui viene in molte parti ripreso. Successivamente l'amministrazione ha ritenuto di richiedere ai propri tecnici una relazione

separata il cui contenuto definitivo non è dunque conosciuto dagli estensori della presente relazione.

\*\*

### Il percorso dell'indagine

Per le pratiche di riduzione, recupero e raccolta differenziata sono state esaminate le seguenti esperienze :

- ✓ Consorzio CO.VA.R (TO)
- ✓ Consorzio Priula e Vedelago (TV)
- ✓ Comune di Capannori (LU)
- ✓ CEM Ambiente S.p.A. (area nord est Milano)

Per il trattamento del materiale da raccolta differenziata: Centro Riciclaggio di Vedelago (TV) , anche con riferimento alla possibilità di trattamento delle plastiche di risulta dalle linee di separazione e riciclaggio e da quelle degli impianti di trattamento meccanico-biologico.

Quanto alle tecnologie di gestione del residuo il comitato ha indicato le seguenti tecnologie:

- TMB (trattamento meccanico biologico), in località Tudela, (Navarra) (SP)
- TMB (trattamento meccanico biologico), a Tel Aviv (ISRAELE) .

\*\*

L'amministrazione comunale, in autonomia, ha effettuato visite a:

- Un impianto di "Dissociazione molecolare", a Husavick (ISLANDA) (visitato anche da un tecnico del comitato).
- Torcia di massificazione al plasma, a MADISON (USA)
- Inoltre è stata presentata dalla ditta IFI S.r.l. di Firenze la tecnologia dell'ossidodistruzione.



## 2.- Impostazione del lavoro

La prima parte affronta le buone pratiche. Si descrivono le visite effettuate e si analizzano i dati ed i sistemi organizzativi concretamente operativi su ampia scala per capire se e come e con quali risultati siano trasferibili nella nostra realtà in termini di implementazione delle percentuali di riduzione dei rifiuti, di raccolta differenziata e di recupero di materia.

Per quanto concerne la parte impiantistica si è dato peso in particolare agli aspetti ambientali (rilascio di sostanze inquinanti nell'ambiente), alla flessibilità impiantistica, nonché in considerazione della possibile ed auspicabile riduzione della frazione residuale dei rifiuti nel tempo, all'affidabilità impiantistica ed ai costi di gestione.

## 3.-Inquadramento territoriale

Il territorio destinatario del presente studio è soprattutto ( ma non esclusivamente) la "Piana Fiorentina" ed è suddiviso amministrativamente nei Comuni di: Calenzano, Campi Bisenzio, Firenze, Sesto Fiorentino e Signa.

Tale area è compresa nell'ATO 6, Consorzio che raggruppa 33 Comuni della Provincia di Firenze, per un totale di circa 800.000 abitanti.

Per quanto riguarda le tipologie degli insediamenti presenti nella Piana si ha un'alternarsi di aree con grandi insediamenti condominiali, strutture a schiera e terratetti fronte strada.

<b>Comune</b>	<b>Numero di abitanti</b>
Calenzano	15.689
Campi Bisenzio	41.414
Firenze	365.966
Sesto Fiorentino	47.296
Signa	17.392
<b><i>Totale</i></b>	<b><i>487.757</i></b>

**Tabella 1** – Abitanti al 2006 dei Comuni indicati (ARRR spa)

L'area fiorentina, ed in particolare Firenze, è caratterizzata da una notevole incidenza di presenza turistica con forti oscillazioni sia giornaliere che stagionali:

- circa 11.000.000 presenze turistiche nel 2006 (fonte Provincia Firenze);
- oltre 81.000 pendolari giornalieri con destinazione nell'area urbana centrale di Firenze (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – PTCP).

### **Struttura della tariffa (TIA)**

I singoli Comuni provvedono alla determinazione della tariffa, attraverso un Regolamento di gestione, e la applicano in forma differenziata in relazione alla produzione complessiva e **non puntuale** dei rifiuti, al numero dei componenti del nucleo familiare e per una quota parte alle superfici degli immobili.

<b>Anno passaggio TARSU – TIA</b>	
Cadenzano	2003
Campi Bisenzio	2005
Firenze	2005
Sesto Fiorentino	2003
Signa	2003

**Tabella 2** – Anno passaggio TARSU – TIA.

I Regolamenti di gestione della tariffa dei Comuni dell'area di studio sono abbastanza omogenei fra loro, in quanto Quadrifoglio, società che gestisce il servizio ed individuata da subito come responsabile della

fatturazione, ha potuto proporre un regolamento standard che ha armonizzato quelli esistenti.

La tariffa è suddivisa in una parte fissa, determinata in base alle componenti essenziali del costo del servizio ed in una parte variabile rapportata alla quantità di rifiuti conferiti dagli utenti, al servizio fornito ed all'entità dei costi di gestione.

Di seguito si riporta a titolo esemplificativo l'importo totale della TIA, non comprensiva di IVA 10% e Addizionale Provinciale, dovuta da una famiglia costituita da 3 persone ed avente una superficie di abitazione di 100 mq.

<b>Tariffa media domestica (rif: anno 2007)</b>	
	€/famiglia
Calenzano	€ 125,87
Campi Bisenzio	€ 127,79
Firenze	€ 138,83
Sesto Fiorentino	€ 127,53
Signa	€ 179,75
<b>Valore medio</b>	<b>€ 139,95</b>

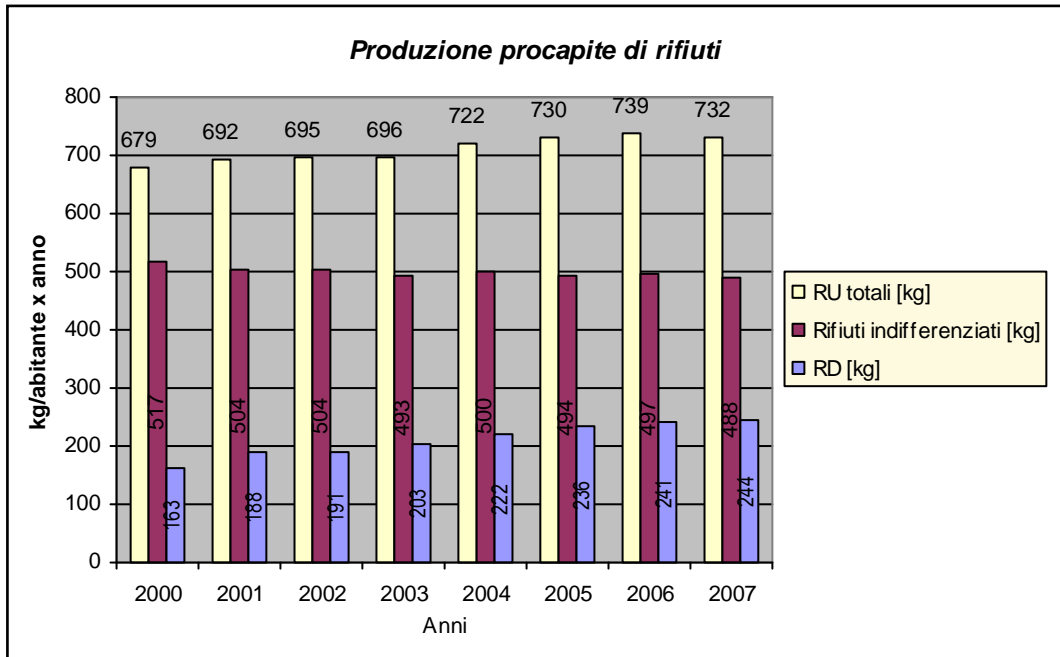
**Tabella 3** – Calcolo della TIA per una famiglia media anno 2007

### ***Sviluppo e stato dell'arte delle raccolte differenziate***

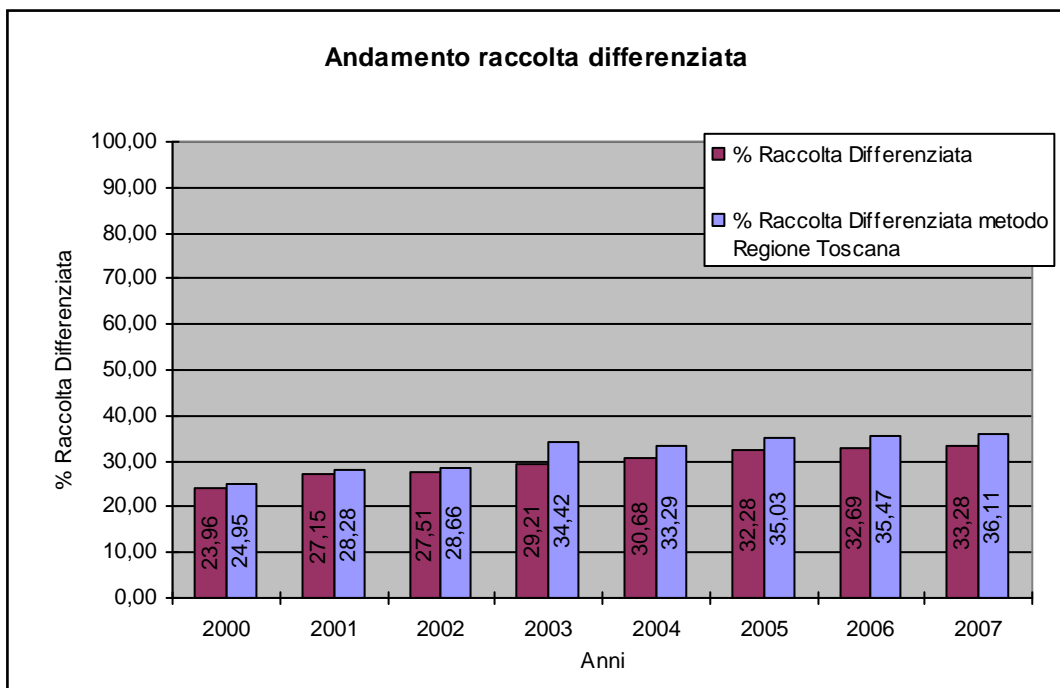
- *Andamento raccolta differenziata*

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
N°abitanti	490.299	489.790	491.618	488.715	487.049	487.197	487.757	487.368
Produzione procapite di rifiuti Kg/(ab*anno) [kg]	679	692	695	696	722	730	739	732
Rifiuto non riciclabile procapite kg/abitante [kg]	517	504	504	493	500	494	497	488
Rifiuti riciclati procapite Kg/abitante [kg]	163	188	191	203	222	236	241	244
%RD	23,96%	27,15%	27,51%	29,21%	30,68%	32,28%	32,69%	33,28%
%RD metodo D.G.R.T. n. 1369 del	24,95%	28,28%	28,66%	34,42%	33,29%	35,03%	35,47%	36,11%

**Tabella 4 – Andamento RD Anni 2000-2007**



**Figura 1 – Produzione di rifiuti per abitante Anni 2000-2007**



**Figura 2 – Andamento raccolta differenziata Anni 2000-2007**

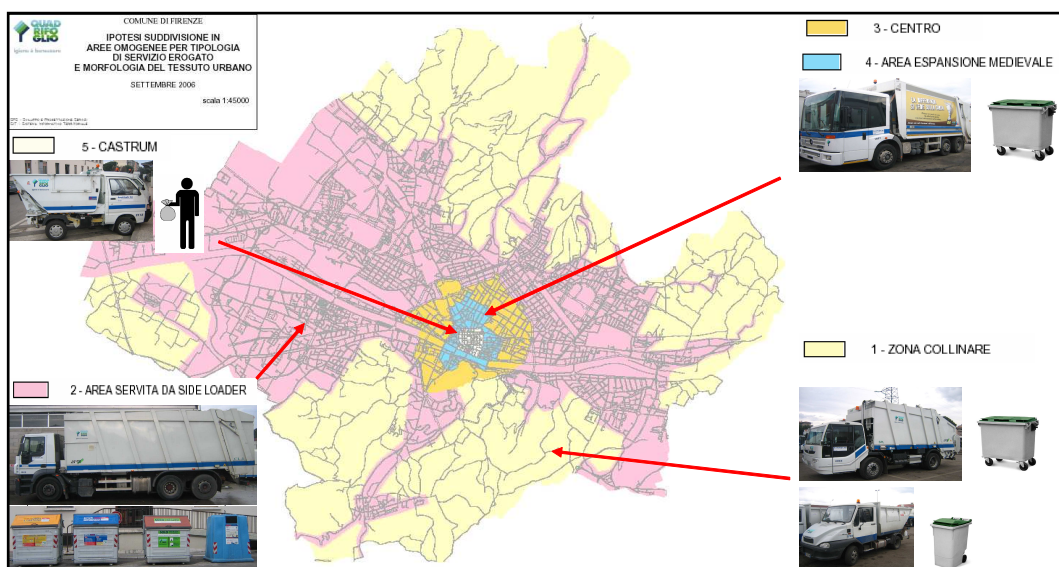
## **Organizzazione dei servizi di igiene urbana**

### ***Servizi di raccolta***

Il sistema di raccolta dei rifiuti dell'area della Piana Fiorentina è diversificato a seconda della tipologia del territorio da servire.

#### *Comune di Firenze*

- Nell'area del centro storico di Firenze, nella delimitazione ufficiale dell'UNESCO, sono attivi diversi servizi di raccolta differenziata: raccolta carta e cartone porta a porta; raccolta multimateriale a campane, nella zona esterna al quadrilatero romano (castrum).
- Nella zona del castrum è attivo un servizio di raccolta differenziata misto a sacchi e bidoncini, con la raccolta aggiuntiva dell'organico a bidoncini alle utenze di ristorazione.
- La zona semiperiferica della città di Firenze è servita in gran parte con il sistema di raccolta multipostazione a carico laterale (Side Loader). Tale sistema prevede la collocazione di contenitori destinati ognuno ad una o più tipologie di rifiuti:
  - cassonetto con coperchio blu per il rifiuto non differenziato;
  - cassonetto con coperchio giallo per la carta e il cartone;
  - campana celeste per contenitori per liquidi in vetro e plastica, insieme a lattine di alluminio e di banda stagnata;
  - cassonetto con coperchio marrone per la raccolta degli scarti di cucina e del giardino, attivo solo in alcune zone della città.
- Fascia tra il Castrum e i Viali di circonvallazione: ritiro porta a porta degli imballaggi dalle ore 10,00 alle ore 19,00 di tutti i giorni feriali secondo apposite articolazioni.
- Zone collinari. Tale territorio si caratterizza per strade strette e tortuose, edilizia residenziale sparsa e scarsa disponibilità di spazi per la collocazione dei contenitori per la raccolta. Attualmente Quadrifoglio provvede al servizio di raccolta dei rifiuti con bidoncini.



**Figura 3 – Modello attuale della raccolta nella città di Firenze**

### Comune di Calenzano

Il servizio di raccolta rifiuti attivo sul territorio del Comune di Calenzano è quello con il sistema multipostazione.

In alcune zone residenziali di Calenzano si è avviata una sperimentazione mirata dove sono state consegnati dei contenitori (biopattumiere) per la raccolta partendo direttamente dalla cucina degli scarti organici. I rifiuti raccolti in un sacchetto di carta oppure di plastica (quelli trasparenti reperibili presso i reparti frutta dei supermercati vanno benissimo) devono essere chiusi e depositati nei cassonetti con coperchio marrone.

### Comuni di Campi Bisenzio, Signa e Sesto Fiorentino

Il modello di raccolta adottato è quello della multipostazione con il cassonetto marrone. Sul territorio comunale di Sesto e di Cadenzano si ha la presenza della Stazione ecologica: un luogo dove i cittadini possono portare i loro rifiuti di carta, vetro, plastica ecc. ed ottenere a seconda delle quantità conferite, sconti sulla tassa di nettezza urbana.

Per incentivare la raccolta differenziata nelle zone industriali sono state realizzate delle “Isole ecologiche ad uso specifico” in cui sono disponibili contenitori di adeguate dimensioni (cassoni scarrabili coperti da 20 mc, presse scarrabili da 20 mc, contenitori a campana, bidoncini) adibiti alla raccolta delle seguenti frazioni merceologiche:

- carta e cartone
- plastica
- imballaggi misti
- vetro
- legno
- organico

Tali aree sono recintate ed hanno dimensioni medie da 600 a 1.000 mq, Per accedere all’isola, ogni utente convenzionato utilizza un badge elettronico che permette al sistema di identificarlo, consentendone l’ingresso.

La prima isola ecologica è stata realizzata nel Comune di Calenzano in via di Fibbiana, alla fine del 2003 ed ha una superficie di 300 mq circa.



**Figura 4** – Isola ecologica di via di Fibbiana – Calenzano

Successivamente è stata realizzata un'isola ecologica nel Comune di Signa (attiva dalla fine del 2006) avente una superficie di 800 mq circa.

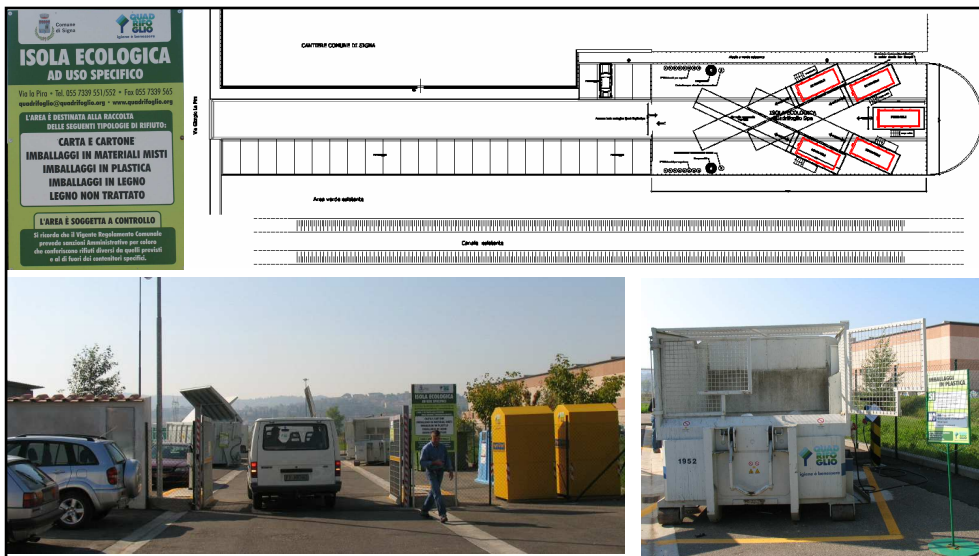


Figura 5 – Isola ecologica di Signa

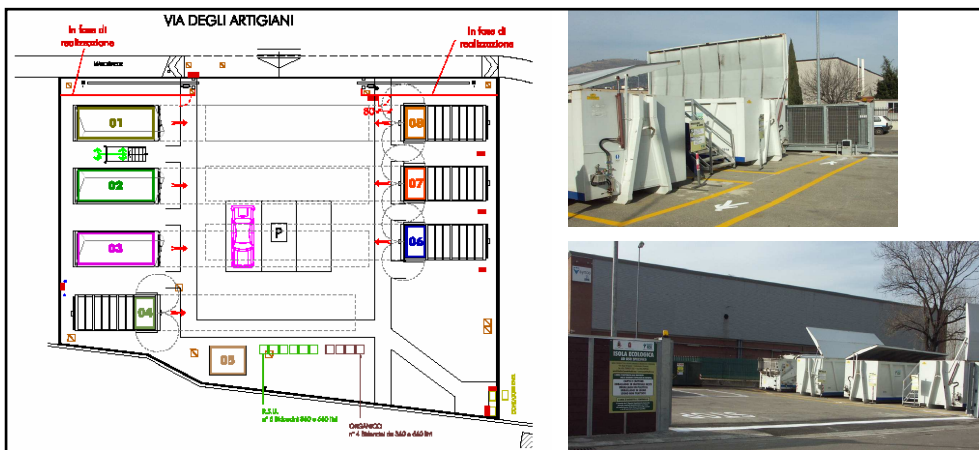


Figura 6 – Isola ecologica di via degli Artigiani – Calenzano



Le “Ecotappe” sono luoghi di raccolta sparsi sul territorio ed affidati a scuole e realtà associative, dove è possibile portare da parte di tutti i cittadini alcune particolari tipologie di rifiuti che normalmente non sono conferibili al normale circuito di raccolta.

- Bombolette Spray
- Cartucce e Toner per stampanti
- Pile esauste
- Farmaci scaduti

Le Ecotappe sono state collocate all’interno delle aree scolastiche e quindi sono accessibili durante l’orario di apertura della scuola.

Ad oggi sono allestite 12 postazioni di raccolta nel comune di Firenze.



**Figura 7 – Ecotappa**

### **Stazioni ecologiche**

Le stazioni ecologiche sono aree nate per incentivare i cittadini a partecipare alla raccolta differenziata dei rifiuti, ottenendo dei benefici sulla tariffa di Igiene Urbana, in particolare una riduzione della quota variabile.

L'utente della stazione ecologica deve parcheggiare il proprio mezzo in aree predisposte, quindi può ritirare un carrello per il trasbordo dei materiali e recarsi al punto di pesatura. Tutti i materiali in ingresso devono essere pesati e i conferimenti negli appositi contenitori devono essere effettuati dopo la pesatura. L'operazione di pesatura avviene per tipologia di rifiuto e, ad operazione terminata, l'addetto rilascia una certificazione in relazione al quantitativo conferito o gli eventuali bollini per ottenere l'incentivo.

I materiali ed i rifiuti conferiti presso la stazione ecologica sono di proprietà di Quadrifoglio S.p.A.

Di seguito si riporta l'elenco delle stazioni ecologiche attive:

- Sesto Fiorentino (FI) – attiva dal 1996 (Calenzano ) serve mediamente c.ca 4.000 utenti, di cui il 50% ricevono incentivi regolamentari sulla TIA e tratta oltre 1.000 ton/anno di materiali totalmente avviati al riciclo (è previsto il trasferimento nella nuova sede di via De Gasperi); **Nota: questa stazione ecologica è stata dismessa da tempo .**
- Calenzano (FI) Stazione Ecologica di via del Pratignone – attiva dall'anno 2002, tratta quasi 400 ton/anno di materiali totalmente avviati a riciclo, conferiti da c.ca 500 utenti;
- Firenze – Stazione Ecologica di via di San Donnino – attiva dal gennaio 2007, tratta quasi 600 ton/anno di materiali totalmente avviati a riciclo.

### ***Sviluppo futuro del sistema di raccolta differenziata (secondo Quadrifoglio)***

Per incrementare la raccolta di materiali da avviare a recupero Quadrifoglio S.p.A. ha previsto di attuare interventi diversi a seconda della tipologia del territorio da servire ed alla sostenibilità economica delle trasformazioni da compiere:

1. *zone produttive sub urbane*: estensione delle “Isole ecologiche ad uso specifico”, realizzate sia dall’azienda che da privati, ed estensione della raccolta porta a porta per le aree produttive.

Le “Isole ecologiche ad uso specifico” in fase di progettazione e che verranno realizzate direttamente da Quadrifoglio sono dislocate in:

1. via delle Calandre – Sesto Fiorentino;
2. via Torta – Sesto Fiorentino;
3. via Chiella – Campi Bisenzio;
4. via Meucci – Calenzano .

La società, a seguito dei risultati raggiunti e dell’esperienza attuata con le Isole ecologiche già in esercizio, ipotizzando di realizzare entro il 2010 il 60% circa delle nuove strutture, prevede di:

- avviare a recupero circa 400 t/anno di materiali per ciascuna isola ecologica, con un rendimento medio dell’80% di RD, per un totale di 2.800 t/anno;
- avere una riduzione di circa 50 t/anno di rifiuti per comparto, rispetto alla produzione antecedente la realizzazione dell’isola, per un totale di 350 t/anno.

2. *zone collinari*: trasformazione della raccolta RSU tradizionale a cassonetti mobili in raccolta differenziata spinta a bidoncini.

Questo territorio è caratterizzato da lunghe percorrenze, bassa densità insediativa ed abitativa.



**Figura 8** – Tipologia mezzi e postazione nella raccolta differenziata collinare

Utilizzando questo metodo di raccolta sulla zona collinare di Sesto Fiorentino e Firenze, Quadrifoglio ipotizza, considerando un rendimento medio di RD del 60%, di avviare a recupero nel 2010 circa 5.250 t/anno di materiali quali: organico, carta, cartone e multimateriale.

3. *zone semiperiferiche*: estensione della raccolta dell'organico a cassonetti stazionari Side Loader (completamento dell'area urbana di Firenze).

Tale progetto prevede di raddoppiare le utenze servite, portando ad una copertura che superi l'80% della zona semiperiferica della città, in modo da incrementare la raccolta di circa 6.700 t/anno di organico.

4. *borghi storici minori e nuovi insediamenti*: estensione della raccolta porta a porta. Tale metodo verrà adottato anche per i centri storici di Campi Bisenzio e Sesto Fiorentino.

Con questa trasformazione del servizio di raccolta il gestore prevede di aumentare la RD di circa 1.400 t/anno.

5. *centri storici maggiori*: raccolta dell'organico a bidoncini per utenze di ristorazione e grandi utenze (area interna ai viali di Firenze), collegata al piano di estensione delle stazioni interrato, con parziale eliminazione dei cassonetti tradizionali.

6. *centri storici monumentali*: miglioramento qualitativo della frazione organica recuperata (quadrilatero romano) ed estensione porta a porta alle utenze domestiche e non domestiche all'interno dei viali di circonvallazione.

7. piano di estensione delle Stazioni Ecologiche/Centri di raccolta e delle "Ecotappe".

Si prevede di avviare a recupero a regime: 2.100 t/anno

**Nota: i dati riportati consentono di ritenere non raggiungibili, con questa tipologia di interventi, gli obiettivi di RD posti dalla Regione Toscana.**

## **4.-Buone Pratiche e Obiettivi di RD**

### ***Buone pratiche***

Di seguito si descrivono le visite effettuate sul territorio nazionale presso gli Enti/Aziende che hanno raggiunto i migliori risultati nella gestione del ciclo dei rifiuti e che applicano le “buone pratiche”.

Per buona pratica si intende “...un’azione, esportabile in altre realtà, che permette ad un Comune, ad una comunità o ad una qualsiasi amministrazione locale, di muoversi verso forme di gestione sostenibile a livello locale”. Si considera buona, quindi, una pratica che corrisponda all’idea di sostenibilità intesa come fattore essenziale di uno sviluppo in grado di rispondere “...alle necessità del presente, senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le proprie” (Rapporto Brundtland –UNCED, 1987).

Per pratica si intende sia un insieme sistematico di azioni (un piano o un programma) che piccoli interventi di carattere incrementale (fonte: APAT).

Le buone pratiche oggetto dei nostri approfondimenti hanno in primo luogo guardato esperienze di riduzione all’origine dei rifiuti, ma non solo.

### ***Visita Piemonte (22 gennaio 2008)***

*Consorzio CO.VA.R.*

La prima visita si è articolata attraverso una giornata di incontri la cui agenda era stata curata dal dott. Roberto Cavallo, presidente della Cooperativa Erica.

All'incontro, tenutosi presso la sede del Consorzio alla presenza della presidenza, ha partecipato anche il direttore della società Pegaso 03 S.r.l., affidataria del servizio di riscossione della Tariffa di Igiene Ambientale (TIA).

- Descrizione organizzazione

Il CO.VA.R. 14 (Consorzio Valorizzazione Rifiuti 14) è un Consorzio di bacino avente personalità giuridica di diritto pubblico, che ha assunto funzioni di governo e di coordinamento su tutto ciò che riguarda l'igiene urbana di 19 Comuni consorziati dell'area sud-ovest della Provincia di Torino, per un totale di popolazione residente pari a 250.011 abitanti al 2007.

I Comuni aderenti hanno caratteristiche molto diverse fra loro: quelli dell'area rurale sono Comuni da 600 a 10.000 abitanti, mentre l'area sub-urbana confinante direttamente con la città di Torino è formata da Comuni con 20.000 – 50.000 abitanti.

A partire dall'Aprile 2004 CO.VA.R. 14 ha organizzato su tutto il territorio di propria pertinenza un sistema di raccolta porta a porta articolato in modo parzialmente differenziato a seconda delle richieste dei singoli Comuni. Maggiori dettagli del sistema di raccolta sono riportati nell'Allegato 1.

- Andamento raccolta differenziata

Secondo i dati ufficiali relativi al 2006 l'insieme dei Comuni di pertinenza CO.VA.R. 14 registra una quota percentuale di RD pari al 63%. Tale dato medio è composto da prestazioni comunali che raggiungono "punte" contenute tra il 72% e il 79% e da "rese" che, come nel caso dei Comuni di Moncalieri ed Orbassano, non superano il 57%. In questi Comuni il sistema porta a porta non era ancora "integrale" in quanto la raccolta di multimateriale (contenitori in vetro, plastica, lattine) avveniva ancora con contenitori stradali.

Il risultato medio di RD era stato raggiunto in poco più di un anno e dagli aggiornamenti sull'andamento della raccolta forniti successivamente alla visita, tale dato continua a crescere sfiorando il 64%.

Il dato sicuramente più interessante riguarda le tendenze relative alla produzione di rifiuti. Nel 2007 sono state prodotte 107.612 tonnellate di rifiuti. Di queste, 39.308 tonnellate sono andate a smaltimento in discarica. La quantità dei rifiuti pro-capite prodotta nel 2006 ammonta a 427 kg/anno, al di sotto della media regionale piemontese di 504 kg/anno, italiana di 550 kg/anno, toscana di oltre 700 kg/anno e segnatamente fiorentina di 732kg/anno.

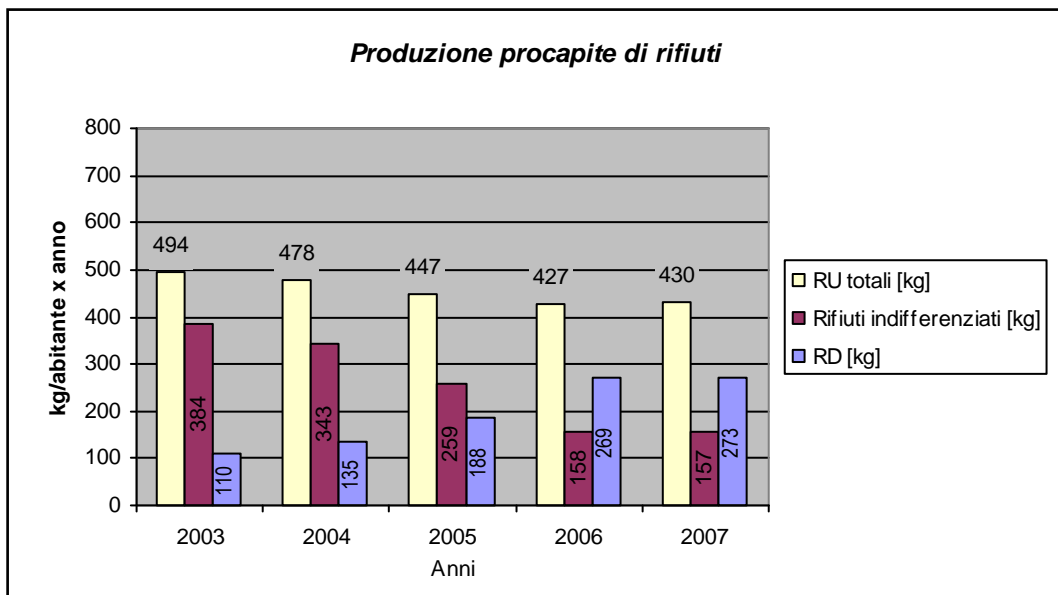
A seguito del passaggio dal sistema di raccolta stradale a quello porta a porta c'è stata una diminuzione nella produzione dei rifiuti pari al 13,0%: la media procapite su base annua è passata da 494 kg prodotti nel 2003 agli attuali 430 kg, con un effetto di riduzione pari a 64 kg.

Tale diminuzione, secondo i responsabili CO.VA.R. 14 è dovuta a vari fattori. In primo luogo all'abbattimento dei "conferimenti impropri", non più possibile, se non in minima parte. Inoltre un contributo importante al raggiungimento di quel risultato è frutto di una capillare diffusione dell'autocompostaggio familiare, favorito anche da incentivi tariffari (vedere Allegato 1).

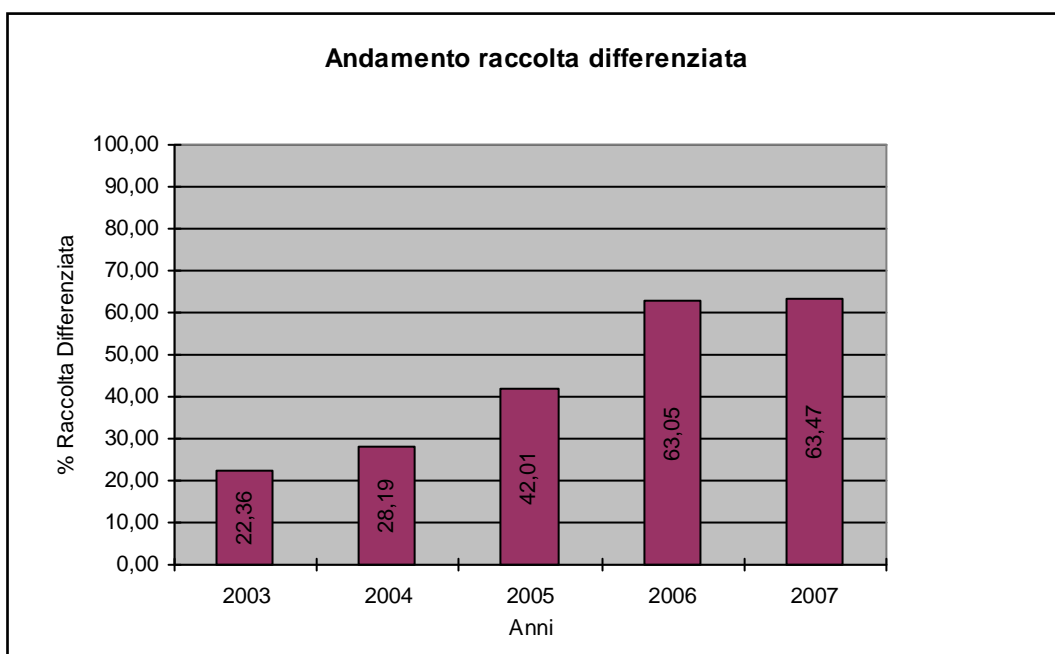
	2003	2004	2005	2006	2007
N° abitanti	169.951	246.421	247.617	247.617	250.011
Produzione pro-capite di rifiuti Kg/abitante [kg]	494	478	447	427	430
Rifiuto non riciclabile pro-capite Kg/abitante [kg]	384	343	259	158	157
Rifiuti riciclati pro-capite Kg/abitante [kg]	110	135	188	269	273
%RD	22,36%	28,19%	42,01%	63,05%	63,47%

**Tabella 5** – Andamento RD Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14)





**Figura 9** – Produzione di rifiuti per abitante Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14)



**Figura 10** – Andamento raccolta differenziata Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14).

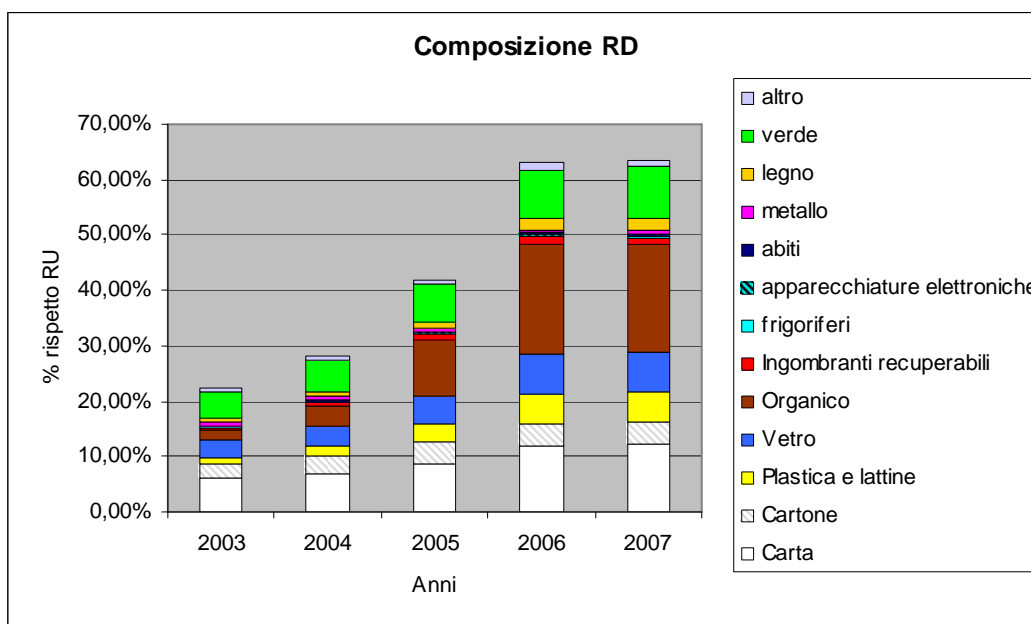


Figura 11 – Composizione RD Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14).

Il grafico sopra riportato mostra l'andamento della raccolta differenziata all'interno di CO.VA.R. 14 negli ultimi anni. Dal 2003 al 2006 si è avuto un incremento del 40,69% (da 22,36% al 63,05%), mentre per il 2007 è stato pressoché confermato *al rialzo* il valore registrato nell'anno precedente.

Le frazioni merceologiche più significative ai fine di questo incremento sono: organico (+18,11%), carta e cartone (+7,35%), plastica e lattine (+4,45%), verde (+4,07%), vetro (+3,78%).

Il confronto degli indici assoluti tra l'anno 2003 e l'anno 2007 evidenzia i seguenti risultati:

- diminuzione della produzione totale di rifiuto: da 494 kg/abitante a 430 kg/abitante (-64 kg/abitante);
- diminuzione della produzione pro-capite annua di rifiuto secco residuo: da 384 kg/abitante a 157 kg/abitante (-227 kg/abitante);
- aumento della raccolta differenziata: da 22% a 63% (+41%).

- Criticità/Commenti

Naturalmente inizialmente si sono presentati alcuni problemi da risolvere gradualmente. Prima di tutto l'organizzazione della raccolta porta a porta nei Comuni maggiormente caratterizzati da un tessuto urbanistico a forte presenza di residenze a "sviluppo verticale". Comuni come Rivalta (la prima parte delle visite pomeridiane ha riguardato proprio questo Comune) avevano rilevato alcune difficoltà inerenti i conferimenti, in quanto in alcuni casi gli utenti inserivano i rifiuti nei contenitori stradali dei Comuni limitrofi non ancora coinvolti nel porta a porta ed a carico di altro Gestore. Dal colloquio avuto con l'assessore all'ambiente del Comune di Rivalta i successivi interventi avevano migliorato la situazione e prova ne era una quota di RD pari ad un buon 66%. In particolare, sono stati posizionati a "piè di condominio", nelle aree di pertinenza degli stessi, dei contenitori di ampie dimensioni in cui le utenze conferiscono i materiali separati in casa e raccolti in "mastelli" di dimensioni più ridotte.

Gli operatori addetti al ritiro dei contenitori condominiali (appartenenti ad una cooperativa affidataria del servizio di raccolta) hanno l'ordine di servizio di non ritirare i contenitori al cui interno sono inseriti materiali estranei, evidenziando così i comportamenti sbagliati delle utenze.

Altro aspetto critico riguarda l'aumento medio del costo della TIA inerente la messa in atto del porta a porta, che ha comportato aumenti di circa il 10% rispetto al periodo in cui era applicato il sistema di raccolta stradale. Tuttavia il dato non è generalizzabile. Infatti quei Comuni che hanno fatto registrare alte rese di RD e quindi più accentuati abbattimenti delle quantità di residuo da inviare a discarica e che nel contempo hanno diffuso la pratica dell'autocompostaggio, si sono visti, al contrario, ridurre la tariffa

La TIA non viene applicata in modo "puntuale", cioè commisurandola alla quantità dei rifiuti prodotti dalle singole utenze, ma secondo il "metodo normalizzato" calcolato su base "presuntiva" (vedere Allegato 1). Secondo il

direttore Amelio Riccardo Vitale non vi sono i presupposti per un calcolo personalizzato della TIA (come invece applicato dai Comuni “gestiti” dal Consorzio Priula in provincia di Treviso) a causa di un tessuto urbanistico complesso.

In effetti Pegaso 03 S.r.l. non si limita a riscuotere le tariffe ed a recuperare le evasioni, ma offre un “pacchetto” di servizi attinenti in generale la qualificazione del servizio. In particolare, attraverso personale formato alla comunicazione, sono in opera “numeri verdi” con personale addetto alla comunicazione con il pubblico dove gli utenti possono segnalare disservizi, particolari esigenze, chiedere informazioni, ecc. Ogni segnalazione automaticamente viene registrata ed apre un “procedimento” che deve concludersi solo quando l’eventuale problema è stato risolto. Questa codificazione delle segnalazioni serve anche a fornire un quadro statistico in grado di monitorare in tempo reale lo svolgimento del servizio. Tale “enfaticizzazione” della “comunicazione con il pubblico” supportata da un’informatizzazione curata nei dettagli rappresenta senz’altro un valore aggiunto che a parere dei responsabili incontrati concorre a giustificare i lievi aumenti.

Occorre anche aggiungere che i maggiori oneri concorrono a consentire livelli di occupazione che prima non esistevano a partire dalla stessa Pegaso 03 S.r.l., che impiega circa 40 addetti, per arrivare alla cooperativa a cui è affidato il servizio di raccolta.

Per quanto riguarda il sistema di organizzazione del porta a porta esso prevede un ritiro calendarizzato di due volte alla settimana della frazione organica, di una volta per ciascuna tipologia di materiali, per carta/cartoni e “multimateriale” e di una volta per il “secco non riciclabile”. (vedere Allegato 1)

Infine, un'ulteriore "criticità" risulta dalla necessità di conferire la frazione organica intercettata con le raccolte porta a porta presso impianti ubicati fuori Regione ed in particolare in Lombardia.

Da informazioni ricevute successivamente alla visita risulta che attualmente la situazione di criticità sarebbe stata risolta, in quanto la frazione organica, attraverso un contratto stipulato con l'AMIAT S.p.A. di Torino, verrebbe conferita all'impianto di Borgaro Torinese, che al momento della visita era in fase di collaudo a seguito di lavori di ristrutturazione.

Da notare che, mentre il CO.VA.R. 14 registra il 64% di RD (2007), la città di Torino raggiunge, nello stesso periodo, circa il 40,7% (fonte: AMIAT S.p.A.), forte differenza che si riscontra anche fra Consorzio Priula e Comune di Treviso (*nota : Nel comune di Treviso non risultano in corso sistemi di raccolta porta a porta; nel comune di Torino la raccolta porta a porta risulta solo in alcune zone*).

<b>Numero di abitanti</b>	<b>Comuni</b>	<b>Valore medio RD (2007)</b>
0 – 5.000	7	70,26%
5.000 – 10.000	4	71,59%
10.000 – 25.000	6	65,25%
25.000 – 50.000	1	57,63%
50.000 – 100.000	1	59,48%
> 100.000	-	-
<b>Valore medio consortile</b>		<b>63,47%</b>

**Tabella 6** – Suddivisione dei Comuni per numero di abitanti e valore medio della raccolta differenziata (CO.VA.R. 14).

### *Progetto ECOLOGOS*

Nella parte finale della visita l'attenzione è stata posta nel conoscere gli aspetti operativi legati alla messa in atto di sistemi di riduzione alla fonte dei rifiuti. Così, all'interno del supermercato AUCHAN la ricercatrice dott. Cinzia Vaccaneo ci ha illustrato i percorsi iniziati con il PROGETTO ECOLOGOS che è stato ufficialmente "sigillato" e fatto proprio, con atti deliberativi, da parte della Giunta Regionale. Tale progetto sottoscritto da tre grandi catene di distribuzione con decine di punti vendita prevede l'impiego di sistemi di ricarica dove i consumatori possono acquistare saponi liquidi, detersivi e detergenti sfusi, dotandosi di un contenitore acquistato solo la prima volta. Inoltre è partito nei supermercati CRAI il progetto ECO POINT volto alla vendita sfusa di prodotti alimentari quali la pasta, la verdura ecc. Naturalmente il tutto è stato promosso con campagna informative appropriate rinforzate con punti informativi posti all'interno dei supermercati.

I risultati ottenuti sono confortanti fino al punto che tali iniziative sono pubblicizzate dalle stesse catene distributrici coinvolte. All'incontro finale ha preso parte anche l'Assessore regionale all'Ambiente della Regione Piemonte Nicola De Ruggiero

### *Progetto BUON SAMARITANO*

L'AMIAT di Torino, attraverso il suo direttore presente all'incontro ha illustrato il progetto in corso di utilizzo a fini assistenziali delle derrate alimentari in via di scadenza nei supermercati. Sulla base della Legge Regionale n. 155 del 3 giugno 2003 è stata stipulata una convenzione tra AMIAT, alcuni enti assistenziali che gestiscono servizi mensa e la grande distribuzione al fine di utilizzare i cibi ancora non scaduti ( ma in via di scadenza) per pasti delle mense assistenziali. Dai dati forniti, applicando tale intervento in un supermercato era stato evitato uno smaltimento di circa 100 tonnellate in un anno. Moltiplicando tale dato per i circa 25 punti vendita della sola Torino si nota quale quantitativo di riduzione dei rifiuti sia potenzialmente legato a questa "buona pratica umanitaria".

Analoga iniziativa è stata intrapresa nei confronti delle mense scolastiche dove il pane e la frutta (spesso ancora poste nelle loro confezioni) seguono lo stesso destino descritto nell'esperienza di cui sopra.

### ***Visita Comune di Capannori (25 gennaio 2008)***

L'obiettivo della visita è stato quello di approfondire in particolare la "buona pratica" dell'identificazione merceologica del rifiuto "residuo" a valle delle raccolte porta a porta. Questo, con lo scopo di orientare proprio dalla "fine del ciclo" dei prodotti appropriate politiche ed interventi di riduzione dei rifiuti.

Naturalmente, poi, la visita è stata anche un'occasione per prender visione delle modalità di raccolta porta a porta in corso di svolgimento e di ampliamento analizzandone i risultati positivi e le "criticità".

Infine, la visita è servita anche a verificare come il Comune che pur ha "assimilato" numerose tipologie di flussi provenienti dai comparti produttivi, dal commercio e dai servizi sta gestendo questa scelta, senza gravare sul normale circuito di raccolta dei rifiuti solidi urbani.

L'incontro, successivamente ad un colloquio con il Sindaco che ha ricevuto la Commissione è proseguito con l'assessore all'ambiente Alessio Ciacci e poi, presso la sede dell'ASCIT con il presidente e i dirigenti dell'azienda.

- **Lo screening del residuo**

Nell'ambito di un incarico assegnato dall'Amministrazione provinciale alla "Scuola agraria del Parco di Monza" e all'agenzia "IDECOM" di Bolzano inerente lo svolgimento di un'indagine merceologica relativa ai rifiuti solidi urbani prodotti in provincia di Lucca, le due agenzie incaricate hanno proceduto ad una classificazione per identificare la composizione merceologica dei residui successivi alla raccolta porta a porta che nel Comune di Capannori raggiunge l'82-83%. Da questa indagine sono emerse

delle precise indicazioni formulate dall'Osservatorio Comunale verso Rifiuti Zero (istituito con apposita Delibera del CC) per ridurre ulteriormente la quota residua di smaltimento, attualmente pari al 18% del totale iniziale. In particolare, la componente del residuo fa registrare un 16,52% di "tessili e cuoio", 13,95% di pannolini-pannoloni, 15,20% di sostanza organica ed un 30,38 complessivo di plastiche.

Attraverso questo "lavoro di identificazione" il Comune ha potuto promuovere una serie di interventi alcuni dei quali già in corso per ridurre ulteriormente il rifiuto ed in particolare i flussi da inviare a smaltimento. Così la farmacia comunale ha messo a disposizione pannolini riutilizzabili prevedendone gratuitamente l'assegnazione alle famiglie dei neonati. Il Comune ha poi promosso un progetto denominato "ECOSAGRE" che consente di evitare il ricorso a stoviglie "usa e getta" prevedendone la sostituzione o con piatti di ceramica (assegnando agli organizzatori una lavastoviglie) o, in subordine, con stoviglie in plastica Mater-B. Contestualmente, nelle scuole è iniziata la graduale sostituzione delle bottiglie di plastica attraverso l'assegnazione di caraffe in vetro contenenti acqua di rubinetto. Inoltre, essendo previsto il rinnovo dell'appalto per l'assegnazione del servizio mensa il Comune prevede nella gara che i concorrenti forniscano un servizio che eluda il ricorso alle bottiglie di plastica.

Infine, il Comune, partendo con un primo punto di distribuzione, ha applicato al latte il principio della "filiera corta": in accordo con un'azienda di allevamento bovino della zona (della frazione di Lammari) ha messo a disposizione la struttura distributiva che consente di evitare, tra l'altro, il ricorso agli ormai diffusi imballaggi in tetrapack sostituiti dai contenitori a carico degli utenti.

- *La raccolta dei rifiuti speciali "assimilabili".*

Il Comune, nel corso degli anni ha assimilato gran parte dei flussi di rifiuto provenienti dalle aziende produttive, commerciali e dai servizi. Ciò anche in conseguenza di quella "promiscuità" tra tessuto residenziale e



tessuto produttivo-commerciale che caratterizza il suo vasto territorio. Ma mentre negli anni passati ciò aveva comportato un elevato aumento delle quote di smaltimento, con il passaggio al sistema di raccolta porta a porta, pur mantenendo il “gettito fiscale” proveniente dall’assimilazione ai rifiuti urbani di molte tipologie di scarti produttivi, il Comune è riuscito ad invertire la tendenza all’aumento dei rifiuti dei quali è drasticamente diminuito lo smaltimento ed addirittura la stessa produzione. Infatti, mentre prima gli “assimilati” convergevano nel medesimo circuito di raccolta degli urbani producendo l’effetto collaterale dei “conferimenti impropri”, con la raccolta porta a porta anche per le “utenze speciali” i rifiuti vengono intercettati “ a piè” di unità produttiva o commerciale con la conseguente possibilità di avviare a riciclaggio la gran parte degli scarti.

- *Il conferimento dei materiali intercettati*

I materiali cartacei vengono raccolti separando cartone dal restante “macero misto” consentendo ricavi da parte del consorzio di filiera (COMIECO) maggiori che se raccolti congiuntamente. Per il fatto che il Comune di Capannori è il Comune capoluogo dell’omonimo Distretto industriale cartario (uno dei più rilevanti a livello nazionale ed internazionale) non si registrano difficoltà nel costante approvvigionamento delle cartiere. Per quanto riguarda il “multimateriale” questo flusso eterogeneo viene inviato all’impianto REVET di Pontedera “a ricavo zero” ma anche “a costo zero”.

- *La criticità della frazione organica*

L’assenza nel contesto comunale provinciale di un impianto di compostaggio rappresenta l’unica importante “criticità”. Al momento della visita la materia organica veniva conferita all’impianto di Montespertoli che in seguito ha però interrotto la sua disponibilità ad accogliere i conferimenti del Comune di Capannori. Attualmente il Comune è ricorso ad un impianto in provincia di Modena e all’impianto di Terranova Bracciolini in provincia di Arezzo. Nel frattempo Il Comune ha provveduto ad indicare un sito per

realizzarvi un apposito impianto prendendo in esame anche soluzioni transitorie “modulari” in grado di accogliere in poco tempo dalle 5000 alle 6000 tonnellate annue di organico differenziato.

- *Tutte le cifre delle “Buone pratiche” di Capannori*

Considerando anche la diffusione dell'autocompostaggio familiare che raggiunge circa 1600 famiglie il Comune sta facendo registrare una diminuzione del monte rifiuti di circa il 2% annuo. Con il raggiungimento del 65% di RD quale dato medio comunale lo smaltimento si è ridotto al di sotto delle 10.000 tonnellate anno. Ricordiamo che il Comune è composto da 40 frazioni che si estendono dall'altopiano delle Pizzorne fino ai Monti Pisani per una popolazione in crescita di 45.500 abitanti. Attualmente il porta a porta, partito nel febbraio del 2006 è stato esteso a 26000 abitanti confermando una “resa” percentuale dell'82-83%. Entro il 2008 tale sistema verrà esteso a tutto il Comune che entro quella data adotterà il sistema di tariffazione “puntuale”.

Il Comune di capannori è stato il primo Comune in Italia ad adottare la strategia Rifiuti Zero al 2020. Il presidente dell'Osservatorio istituito dal Comune è il Professor Paul Connett, professore emerito della San Lawrence University.

### ***Visita Lombardia (29 gennaio 2008)***

#### *CEM Ambiente S.p.A. & Comune di Bellusco*

Questa visita ha avuto lo scopo di analizzare in particolar modo la “buona pratica” del recupero dei materiali (e di parti di essi) in corso di svolgimento presso la piattaforma ecologica di Bellusco operante già dagli anni '90. Essa è stata organizzata in collaborazione con la dottoressa Valentina Caimi della Scuola Agraria del Parco di Monza che ha curato anche l'incontro successivo con i funzionari del Comune di Monza in merito alla applicazione del GREEN PROCUREMENT.

Dopo un incontro avvenuto con il Sindaco, con il responsabile del gruppo volontari della parrocchia che gestisce la piattaforma e con il direttore della stessa (ex direttore del CEM) la visita è continuata all'interno della piattaforma.

Ricordiamo che il Comune di Bellusco, che raggiunge una raccolta differenziata che si aggira sull'80% fa parte del Consorzio Milano Est che raggruppa 48 Comuni con una popolazione di più di 400.000 abitanti, raggiungendo un risultato medio di RD superiore al 66%. Tale consorzio è dotato di ben 39 piattaforme ecologiche di cui 35 gestite direttamente e 4 collegate ad esso (vedere paragrafi successivi)

- *Piattaforma ecologica di Bellusco*

La piattaforma visitata è completamente automatizzata e posta sotto vigilanza da personale volontario e ogni cittadino può avvalersene entro orari prestabiliti per conferirvi beni durevoli e/o materiali omogenei. Essa può accogliere in contenitori "scarrabili" vetro, carta, cartone, tetrapack, ferro, alluminio e banda stagnata, plastica di vari tipi, materiali da demolizione, scarti vegetali e legno, RUP (Rifiuti Urbani Pericolosi), contenitori "T"o "F", vernici, medicinali scaduti, siringhe, cartucce esauste di toner, batterie e pile, componenti elettronici, televisori e monitor, lampade al neon, oli e grassi vegetali ed animali, oli minerali ed accumulatori al piombo.

Dalla visita è emerso che la piattaforma non svolge ancora funzioni di riparazione dei beni durevoli conferiti pur avendo già richiesto un ampliamento dell'area occupata proprio a questo scopo.

In generale vengono raccolti i materiali e smistati nei diversi scarrabili. In alcuni casi però i volontari ricorrono anche allo smontaggio di alcuni componenti, degli infissi per recuperare l'alluminio e dei giocattoli per recuperare la parte metallica.

Per quanto riguarda la collocazione dei materiali recuperati essi , senza particolari problematiche di commercializzazione, trovano collocazione in

imprese del territorio procurando ricavi interessanti (in particolar modo per il rame, l'alluminio, per il polietilene, per il PET (vedere Allegato 2).

Tali ricavi che mediamente “fruttano” al gruppo di volontariato circa 75.000 euro/anno vengono quasi totalmente reinvestiti in attività parrocchiali. Infine risulta interessante far notare che i volontari coinvolti nell’operatività della piattaforma sono circa 70.

- CEM Ambiente S.p.A.

CEM Ambiente S.p.A. è la società che si occupa della gestione del ciclo integrato dei rifiuti di 42 Comuni della Provincia di Milano e del servizio di smaltimento di tutti i 48 Comuni Soci. La trasformazione da Consorzio Pubblico di Igiene Ambientale (CEM), istituito nel 1972, in società per azioni a totale capitale pubblico è avvenuta il 25 Giugno 2003.

Fino al 1994, CEM si occupava della gestione della discarica di Cavenago Brianza, una delle più grandi della Lombardia, di cui era proprietaria. A metà degli anni '90 la discarica venne dichiarata esaurita, quindi i Comuni si rivolsero all’inceneritore di Brescia per bruciare i rifiuti. Questo fece innalzare i costi, che passarono da 7.200 lire all’anno per persona a 120 mila lire l’anno per persona. Quindi la raccolta differenziata divenne una priorità per i Comuni.

CEM Ambiente S.p.A. si occupa inoltre della costruzione e gestione delle piattaforme ecologiche per raccolta differenziata, della gestione dei materiali recuperabili, dell’erogazione degli incentivi economici collegati al progetto CONAI, del calcolo e riscossione della Tariffa d’Igiene Ambientale (TIA) e della TARSU. Infatti alcuni Comuni, compreso Bellusco, applicano la TIA, mentre gli altri sono ancora in regime di TARSU.

- Organizzazione della Raccolta Differenziata

La raccolta delle frazioni di rifiuto è di tipo “porta a porta”.

Cosa viene raccolto	Contenitore utenze domestiche	Frequenza
Organico	sacchetti biodegradabili in Mater-Bi	2 volte alla settimana
RU	Sacco polietilene trasparente neutro	1 volta alla settimana
Carta	Pacchi legati o bidoni	1 volta ogni 15 giorni
Plastica	Sacco in polietilene trasparente giallo	1 volta ogni 15 giorni
Vetro	Bidoni	1 volta alla settimana
Alluminio	Bidoni	1 volta ogni 15 giorni

**Tabella 7** – RD frequenza di riferimento per lo svuotamento dei contenitori (CEM Ambiente S.p.A.).

Al fine di migliorare la qualità della raccolta differenziata, sul territorio sono posizionati speciali contenitori da utilizzare per il conferimento di farmaci scaduti, pile siringhe, nonché sono state realizzate strutture dedicate, quali le piattaforme ecologiche.

Le piattaforme ecologiche integrano la raccolta “porta a porta” e contribuiscono ad aumentare la raccolta differenziata.

CEM Ambiente gestisce direttamente 39 piattaforme ecologiche per la raccolta differenziata al servizio di 47 Comuni, delle quali:

- 25 sono di proprietà di CEM ambiente S.p.A.;
- 35 sono in gestione diretta;
- 4 sono gestite direttamente dai Comuni che si mantengono però in rete con CEM ambiente S.p.A. per l'organizzazione del servizio.

Nelle piattaforme ecologiche vengono raccolti:

Rifiuti recuperabili	Rifiuti urbani pericolosi (Rup)
Carta e cartone	Batterie e pile
Vetro	Prodotti e contenitori T/F
Imballaggi in plastica	Vernici
Scarti vegetali	Medicinali
Metalli	Cartucce esauste toner
Ingombranti	Componenti elettronici
Inerti	Lampade al neon
Legno	Televisori e monitor
Polistirolo	Oli e grassi vegetali e animali
	Oli minerali
	Accumulatori al piombo esausti

**Tabella 8** – Piattaforme ecologiche rifiuti raccolti (CEM Ambiente S.p.A.).

Per la gestione delle piattaforme la società si avvale della collaborazione di associazioni di volontariato attive direttamente nella raccolta differenziata.

#### Stazione di Bellusco – Mezzago

Viene utilizzata per lo stoccaggio provvisorio di alcune specifiche frazioni di rifiuto (frazione organica, rifiuti indifferenziati, lattine, vetro, legno, terre da spezzamento) e per alcune lavorazioni: il legno viene tritato; le lattine, tramite l'utilizzo di separatori magnetici, sono suddivise in alluminio e banda stagnata; da fine 2006 è stato inoltre avviato il trattamento degli ingombranti per separare le parti recuperabili e tritare la frazione residua per inviarla al termovalorizzatore.

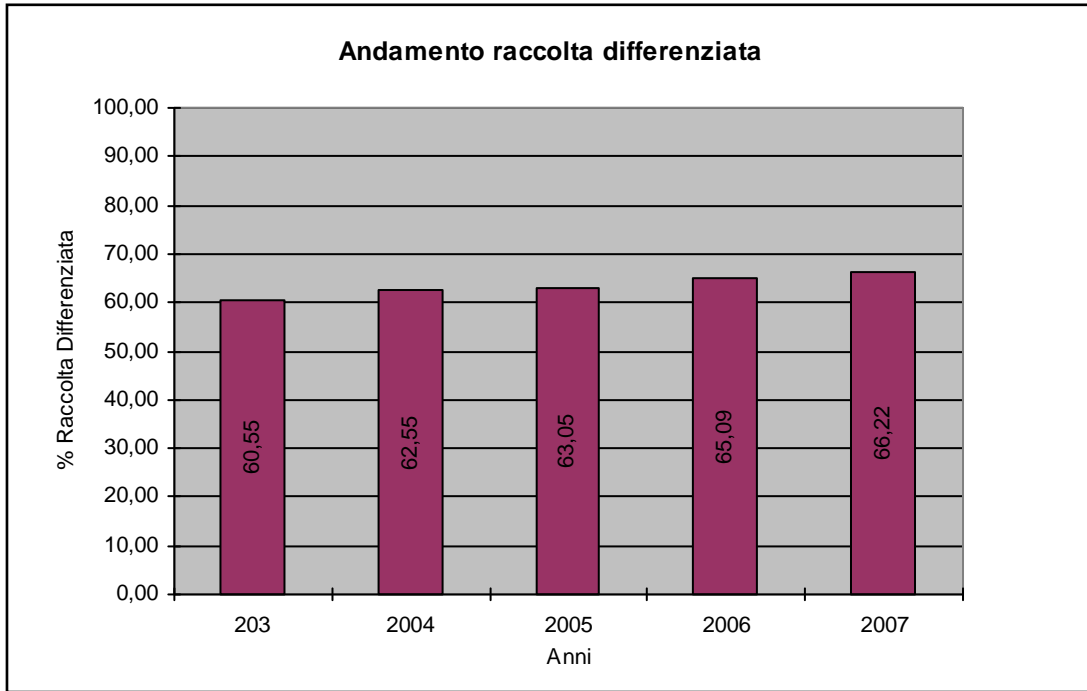
#### Stazione di Liscate

Diventata operativa nel 2007, è centro di stoccaggio specifico per i Rifiuti Urbani Pericolosi e per le terre da spezzamento. È prevista inoltre la realizzazione di un impianto per la lavorazione del vetro e di un impianto per il lavaggio delle terre da spezzamento.

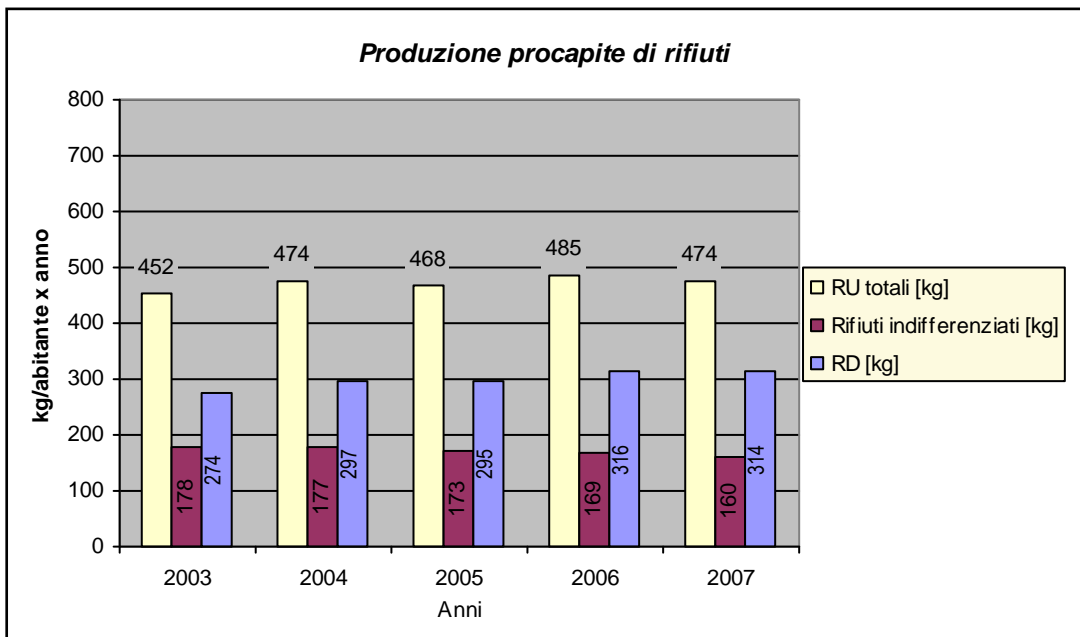
- Andamento raccolta differenziata

	2003	2004	2005	2006	2007
N°abitanti	388.559	394.357	405.041	410.417	417.322
Produzione pro-capite di rifiuti Kg/(ab*anno) [kg]	452	475	468	485	474
Rifiuto non riciclabile pro-capite kg/abitante [kg]	178	177	173	169	160
Rifiuti riciclati pro-capite Kg/abitante [kg]	274	297	295	316	314
%RD	60,55%	62,65%	63,05%	65,09%	66,22%

**Tabella 9** – Andamento RD Anni 2003-2007 (CEM Ambiente S.p.A.).



**Figura 12** – Produzione di rifiuti per abitante Anni 2003-2007 (CEM Ambiente S.p.A.)



**Figura 13** – Andamento raccolta differenziata Anni 2003-2007 (CEM Ambiente S.p.A.)

I grafici sopra riportati mostrano la produzione per abitante dei rifiuti e l'andamento della raccolta differenziata sul territorio di CEM Ambiente S.p.A. negli ultimi anni.

Il confronto degli indici assoluti tra l'anno 2003 e l'anno 2007 evidenzia i seguenti risultati:

- aumento della produzione totale di rifiuto: da 452 kg/abitante a 474 kg/abitante (+22 kg/abitante);
- diminuzione della produzione procapite annua di rifiuto secco residuo: da 178 kg/abitante a 170 kg/abitante (-8 kg/abitante);
- aumento della raccolta differenziata: da 61% a 66% (+5%).

- Criticità/Commenti

Numero di abitanti	Comuni	Valore medio RD (2007)
0 – 5.000	17	65,82%
5.000 – 10.000	19	70,21%
10.000 – 25.000	10	68,10%
25.000 – 50.000	2	60,00%
50.000 – 100.000	-	-
> 100.000	-	-
<b>Valore medio consortile</b>		<b>66,22%</b>

**Tabella 10** – Suddivisione dei Comuni per numero di abitanti e valore medio della raccolta differenziata (CEM Ambiente S.p.A.)

Nell'area CEM non sono presenti impianti di compostaggio per la FORSU, confermando che la frazione "organica" rappresenta un elemento delicato del sistema a cui occorre dare prioritaria soluzione impiantistica.



### ***Comune di Monza***

Nel pomeriggio la Commissione ha incontrato presso il Palazzo Comunale una Dirigente del settore lavori pubblici del Comune di Monza. Tale incontro era stato previsto perché Monza rappresenta una “buona pratica” nel recepimento e nell’applicazione del DM relativo agli “acquisti verdi” nella Pubblica Amministrazione (il cosiddetto “Green Procurement” ). In effetti, da quanto riferito, il Comune aveva svolto un Corso di formazione del personale del Comune stesso, ma a causa di avvicendamenti di diverse maggioranze politiche il percorso intrapreso era ancora agli inizi. La nuova amministrazione aveva confermato la Delibera Comunale che prevede la copertura di almeno il 30% dei fabbisogni di acquisto comunali con beni e manufatti ricavati da materiali riciclati. Anzi, in base alla LR Lombardia del 26/12/03 la percentuale di acquisti verdi era spinta fino ad almeno il 35%. Tuttavia, a fronte di questi impegni di indirizzo ancora si era in attesa di una effettiva “messa a regime” degli stessi.

### ***Visita Veneto (04 marzo 2008)***

La visita ha assunto lo scopo di approfondire la conoscenza della “buona pratica” messa in atto dal Consorzio PRIULA in merito alle alte “rese” di RD e all’applicazione del metodo puntuale di tariffazione (vedere Allegato 3) e di verificare l’assetto impiantistico e il prodotto del Centro di riciclo di Vedelago.

### ***Consorzio PRIULA***

Nella prima mattinata, con la guida della dottoressa Monica Galli, responsabile dell’ufficio progettazione sono stati visitati due impianti a supporto delle attività del Consorzio: l’impianto di compostaggio e l’impianto di produzione di CDR.

- *Descrizione organizzazione*

Il Consorzio Intercomunale Priula gestisce oggi l'intero ciclo (raccolta, trasporto, trattamento, gestione utenza, applicazione e riscossione Tariffa) dei rifiuti urbani di 24 comuni della provincia di Treviso.

Il Consorzio Intercomunale Priula è pertanto divenuto, dal 1987, anno di costituzione, ad oggi, l'unico soggetto gestore dell'intero ciclo dei rifiuti urbani per i Comuni associati, procedendo a scaglioni temporali con l'introduzione operativa in tutti i Comuni consorziati del nuovo sistema di raccolta porta a porta spinto e dall'applicazione della Tariffa a commisurazione Puntuale per tutte le utenze domestiche e non domestiche.

Fino al 2000 la raccolta dei rifiuti era di tipo stradale, il passaggio da Tassa a Tariffa Presuntiva è stato attuato nel 2001, anno in cui è stato avviato il metodo di raccolta "porta a porta", mentre dal 2002 è stata introdotta la Tariffa Puntuale.

- *L'esperienza del Consorzio PRIULA*

In tarda mattinata, all'interno della sede del Consorzio è avvenuta la presentazione dell'esperienza aziendale da parte dei dirigenti. I dati salienti sono rappresentati da una popolazione coinvolta di circa 228.000 abitanti, da 24 Comuni consorziati e da un tasso di RD che nel 2007 ha raggiunto il 77,63%. Ben 7 Comuni hanno raggiunto una percentuale di RD superiore all'80% e nessun Comune è sotto il 71% di raccolta differenziata.

Nel 2000, prima che partisse la RD porta a porta la percentuale di differenziazione era ferma al 27,18%.

- *La riduzione indotta dal porta a porta*

Come nel caso registrato nella visita nel comprensorio torinese, oltre al dato davvero elevato delle rese di RD l'altro aspetto su cui riflettere è l'effetto di riduzione dei rifiuti indotto dalla introduzione del sistema di raccolta porta a porta. Nel 2000 la produzione annua pro capite ammontava a 440 Kg, nel 2007 è scesa a 364 Kg con una riduzione dei rifiuti pari al 17,3%. Anche qui tale risultato è stato possibile grazie all'abbattimento dei "conferimenti

impropri”, non più praticamente possibili con il sistema porta a porta. Secondo i dirigenti del Consorzio vi è stato inoltre un salto di qualità soprattutto grazie all'introduzione del sistema puntuale di tariffazione.

- *Il sistema di tariffazione puntuale*

Il Consorzio Priula ha messo a punto un sistema di misurazione delle quantità di rifiuti prodotti dalle singole utenze effettuando quindi un passaggio da Tariffa Presuntiva a **Tariffa Puntuale**.

Una volta individuati costi fissi e variabili per ogni servizio, viene stabilita l'incidenza delle due tipologie di utenze (domestiche e non domestiche), in base al numero e volume dei contenitori distribuiti, e quindi la tariffa che è dovuta annualmente da ogni utenza (quota fissa e variabile).

Per le **utenze domestiche** la quota fissa è uguale per tutte le famiglie, mentre la quota variabile viene determinata in base al **numero di svuotamenti** del contenitore del secco non riciclabile, conteggiati attraverso il transponder installato su i contenitori.

Per le **utenze non domestiche** la quota fissa è commisurata al volume del contenitore, mentre quella variabile dipende dalla quantità delle frazioni di rifiuto prodotto. In particolare, la frazione secca non riciclabile viene determinata in base al numero di svuotamenti del contenitore del secco non riciclabile (servizio ordinario) o del peso (servizio dedicato), conteggiati attraverso il transponder installato sui contenitori; la frazione riciclabile viene determinata in base al volume dei contenitori per le frazioni riciclabili (servizio ordinario) o del peso (servizio dedicato).

Per le utenze domestiche è prevista una riduzione della tariffa, limitatamente alla parte variabile:

- a) del 20% per il recupero della frazione organica con produzione di compost;
- b) del 10% per il recupero della sola frazione vegetale con produzione di compost

- c) 30% per il recupero sia della frazione organica che del vegetale con produzione di compost.

Le riduzioni della tariffa sopra riportate sono applicate su specifica richiesta da parte dei soggetti interessati.

**Con il porta a porta il costo della tariffa è diminuito ed è cresciuta l'occupazione.**

Dal 2001 nei Comuni consorziati è stato avviato il metodo di raccolta "porta a porta". Alle utenze sono stati distribuiti i contenitori per la raccolta differenziata.

Ogni contenitore della frazione residua è dotato di un codice contenitore (numero di matricola) come targhetta visibile e di un codice transponder elettromagnetico passivo che individua univocamente a livello mondiale il contenitore. I trasponder, alloggiati sul contenitore in posizione opportuna, emettono un segnale che viene letto automaticamente ad ogni svuotamento, registrando quindi la data e l'ora del conferimento e assegnando la produzione di rifiuto allo specifico utente.

Eventuali problemi riscontrati dall'operatore durante il servizio di raccolta vengono segnalati utilizzando adesivi appositamente realizzati, che permettono all'utenza di ricevere un'informazione tempestiva e mirata, in grado di ottenere l'eventuale modifica di comportamenti errati.

Cosa viene raccolto	Contenitore utenze domestiche	Frequenza	Destinazione
Organico	sacchetti biodegradabili forniti all'ecosportello da inserire in bidoncini marroni o rossi da 22 l + secchiello sottolavello	2 volte alla settimana	Impianto di compostaggio di qualità
RU	contenitori verdi da 120 l	1 volta alla settimana	Impianto di produzione CDR – Spresiano
Carta	bidoncini gialli da 50 l	1 volta ogni 15 giorni	Piattaforme utela poi cartiera
Plastica	contenitore blu da 120 l	1 volta ogni 15 giorni	Piattaforme Corepla, Cial, Cna, Coreve poi impianti
Vetro			

Alluminio			che riciclano
Metalli			
Verde	sacchi bianchi	1 volta alla settimana max 3 sacchi da Marzo a Dicembre	Impianto di compostaggio di qualità

**Tabella 11** – RD frequenza di riferimento per lo svuotamento dei contenitori e destinazione delle frazioni (PRIULA).

Per le utenze non domestiche vengono consegnati contenitori a volumetria opportuna.

I materiali poliaccoppiati non separabili vengono conferiti nel rifiuto secco non riciclabile.

I contenitori per la raccolta specifica di pile, batterie e farmaci scaduti sono posizionati rispettivamente presso i rivenditori e ambulatori, distretti sanitari, farmacie.

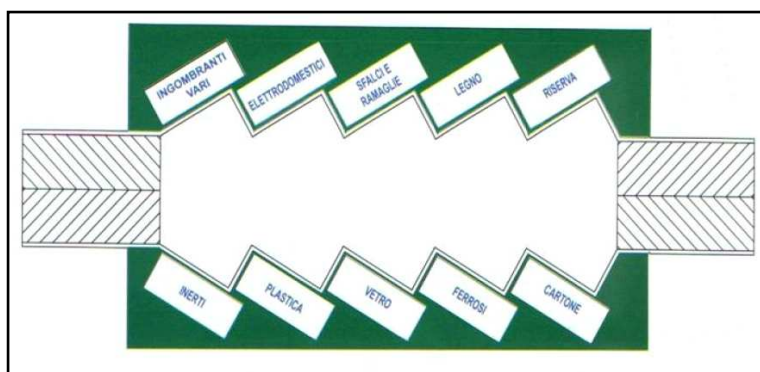
Oltre alla raccolta “porta a porta” sono stati realizzati centri per la raccolta differenziata, di seguito denominati Ce.R.D., dotati di appositi contenitori in cui è possibile conferire:

Carta e cartone	Legno
Vetro	Pile
Imballaggi in plastica	Medicinali
Sfalci e ramaglie	Accumulatori al Pb (domestici)
Metallo	Olio minerale (domestici)
Beni durevoli (domestici)	Olio vegetale
Ingombranti (domestici)	Lampade a scarica (domestici)
Inerti (domestici)	Contenitori T/F (domestici)
Pneumatici (domestici)	

**Tabella 12** – Ce.R.D. rifiuti raccolti (PRIULA).

Sono attivi 22 Ce.R.D. (dato riferito a Marzo 2007) dislocati sul territorio consortile, ciascuno dei quali presidiato da personale addetto alla vigilanza, specificatamente preparato per il controllo dei conferimenti nel rispetto delle norme previste dal Regolamento Consortile. Tutte le utenze domestiche dei

Comuni consorziati possono accedere gratuitamente e indistintamente ad ogni centro di raccolta, inoltre vi possono eccedere a pagamento i cittadini non residenti e le aziende in possesso di una specifica autorizzazione rilasciata all'Ecosportello.



**Figura 14** – Struttura del Ce.R.D. (PRIULA).

Come confermano i grafici allegati con il ricorso al porta a porta i cittadini pagano una tariffa più leggera grazie ad un ricorso allo smaltimento sempre minore che nel 2007 faceva registrare 89 kg/anno pro capite. Tale forte riduzione degli smaltimenti ha consentito di coprire i maggiori costi di raccolta e di occupare 70 nuovi addetti.

Di seguito si riporta l'andamento negli ultimi anni dei valori medi per famiglia della tariffa domestica netta, cioè non comprensiva dell'IVA 10% e del Tributo Provinciale 3%.

<b>Tariffa media domestica</b>		
<b>Anno</b>	<b>€/famiglia</b>	<b>% aumento rispetto anno precedente</b>
2006	141,67	0,62%
2005	140,80	3,66%
2004	135,83	-1,52%
2003	137,92	6,67%
2002	129,29	-5,96%
2001	137,48	

**Tabella 13** – Valori della tariffa media domestica  
anni 2001-2006 (PRIULA).

I dirigenti del Consorzio, infine, ci hanno riferito che nell'ambito della revisione della pianificazione della gestione dei rifiuti della Provincia di Treviso erano in corso delle sperimentazioni e delle visite per verificare la possibilità di non ricorrere (in provincia ma anche fuori provincia) ad impianti di incenerimento per lo smaltimento della frazione residua.

- *Criteria di assimilazione dei rifiuti speciali non pericolosi ai rifiuti urbani*

Criteria della qualità

Assimilazione di tutti i rifiuti non pericolosi derivanti da utenze non domestiche individuati da uno specifico Codice Europeo del Rifiuto (C.E.R.)

Criteria della quantità

Frazione omogenea di rifiuto	quantità (Kg./anno)	Frequenza vuotamento contenitori/anno
Frazione secca residua	12.000	cassone scarrabile da 25 mc.: 12
		benna da 5 mc.: 52
		cassonetti carrellati: 156
Carta e cartone	40.000	cassone scarrabile da 25 mc.: 24
		benna da 5 mc.: 52
		cassonetti carrellati: 104
		a mano: 2 mc./settimana fino ad un massimo di 3 mc.
Metalli non contaminati	100.000	cassone scarrabile da 25 mc.: 24
Rifiuti ingombranti non pericolosi	N° 2 pezzi	
Vetro	100.000	cassone scarrabile da 25 mc.: 24
		cassonetti carrellati (max 360 lt.): 260
Vetro plastica lattine	100.000	cassone scarrabile da 25 mc.: 24
		cassonetto carrellato: 156
Rifiuti organici	50.000	cassone scarrabile da 25 mc.: 12
		benna da 5 mc.: 52
		cassonetti carrellati: 1050
Rifiuti vegetali	50.000	cassone scarrabile da 25 mc.: 24
		benna da 5 mc.: 52
		cassonetti carrellati: 1050

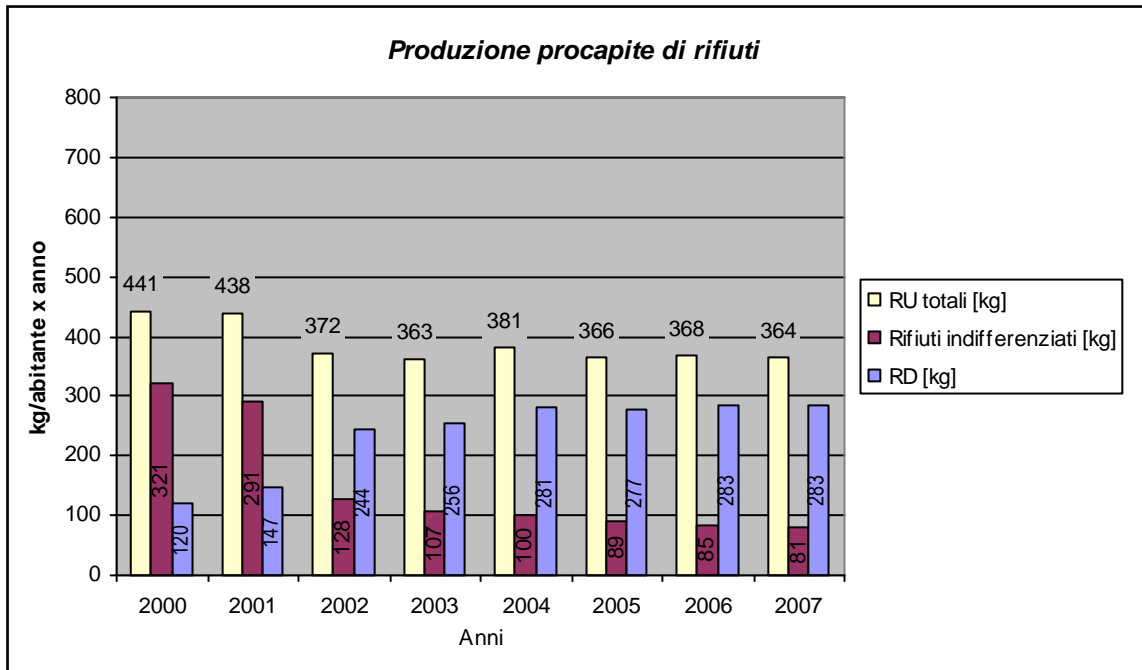
Assimilazione di tutti i rifiuti non pericolosi derivanti da utenze non domestiche la cui produzione di rifiuti non superi le quantità e frequenze massime annue fissate. **Figura 15 – Quantità e frequenze massime di frazione omogenea di rifiuto Anno 2006 (PRIULA).**

- Andamento raccolta differenziata

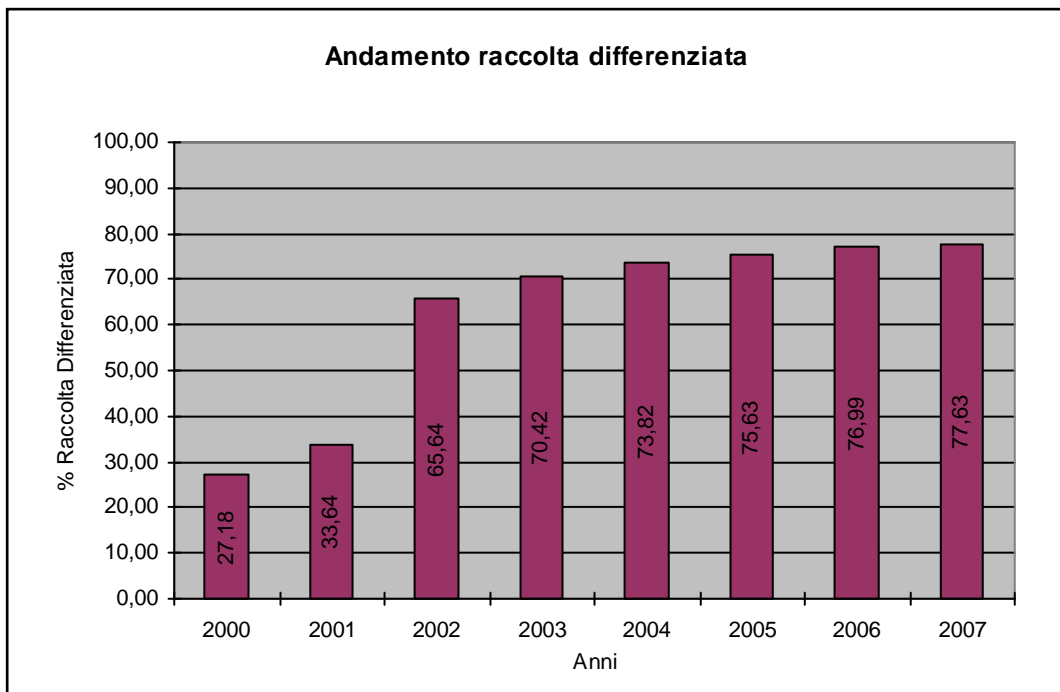
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
N° abitanti	-	-	201.576	205.442	214.896	219.233	223.548	227.715
Produzione pro-capite di rifiuti Kg/(ab*anno) [kg]	440	438	372	363	380	366	368	364
Rifiuto non riciclabile pro-capite kg/abitante [kg]	321	291	128	107	100	89	85	81
Rifiuti riciclati pro-capite Kg/abitante [kg]	120	147	244	256	281	277	283	283
%RD	27,18%	33,64%	65,64%	70,01%	73,82%	75,63%	76,99%	77,63%

**Tabella 14 – Andamento RD Anni 2000-2007 (PRIULA).**





**Figura 16** – Produzione di rifiuti per abitante Anni 2000-2007 (PRIULA).



**Figura 17** – Andamento raccolta differenziata Anni 2000-2007 (PRIULA).

I grafici sopra riportati mostrano la produzione per abitante dei rifiuti e l'andamento della raccolta differenziata all'interno del Consorzio PRIULA negli ultimi anni.

Il confronto degli indici assoluti tra l'anno 2000 e l'anno 2007 evidenzia i seguenti risultati:

- diminuzione della produzione totale di rifiuto: da 440 kg/abitante a 364 kg/abitante (-76 kg/abitante);
- diminuzione della produzione pro-capite annua di rifiuto secco residuo: da 321 kg/abitante a 81 kg/abitante (-240 kg/abitante);
- aumento della raccolta differenziata: da 27% a 78% (+51%).

- Criticità/Commenti

<b>Numero di abitanti</b>	<b>Comuni</b>	<b>Valore medio RD (2007)</b>
0 – 5.000	5	79,72%
5.000 – 10.000	7	78,14%
10.000 – 25.000	12	77,43%
25.000 – 50.000	-	-
50.000 – 100.000	-	-
> 100.000	-	-
<b>Valore medio consortile</b>		<b>77,63%</b>

**Tabella 15** – Suddivisione dei Comuni per numero di abitanti e valore medio della raccolta differenziata (PRIULA).

### **Centro Riciclo Vedelago**

Nel pomeriggio la Commissione si è recata a visitare l'impianto di Vedelago dove è stata ricevuta dalla titolare Carla Poli. Tale impianto rappresenta una "piattaforma" convenzionata con il CO.RE.PLA. per le plastiche, con CNA per i metalli ferrosi, con CO.RE.VE. per il vetro, con CIAL per l'alluminio e con RILEGNO per il legno e CO.MIE.CO. per la carta. Tratta circa 30.000 tonnellate/anno con una potenzialità di circa 35.000 tonnellate. L'impianto riceve il "multimateriale" raccolto in modo differenziato dai Comuni della Provincia di Treviso e di altre province venete (Vicenza e Belluno) ed altri rifiuti speciali da aziende fuori dalla "privativa" comunale. Il bacino di riferimento rappresenta un'area di 800.000 abitanti. Mentre per quanto riguarda la selezione del multimateriale il modulo impiantistico contempla un sistema di recupero automatico-manuale in grado di selezionare e separare i diversi flussi di materiali (vetro, plastica, metalli, ma anche legno e carta) l'interesse maggiore è rappresentato dal ciclo di lavorazione delle plastiche a più difficile riciclaggio derivanti da alcuni flussi contenuti nel multimateriale e da rifiuti speciali. In particolar modo, mentre le plastiche di "pregio" (PET, HDPE, PE, ecc.) sono separate e rese pronte per il riciclaggio (così come gli altri materiali descritti), le plastiche "eterogenee", quali gli "shoppers", le pellicole e certe tipologie di vaschette tradizionalmente ritenute di difficile riciclaggio, vengono inviate d un ciclo di lavorazione alla conclusione del quale viene prodotto un granulato sintetico che viene impiegato in edilizia. Il processo è caratterizzato da una fase di "sminuzzamento" dei materiali eterogenei e poi di "estrofusione" a circa 140°C di temperatura. Il risultato è una sorta di "sabbia" che ai sensi della norma UNIPLAST 10667/14 viene utilizzata per "plastificazione e addensamento". Oltre che per produrre oggetti plastici quali tavoli, pallets, rilevati stradali e segnaletica ed accessori automobilistici, tale prodotto derivante dal processo descritto viene impiegato nella sostituzione della sabbia nei calcestruzzi, per alleggerimenti nelle malte cementizie e per "legante" nei manufatti in cemento. **Nota: ulteriore**

**interesse di questo ciclo di lavorazione è l'alta "tolleranza" di materiali impropri estranei alle plastiche (vetro sminuzzato, materiali cellulosici, limitata presenza di frazioni organiche, inerti ecc.) che può raggiungere fino al 30% dei materiali inviati ad "estrofusione".**

Come recentemente accreditato anche da un articolo pubblicato sul supplemento del quotidiano "Sole 24 ore" del 15 Maggio 2008 denominato "Energia e ambiente", che descrive l'impianto visitato dalla nostra Commissione come un "esempio" di "riciclaggio totale" in effetti, il "modello impiantistico" appare in grado di dare una risposta pienamente soddisfacente a tutta la filiera delle plastiche, comprese quelle a più problematico riciclaggio. Seppure con la necessità di ulteriori approfondimenti tale impianto sembra offrire una risposta alternativa su base industriale ed imprenditoriale all'invio ad incenerimento con recupero di energia delle plastiche. A riprova di ciò, la titolare ci ha confermato che per effetto di questo trattamento le quantità di plastiche inviate ad incenerimento non superano il 2,5% dei materiali in ingresso.

**Nota : questa capacità di recupero delle plastiche di più problematico riciclaggio può essere utilizzata per il recupero dei materiali plastici provenienti anche dalla selezione degli impianti di Trattamento meccanico- biologico.\*\*                      \*\***

### ***Indicazioni su buone pratiche applicabili all'Area Fiorentina***

Su scala regionale, pur non avendo ancora codificato in un provvedimento legislativo l'aggiornamento degli obiettivi previsti dalla LR 25/98, la Regione ha fissato dei target di riduzione dei rifiuti e di raccolta differenziata. Più in particolare:

- nel PRS (Piano Regionale di Sviluppo) approvato dal Consiglio Regionale è stato stabilito l'obiettivo di ridurre del 15% i rifiuti entro il 2010 (assumendo come riferimento la produzione dei rifiuti del 2006);

- per la raccolta differenziata è stato stabilito di raggiungere almeno il 55% nel 2010 ed in coerenza con la normativa nazionale il 65% nel 2012.

Su scala nazionale la normativa vigente che ha aggiornato il DLGS 152/06 attraverso il “secondo correttivo” del 16 gennaio 2008 prevede che al 2012 gli ATO debbano far registrare almeno il 65% di RD raggiungendo già alla fine del 2008 almeno il 45% (art. 205). A conferma che questi obiettivi devono essere perseguiti, con impegno su scala amministrativa, al comma 3 del suddetto articolo si prevede che gli ATO e di conseguenza i Comuni inadempienti nel raggiungimento di questi obiettivi di legge debbano corrispondere una addizionale del 20% per i conferimenti in discarica. Inoltre con l'articolo 179 (comma 2) si stabilisce che “...*le misure dirette al recupero dei rifiuti mediante riutilizzo, riciclo, o ogni altra azione diretta ad ottenere da essi materia prima secondaria sono adottate con priorità rispetto all'uso dei rifiuti come fonte di energia*”.

### ***Cifre ed interventi per uno scenario avanzato di gestione dei rifiuti per la provincia di Firenze***

Assumendo per il contesto fiorentino gli indirizzi e gli obiettivi di cui sopra ed i risultati ottenuti dalle aree che stanno attuando il sistema delle “buone pratiche” si prevede un tempo per la loro graduale attuazione di 3 anni a partire dal 2009. Si propongono quattro azioni mirate:

1. prevenzione – riduzione – riuso;
2. passaggio dal sistema di raccolta stradale al sistema “porta a porta”;
3. intervento sui flussi di rifiuto provenienti da circuiti turistici.
4. riorganizzazione del sistema di assimilazione dei rifiuti;

### ***Prevenzione & riduzione***

Per raggiungere gli obiettivi fissati dalla Regione si indicano due modalità di intervento: la **riduzione diretta** con interventi di riduzione degli imballaggi (sistema delle ricariche nella grande distribuzione), di recupero-riutilizzo dei prodotti alimentari in via di scadenza, di promozione della pratica dell'autocompostaggio familiare, di divieto di impiego di stoviglie monouso in feste, sagre e mense pubbliche, di incentivazione nell'uso di contenitori in vetro o comunque riutilizzabili nell'acquisto di bevande e latte (attuazione della cosiddetta "filiera corta") a cui aggiungere almeno **due piattaforme per la riparazione-riuso di beni durevoli e/o di imballaggi**. Tali interventi sono perseguibili attraverso un coinvolgimento organico delle categorie commerciali volto alla formalizzazione di un "accordo di programma" supportato da un tavolo tecnico ed operativo formato anche con la presenza della Provincia, dei Comuni, dell'ATO, dei gestori e delle associazioni dei cittadini.

Da questi interventi, di grande importanza strategica in quanto prefigurano un rapporto più consapevole e responsabile tra produttori, consumatori e spreco ma di non facile valutazione dei "risultati attesi", ci attendiamo cautelativamente circa l' 1% di riduzione. Ciò consentirebbe comunque di concentrarsi sulla necessità di stabilizzare la produzione dei rifiuti invertendo il trend di crescita degli stessi che colloca la Toscana ai vertici della produzione pro-capite in Italia.

### ***Porta a porta***

Nell'immediato, in termini di conseguimento di importanti obiettivi di riduzione, come constatato dalle esperienze oggetto di visita della Commissione, assume, un'interessante rilevanza la **riduzione indiretta** che si ottiene passando da un sistema stradale di raccolta ad un sistema porta a porta inclusivo sia di utenze domestiche che speciali. Dai dati confermati dall'esperienza COVAR, dall'esperienza PRIULA e confermati anche

dall'esperienza di Capannori, emerge una riduzione del monte rifiuti ottenuta quale effetto collaterale della trasformazione del sistema di raccolta pari ad almeno il 14%. In particolar modo se tale sistema viene rinforzato con politiche di puntualizzazione della tariffa applicando il principio *you pay as you throw* i risultati di riduzione preventiva dei rifiuti sono ottenibili in un lasso temporale più contenuto e probabilmente coincidente con l'avvio del sistema porta a porta. Considerando che in Toscana e nell'area fiorentina è avvenuto un processo di assimilazione di molte tipologie di rifiuti commerciali e produttive che non ha posto in essere correttivi in grado di prevenire le patologie che pongono la nostra Regione al vertice dell'aumento dei rifiuti su scala nazionale appare corretto attendersi una significativa riduzione dei rifiuti alla luce della messa in atto delle "buone pratiche".

Si assume un tasso di riduzione del 10% derivante dalla graduale trasformazione del sistema di raccolta dei rifiuti domestici e di quelli provenienti dal circuito degli assimilati.

Il totale di riduzione atteso per il 2012 risulterebbe, pertanto, dell'11%.

Come si può notare esso non raggiunge gli obiettivi fissati dalla Regione Toscana proprio per considerare cifre e trend soggetti ad oscillazioni che richiedono un importante sforzo di innovazione e sono fondate su esperienze effettivamente in corso.

D'altronde lo stesso trend della produzione dei rifiuti fatto registrare dai dati 2008 (forniti da Quadrifoglio per i primi 4 mesi dell'anno ) per la Provincia di Firenze propone una riduzione di circa 1,5% riferito all'anno precedente confermando una fisiologica stabilizzazione al ribasso degli scarti che sembra già in corso.

### ***Rifiuti dal circuito turistico***

Se a tutto ciò aggiungiamo iniziative volte a fronteggiare e a governare la produzione dei rifiuti derivante dai flussi turistici (analizzandone picchi, provenienze e "soluzioni") l'obiettivo di riduzione posto a riferimento potrebbe essere più facilmente raggiunto. Interventi possibili sono:

- offrire ai turisti già dal momento del loro arrivo istruzioni e modi (distribuendo borse riutilizzabili e/o riciclabili) per separare i propri rifiuti;
- campagne di riduzione dei rifiuti nelle strutture ricettive attraverso la limitazione del “monouso” fornito ai clienti. Da notare che questo pacchetto di interventi potrebbe avere tra i suoi risultati collaterali anche quello di qualificare l’immagine turistica della città non dimenticando che una città pulita ed attenta al recupero dei materiali “guadagna punti” anche nella propria promozione.

### ***Criteria di assimilazione***

Per quanto riguarda l’assimilabilità che in Toscana ha trovato ampia applicazione facendo convogliare in un unico circuito di raccolta i rifiuti urbani provenienti dalle utenze domestiche e rifiuti commerciali e parte dei rifiuti di provenienza produttiva ricordiamo che la normativa prevede uno stop alle “assimilazioni selvagge” definendo nuovi criteri di attuazione che però rimandano ad un successivo provvedimento legislativo (articolo 195 del DLGS 152/06). In questo contesto ci limitiamo a sottolineare la necessità di separare i flussi e **indebolire progressivamente l’ assimilazione**. Essa, deve comunque essere inquadrata entro un circuito di raccolta porta a porta fornito alle aziende ed alle imprese incluse quelle commerciali. Stante l’attuale alta quota di rifiuti pro capite prodotta in Toscana e nell’area fiorentina dovuta sicuramente in parte ai “conferimenti impropri” diretta conseguenza delle modalità di assimilazione fin qui perseguite sarebbe lecito attendersi addirittura una quota percentuale di riduzione dei rifiuti superiore rispetto a situazioni con quantitativi di rifiuti prodotti ben inferiori alla “tipicità” toscana che sono state oggetto delle nostre visite.

In valore assoluto, considerando una produzione di rifiuti della provincia di Firenze di 550.000 ton/anno, le politiche di riduzione dovrebbero comportare una minore produzione di circa 60.000 ton/anno.



## ***Gli obiettivi di RD***

### ***Lo scenario di riferimento***

Dai sistemi maturi di RD dai noi visitati si ricava che è ragionevole attendersi il raggiungimento degli obiettivi fissati dalla normativa in caso di completa e diffusa applicazione del sistema di raccolta porta a porta.

Già dai dati del 2008 si registrano alcune buone performance di RD in Comuni della Piana con un picco di “resa” di circa il 49% nel Comune di Sesto Fiorentino e con una media di RD nell’area Quadrifoglio (inclusiva del Comune capoluogo) del 38%. Pertanto assumendo un “range” di RD oscillante tra il 60-65% (che presuppone un incremento di RD al 2012 di circa il 27%) da cadenzare in un + 10% nel 2009, + 10% nel 2010, + 7% nel 2011-2012 avremmo un residuo di circa 170.000 ton/a, a cui sommare circa un 4% di scarti derivanti dalla selezione-trattamento delle matrici intercettate con la RD per un totale di circa **181.000 ton/anno** da inviare alle fasi successive di trattamento e prima dello smaltimento.

Questo dato da considerare quale riferimento fonda il fabbisogno impiantistico di trattamento finale: tale trattamento deve essere in grado di modularsi sulla gradualità temporale per il raggiungimento degli obiettivi di riduzione e non deve presentare rigidità e sovradimensionamenti che costituirebbero elementi di competizione con le fasi di messa a sistema delle buone pratiche.

Naturalmente per raggiungere il valore medio di RD “atteso” del 63% occorre disaggregare gli obiettivi differenziandoli tra la città capoluogo, il resto della Piana e della Provincia. Mentre, infatti, per gli stessi Comuni della piana che pur hanno un’alta produzione di rifiuti è lecito attendersi una resa di RD (quale conseguenza di un generalizzato passaggio ad un sistema di raccolta porta a porta) pari ed anche oltre il 65% per il Comune capoluogo occorre prevedere una marcia più lenta di avvicinamento ad un complessivo 60% (che dovrebbe essere raggiunto in tre anni e mezzo considerando un

tasso percentuale annuale medio di RD pari all'8% e visto che Firenze è attualmente al 36% di RD). Da rilevare che, anche a livello nazionale, allo stato attuale, mancano esperienze eclatanti di RD in "aree metropolitane" paragonabili a Firenze capoluogo. Questo aspetto non deve essere sottovalutato ma costituisce comunque elementi di sfida connesso con una scelta di innovazione. A supporto di quanto sostenuto si rammentano i dati pubblicati dall'OSSERVATORIO NAZIONALE RIFIUTI che nel REPORT 2007 relativo allo "stato della gestione dei rifiuti in Italia individua 11 Province italiane che hanno superato il 50% di RD.

### ***Lo scenario prudenziale***

Alla luce delle cifre di cui sopra occorre prevedere anche uno scenario che seppure caratterizzato dalla innovazione continua a mantenere "elementi inerziali" legati ad una più lenta attuazione del passaggio dal sistema di raccolta stradale a quello porta a porta. Anch'esso, comunque, perseguirà la stabilizzazione-riduzione della mole dei rifiuti presupponendo però di non superare una riduzione superiore al 5%. Per quanto riguarda le percentuali di RD si prevede che al 2012 esse raggiungano il 55% considerando un aumento graduale della percentuale di RD quale effetto di un graduale ma crescente passaggio al porta a porta. Alla luce di tali previsioni si andrebbe a prevedere , come peggiore ipotesi , una quota residuale da avviare a trattamento del residuo post RD , e prima dello smaltimento, di circa **290.000 ton/anno**.

### ***Le criticità***

Appare evidente che in questo quadro la prima necessità per la quale lavorare è garantire uno sbocco costante a quantitativi crescenti di materiali provenienti dalle raccolte differenziate a prevalenza porta a porta.

Particolare attenzione va posta sulla necessità di disporre di adeguati impianti di valorizzazione della frazione organica raccolta separatamente per

far fronte ai crescenti quantitativi di organico reso disponibile, nella consapevolezza che il compostaggio non può rappresentare l'unica alternativa di trattamento. Allo stato attuale la "infrastrutturazione" disponibile appare insufficiente al fabbisogno e la stessa esperienza positiva della REVET necessita di ulteriore espansione e riqualificazione. Appare □ dunque importante, per dare sbocco di mercato ai materiali riciclati applicare, da parte degli enti pubblici, il "green procurement" ed in particolare gli "acquisti verdi" che oltre a qualificare le attività degli enti può fare anche da "apripista" per l'affermazione di un mercato del riciclaggio.

Naturalmente occorre fare i conti con grande precisione anche sulla evoluzione dei costi economici alla luce delle innovazioni introdotte che fanno gravare sulla "raccolta" le maggiori spese che a determinate condizioni di "resa" delle RD (oltre il 50-55%) possono essere compensate dalle "minori spese di smaltimento". La stessa necessità di "riconvertire" le "priorità aziendali" dai sistemi di raccolta basati sui mezzi compattatori ad uno basato su piccoli mezzi può costituire una "criticità" con cui dover fare i conti.

## **5. *Lo screening del residuo***

Prevedere gli esiti dei quantitativi dei rifiuti residui non risulta solo funzionale a dimensionare il fabbisogno impiantistico finale ma anche a monitorare le caratteristiche merceologiche dei rifiuti residui al fine di poter organizzare dalla "fine del ciclo" ulteriori interventi per ridurre alla fonte quei rifiuti che continuano a "rimanere sullo stomaco" del sistema di gestione degli scarti. In questo contesto il sistema impiantistico di trattamento e smaltimento del residuo non deve essere solo finalizzato a recuperare quanto ancora recuperabile alleggerendo la pressione sulle discariche ma deve costituire anche un collo di bottiglia in grado di indirizzare indirettamente gli stessi processi di progettazione industriale di beni e merci, stimolando così l'assunzione sempre più frequente di forme di valutazione del ciclo di vita dei prodotti.

**5. INDIVIDUAZIONE DEL “FABBISOGNO IMPIANTISTICO” E QUADRO DI SINTESI DEI TRE SCENARI POSSIBILI E TECNOLOGIE IMPIANTISTICHE.**

**Scenari prevedibili**

**Nota:** Gli scenari prevedibili alla luce delle buone pratiche constatate risultano i seguenti:

**A) SCENARIO DERIVANTE DAL COMPLETO RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI NORMATIVI NAZIONALI E REGIONALI.**

TOTALE RIFIUTI DI RIFERIMENTO PROVINCIALE 550.000 Tonnellate/anno

-15% DI RIDUZIONE ENTRO IL 2010

65% DI RACCOLTA DIFFERENZIATA ENTRO IL 2012

RIFIUTI RESIDUI A TRATTAMENTO (intero ATO 6)

164'325 tonnellate/anno; 550 tonnellate/giorno;

**RIFIUTI RESIDUI A TRATTAMENTO (area Comuni “Quadrifoglio”)**

**105.910 tonnellate/anno ; 323 tonnellate/giorno**

**B) SCENARIO “INTERMEDIO” O DI RIFERIMENTO**

-11% DI RIDUZIONE

63% DI RACCOLTA DIFFERENZIATA

RIFIUTI RESIDUI A TRATTAMENTO (intero ATO 6)

182.768 tonnellate/anno; 560 tonnellate/giorno

**RIFIUTI RESIDUI A TRATTAMENTO (area Comuni “Quadrifoglio”)**

**117.231 tonnellate/anno; 360 tonnellate/giorno**

**C) SCENARIO “PRUDENZIALE”**

-5% DI RIDUZIONE

60% DI RACCOLTA DIFFERENZIATA

RIFIUTI RESIDUI A TRATTAMENTO (intero ATO 6)

209.000 tonnellate/anno; 660 tonnellate/giorno

**RIFIUTI RESIDUI A TRATTAMENTO (area Comuni “Quadrifoglio”)**

### **135.280 tonnellate/anno; 412 tonnellate/giorno**

Alla luce di tutti gli scenari di cui sopra, il “fabbisogno di trattamento termico” previsto dal Piano industriale (nuovo inceneritore di “Case Passerini”- 137.000 tonnellate/anno; inceneritore della Rufina- 64.000 tonnellate/anno; inceneritore di Greve in Chianti- 70.000 tonnellate/anno) che ammonta ad un totale di 271.000 tonnellate/anno risulta sovrastimato da un minimo del 23% ad un massimo del 40% anche considerando che tutto il rifiuto residuo (al netto delle RD e della riduzione) con l’inclusione della frazione organica, del vetro e dei metalli vada ad incenerimento.

Vanno dunque ridefinite le “migliori pratiche impiantistiche” correlate e complementari alla attuazione delle “buone pratiche” di Riduzione –Riuso - RD di cui riferito ed efficaci per ridurre drasticamente i “fabbisogni di scarica”. Indipendentemente dalle valutazioni che seguiranno circa questo aspetto, appare dato macroscopico che la previsione di trattamento termico , di circa il 50% del totale dei rifiuti prodotti nell’ato 6, si pone in oggettiva alternativa alla attuazione degli stessi obiettivi di legge. Questo aspetto è ancora più evidente a considerare che il Piano Industriale prevede un trattamento del rifiuto preliminare all’incenerimento, attraverso gli impianti di produzione di CDR di Case Passerini e di Podere Rota con la conseguente perdita di processo in peso e volume.

In particolare, per quanto riguarda l’impianto previsto nella Piana Fiorentina si basa sulla tecnologia del forno a griglia, con sistema di raffreddamento che potrà essere a aria o ad acqua. Il dimensionamento dell’impianto effettuato su un carico termico di 55.000.000 di kcal/ora, corrispondenti all’ipotesi di trattamento di circa 101.757 t/a di sovrillo secco dalla selezione del rifiuto urbano indifferenziato. I residui della combustione dei rifiuti, come stimati dal piano industriale di ATO 6, sarebbero pari a:

scorie: 30.100 t/a (22% del rifiuto in ingresso), ceneri/polveri 3.400 t/a (2,5% del rifiuto in ingresso).

**Nota: i dati sui residui delle combustione, contrastano con quanto emerge dalla “sintesi non tecnica “ a cura di AER , del gennaio 2006 predisposta per l’impianto di incenerimento previsto a Selvapiana (Cipressi) , anch’esso a griglia, in cui si prevede un ammontare di scorie, ceneri, polveri e prodotti della depurazione dei fumi pari al 38,8% del rifiuto in ingresso (al netto del peso dei fumi emessi).**

#### **Caratteristiche generali dell’impianto alternativo**

L’impianto alternativo dovrà assicurare una capacità di trattamento posta in relazione agli scenari di cui sopra, prudenzialmente aumentata di circa il 10%rispetto allo stesso scenario più sfavorevole al fine di evitare che il raggiungimento graduale degli obiettivi possa causare una “crisi del sistema”. Nell’ipotesi *necessaria* di incremento delle raccolte differenziate oltre gli obiettivi stabiliti, l’impianto dovrà garantire una flessibilità gestionale che consenta l’esercizio, a costi compatibili con la tariffa, anche in caso di riduzione significativa del “residuo” da trattare. L’impianto dovrà quindi, funzionare in modo complementare dimostrandosi funzionale a trattare sia le frazioni derivanti da RD, sia quelle decrescenti di “residuo”. Infine, ma non certo per importanza, dovrà produrre pressioni sui comparti ambientali inferiori a quelle dell’inceneritore e conseguire possibilmente prestazioni migliori ( sia per quantità che per qualità) nel limitare il ricorso alla discarica..

L’impianto di trattamento alternativo si deve configurare, in sostanza, come elemento finale della filiera della gestione del RU ed accogliere solo la frazione residuale dalle RD ed i flussi di speciali previsti con l’obiettivo di passare da una impostazione del sistema di tipo “*impiantocentrica*” ad una

nella quale l'impianto rappresenta un service necessario, ma interno ed integrato con le logiche e gli obiettivi delle raccolte differenziate.

### ***TMB – trattamento meccanico e biologico***

Il trattamento meccanico-biologico ***assunto a riferimento*** (TMB) è una tecnologia di trattamento a freddo dei RSU basata su operazioni di tipo meccanico-biologico di tipo aerobico ed anaerobico non ***finalizzata alla produzione di cdr***. La prima fase di trattamento consiste nella separazione secco (sopravaglio) ed umido (sottovaglio). Il secco viene avviato alle linee di trattamento meccanico che possono essere state progettate per produrre CDR (combustibile derivato dai rifiuti), oppure (***come nei casi visitati***) per separare in maniera più o meno spinta le frazioni potenzialmente recuperabili come materia (carta, plastica, vetro, metalli). L'umido, in genere, è avviato ad una fase di trattamento biologico di tipo aerobico (biostabilizzazione, compostaggio); di tipo anaerobico (produzione di biogas con ricca percentuale di metano); misto (anaerobico più aerobico).

### ***Selezione meccanica***

Generalmente vengono utilizzati rompisacco, nastri trasportatori, separatori magnetici, separatori galvanici a corrente parassita, vagli a tamburo, separatori balistici, separatori ad aria compressa, lettori ottici etc. Nel caso degli impianti visitati non vengono mai svolte preventive operazioni di triturazione.

Gli impianti TMB realizzati in Italia hanno prevalentemente la funzione di produrre CDR destinato ad impianti di incenerimento o cementifici e risultano, quindi interni alla "filiera dell'incenerimento". Gli impianti da noi assunti a riferimento sono invece finalizzati ad "estrarre" ancora materiali dal flusso dei rifiuti ed energia dalla sola parte biodegradabile attraverso processi anaerobici.

### ***Parte biologica***

La digestione anaerobica provoca la scissione biochimica della componente biodegradabile dei rifiuti tramite l'azione di microrganismi in condizione di anaerobiosi. Vengono prodotti biogas utilizzabili quale combustibile e un digestato solido.

Il compostaggio implica invece il trattamento della componente organica con microrganismi aerobici. In queste condizioni ossidative si ha formazione di anidride carbonica e compost. Utilizzando il solo compostaggio aerobico quindi non si ha il vantaggio di produrre energia (fonte rinnovabile) dalla frazione biodegradabile dei rifiuti.

### ***Impianto TMB di TUDELA***

L'impianto visionato è quello di Tudela, in Navarra, Spagna.

La visita si è svolta il 18 e 19 febbraio 2008.

Si tratta di un impianto che tratta circa 50.000 t/a di RSU a valle di una modesta raccolta differenziata (18%).

Di seguito si riporta una descrizione delle linee di trattamento.

#### 1) ricezione

vengono eseguiti i controlli di rito in ingresso all'impianto necessari per l'accettazione del rifiuto da smaltire

#### 2) scarico

il rifiuto viene scaricato all'interno di un capannone tamponato e posto in leggera depressione;

#### 3) alimentazione impianto



il rifiuto viene caricato con mezzo d'opera nella tramoggia di un rompisacco a basso numero di giri. Sul nastro trasportatore di alimentazione del vaglio è installato un primo separatore magnetico.

#### 4) Vagliatura

Dalla vagliatura vengono separati – attraverso un tamburo rotante con fori da 80 mm - due flussi : il sopravaglio (secco) ed il sottovaglio (umido). Il sopravaglio viene avviato alla linea di selezione e trattamento meccanico, il sottovaglio alla linea di biometanizzazione.

#### ***Linea trattamento MECCANICO***

Il sopravaglio (materiali cartacei, plastiche, vetro, metalli etc) rappresenta il 44% (22.000 t) del rifiuto in ingresso.

Il sopravaglio passa attraverso un separatore balistico che quale separa tre frazioni: una leggera costituita da film, carta; una composta da plastiche pesanti, cartone, metalli; ed una frazione fine (passante <50 mm) composta da vetro inerti etc.

La frazione leggera subisce una selezione manuale per il recupero di film plastici e carta non contaminata.

Sulla linea della seconda frazione sono installati un separatore magnetico per i metalli e due lettori ottico-elettronici che riconoscono e smistano la plastica densa (HDPE, PET) con degli eiettori pneumatici.

Il quantitativo di materiale secco recuperato è risultato per l'anno 2007 di circa il 3% sul totale trattato.

A seguito di lavori di ammodernamento che sono stati fatti nell'anno in corso il quantitativo recuperato ha un trend del 6%. Da ultimi aggiornamenti forniti dai gestori il recupero del "sopravaglio" si sta assestando intorno al 10% (considerando il totale dei rifiuti in peso).

### ***Linea trattamento BIOLOGICO***

Il sottovaglio viene che viene avviato al linea di biometanizzazione rappresenta il 56% (28.000 t).

Per alimentare con continuità la linea biologica si manda il sottovaglio in un serbatoio polmone da 75 mc.

Dal serbatoio polmone si alimentano attraverso delle coclee due turbodissolutori chiamati Pulper nei quali si aggiunge acqua per portare in sospensione la frazione organica fino al raggiungimento del 93% di umidità. Il Pulper è un contenitore cilindrico nel quale è installato un agitatore che fornisce circa 500 W/mc di potenza per omogeneizzare e sminuzzare la sostanza organica presente nel rifiuto. Dopo circa 30 minuti di permanenza del materiale nel pulper inizia lo scarico a gravità. Il materiale omogeneizzato passa in un vaglio ad umido con forature di 15-30 mm. Il vagliato passa ad un comparto di sedimentazione, mentre il sopravaglio (plastiche, legno , vetri, pietre) viene smaltito in discarica.

Il sedimentatore è a sezione trapezoidale in acciaio INOX dalla capacità di trattamento di 100 mc/h. La miscela attraversando il canale si separa dai materiali più pesanti (sabbie, vetri) che sedimentano sul fondo nonché dai materiali più leggeri (plastiche, cotton fioc, etc) che, grazie anche all'azione di trascinarsi dovuta alla insufflazione di aria dal basso, flottano in superficie. Un rastrello automatico raccoglie il flottato che rappresenta un ulteriore scarto da smaltire in discarica insieme al sedimentato.

Il totale degli scarti del sottovaglio da avviare a smaltimento in discarica è di circa il 10% (2800 t).

La sospensione ripulita dalle impurità viene pompata verso una vasca polmone avente la funzione di garantire una alimentazione continua dei gestori e dunque di avere una produzione regolare di biogas.

Dalla vasca polmone si alimenta dunque il digestore avente la capacità di 5.000 mc e realizzato in acciaio al carbonio opportunamente coibentato.

La temperatura di processo viene mantenuta a circa 34°C in modo da garantire le condizioni mesofile necessarie per l'attività batterica metanogenica.

La miscela viene mantenuta in agitazione attraverso il gorgogliamento di biogas all'interno.

La miscela in ingresso presenta un secco del 7%, mentre quella il fango in uscita presenta un secco del 3% per effetto della trasformazione di parte della sostanza organica in cataboliti finali (acqua, anidride carbonica, metano).

Il fango prodotto dal digestore subisce un trattamento di disidratazione meccanica tramite una centrifuga che porta l'umidità del fango dal 97% al 75÷78%. Il liquido della disidratazione viene utilizzato all'interno del processo ovvero avviato all'impianto di depurazione esistente.

Il fango così disidratato passa ad una fase di stabilizzazione aerobica dove l'ossigeno viene fornito attraverso rivoltamenti con mezzi d'opera.

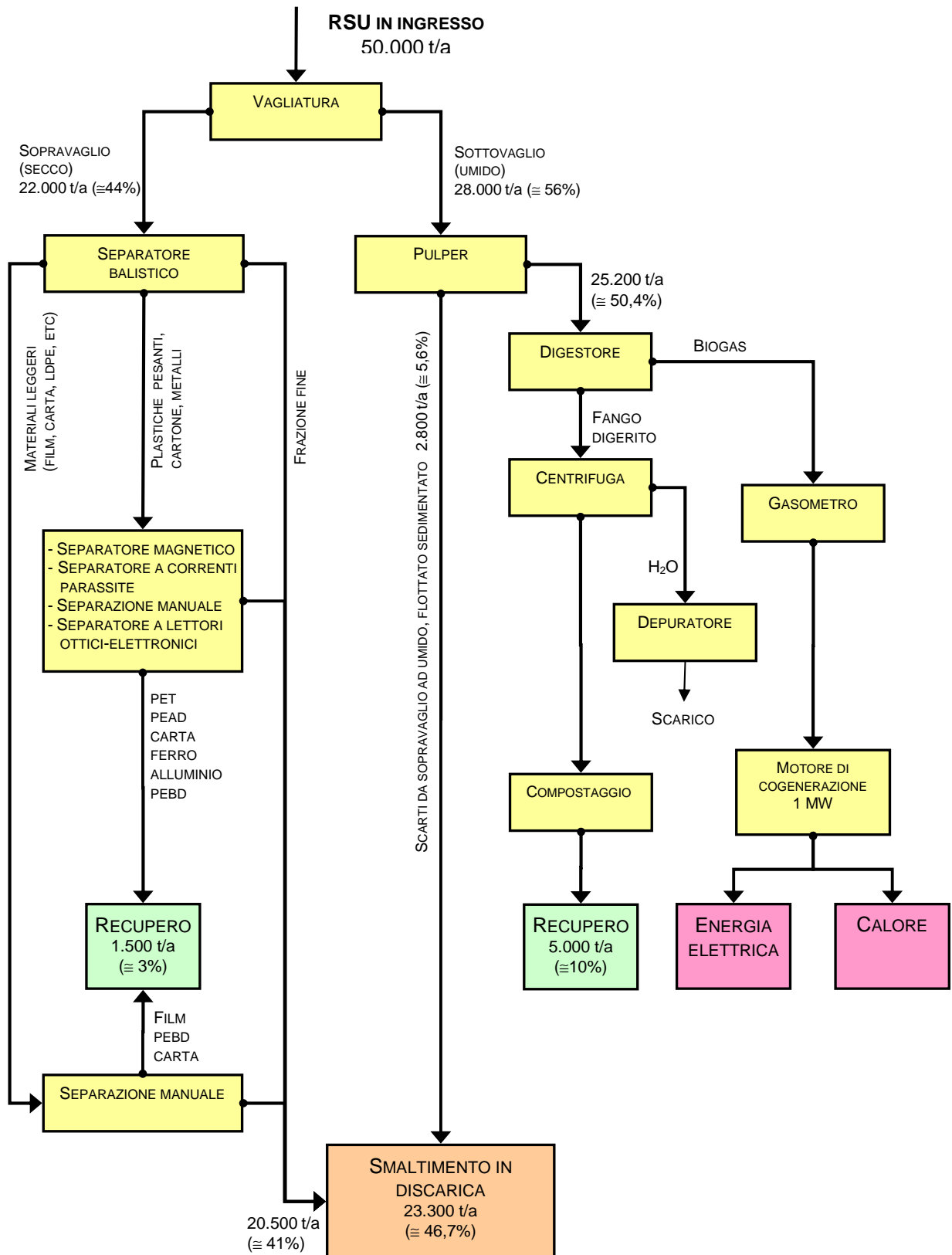
Infine viene vagliato a 10 mm. Il prodotto finale appare scevro da materiali grossolani, vetro, e plastiche. Non presenta cattivo odore. Non è stato possibile visionare una analisi chimica del prodotto. A nostro parere nel processo, per ottenere un compost di qualità con un buon livello di umificazione occorre una sezione di maturazione. Sezione facilmente realizzabile in caso di necessità.

Il quantitativo finale di compost prodotto è di *circa 7000 t*.

Circa il 60% della sostanza organica in ingresso al digestore si trasforma in biogas. (55÷60% di CH<sub>4</sub>) che viene accumulato in un gasometro dove è disponibile per alimentare un motore di cogenerazione di circa 1 MW .

## Bilancio di massa

Di seguito si riporta uno schema del bilancio di massa dell'impianto di Tudela



### *Costi di investimento e di gestione*

L'impianto visitato a Tudela fa parte di un sistema integrato di trattamento meccanico del secco, digestione anaerobica dell'umido con produzione energetica, compostaggio del digestato e smaltimento della frazione secca non recuperabile presso la locale discarica. Come si evince dai paragrafi precedenti l'impianto ha una capacità di trattamento di 50.000 t/a (di cui 28.000 di umido per la sezione di biometanizzazione) e la frazione avviata in discarica risulta pari a poco meno del 47% in peso rispetto al totale conferito (comprendendo anche l'intero flusso di "compost grigio" prodotto).

Assumendo, infine, di recuperare il 10% in peso (rispetto al totale rifiuti in ingresso all'impianto) di frazione secca, il residuo da porre in discarica stabilizzato corrisponderebbe a non più del 44% (cioè il 56% dei "rifiuti residui" a "valle" delle pratiche di riduzione-riuso RD verrebbe ulteriormente sottratto a discarica).

Nello scenario fiorentino che si avrà dopo la raccolta differenziata superiore al 50%, considerando di intercettare buona parte della sostanza organica con il sistema porta a porta, e quindi di averne un quantitativo residuo stimabile attorno al 25%, l'impianto sarà in grado di recuperare un soddisfacente quantitativo di materiale secco, circa il 22% e la parte biodegradabile descritta sopra.

*Si ritiene inoltre che diminuendo la materia organica il rifiuto risulti meno imbrattato, con conseguente migliore funzionamento dei lettori ottici, etc. quindi con un recupero che può essere maggiore, in linea con quanto avviene in altri impianti di questo tipo (vedi UR/3R di Sydney in Australia*

*analogo a quello in costruzione nel Lancashire in Inghilterra, o il sistema Arrow.bio di cui in appresso..*

*Resta inoltre valido quanto affermato sopra sulla possibilità di trattamento della plastica di risulta in un impianto tipo Vedelago.*

#### **VISITA AL TMB DI TEL AVIV**

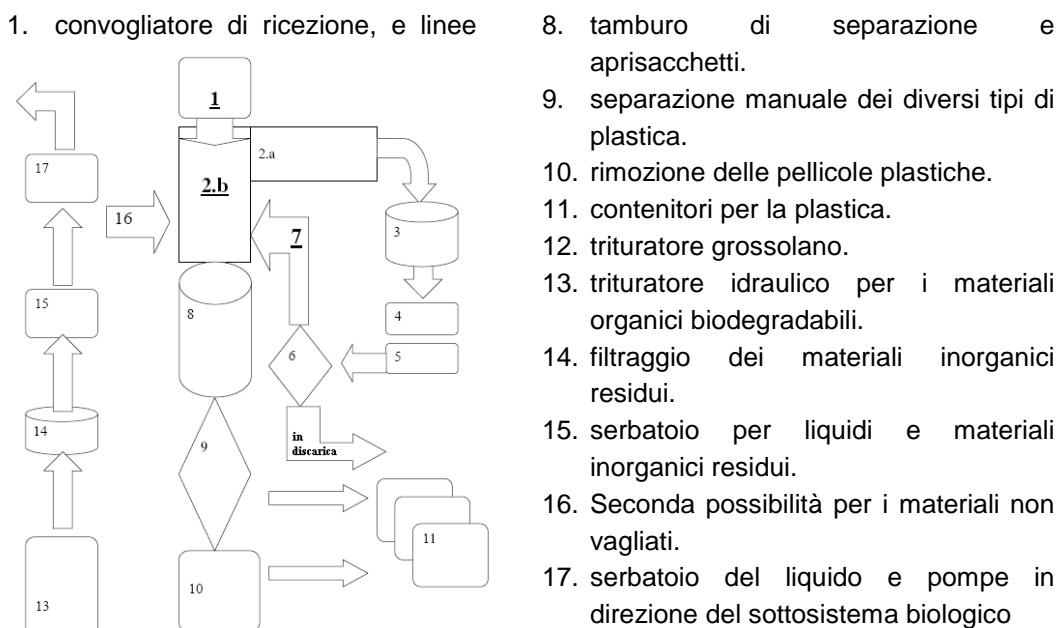
In data 7 luglio si è svolto un sopralluogo all'impianto di trattamento meccanico biologico di Tel Aviv ubicato in fronte di una discarica che ha cessato la propria attività e che risulta in corso di bonifica. L'impianto era in corso di start up poiché le modalità di raddoppio erano ancora sotto verifica. Pertanto l'operatività impiantistica si stava svolgendo solo e parzialmente nella sezione di digestione anaerobica mentre per la parte di selezione dei materiali secchi, oggettivamente la più interessante, abbiamo potuto osservare solo la componentistica che allo stato non era operativa. Per questo, a fine visita, la direzione dell'impianto, a tal proposito, ha assicurato la sua disponibilità ad ospitare una ulteriore visita ad impianto a regime. Comunque sia, dagli incontri tecnici svolti, sia dalle concrete osservazioni fatte sul campo, così come dalle documentazioni consegnate, si è potuto rilevare la modalità operativa dell'impianto, sia le sue caratteristiche e prestazioni .

L'aspetto principale che caratterizza il "PROCESSO ARROW-BIO" è costituito dal processo di separazione dei rifiuti (l'impianto di Tel Aviv lavora praticamente su "rifiuti tal quali") che avviene in acqua sfruttando la diversa densità dei flussi di scarto.

## **DIAGRAMMA DI FLUSSO DEL PROCESSO ARROW BIO**

Sottosistema idromeccanico (impianto per la preparazione e separazione dei materiali riciclabili)

**Figura 18**



1. convogliatore di ricezione, e linee

8. tamburo di separazione e apri-sacchetti.

9. separazione manuale dei diversi tipi di plastica.

10. rimozione delle pellicole plastiche.

11. contenitori per la plastica.

12. tritatore grossolano.

13. tritatore idraulico per i materiali organici biodegradabili.

14. filtraggio dei materiali inorganici residui.

15. serbatoio per liquidi e materiali inorganici residui.

16. Seconda possibilità per i materiali non vagliati.

17. serbatoio del liquido e pompe in direzione del sottosistema biologico

di separazione manuale  
2. vasca di pre-separazione e elementi di scarico.

a. Nastro trasportatore del flusso di materiale pesante.

b. Nastro trasportatore del flusso di materiale leggero.

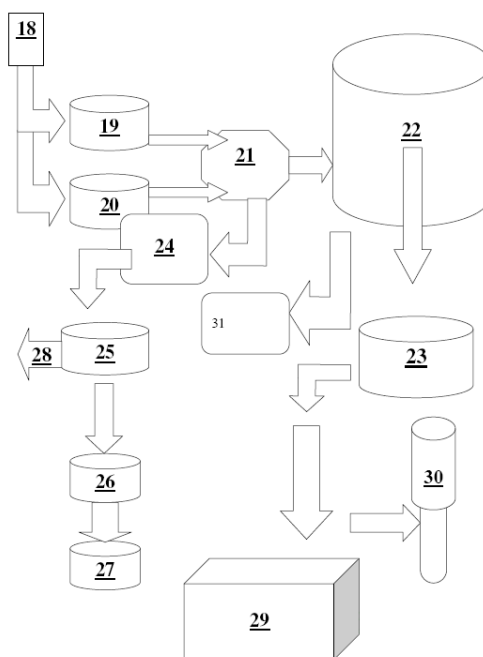
3. tamburo & apri-sacchetti.

4. sistema magnetico.

5. sistema a correnti indotte.

6. vasca secondaria.

7. seconda possibilità per i materiali organici nel flusso pesante.



Sotto-sistemi biologico ed energetico (trasformazione frazione organica in biogas e compost e utilizzo del biogas per la produzione di energia)

- |   |  |
|---|--|
| 18. in arrivo dal sottosistema idromeccanico.         | 25. separatore acqua e serbatoio di bilanciamento      |
| 19. reattore acidogenico n.1.                         | 26. trattamento acqua e serbatoio.                     |
| 20. reattore acidogenico n.2.                         | 27. serbatoio acqua.                                   |
| 21. riscaldatore.                                     | 28. verso il sottosistema idromeccanico.               |
| 22. reattore metanogenico n.1.                        | 29. generatore a biogas.                               |
| 23. reattore metanogenico n.2 e serbatoio del biogas. | 30. torcia.  |
| 24. separatore solidi-liquidi.                        | 31. pressa per la trasformazione dei fanghi in compost |

I rifiuti, (*vedi diagramma di flusso*) senza alcuna preventiva triturazione e successivamente ad un'opera "tranciasacchi", vengono convogliati su dei nastri trasportatori subendo una prima selezione manuale (tale selezione potrebbe essere sostituita da dispositivi a lettura ottica) per recuperare materiali tossici, cartone, plastiche di pregio, items voluminosi. Successivamente vengono inviati ad una cisterna dove a causa del diverso peso specifico vengono separati. Infatti i materiali più leggeri come la plastica galleggiano in superficie, i materiali pesanti come i metalli ed il vetro "precipitano sotto le griglie della cisterna e vengono separati. La sostanza organica (compreso i materiali cartacei) rimanendo in sospensione nel "bagno d'acqua" vengono sottoposti a successiva selezione in un ulteriore stage in cui dopo un recupero delle plastiche "sfuggite" al recupero nella fase precedente, le sostanze biodegradabili vengono inviate all'"idrocruiser" (caratterizzato da una fase di triturazione in presenza di getti di acqua forzata per la rimozione della sostanza organica) e poi alla fase di digestione anaerobica. Infine, mentre la parte organica-biodegradabile segue il suo corso - essendo sottoposta prima ad una breve fase "acidogenica" prima di passare alla fase successiva "metanogenica", con la produzione di un biogas contenente , nel caso specifico dell'impianto di Tel Aviv, un 75% di metano (nell'impianto di Tutela la presenza metanica nel biogas non supera il 60-65%), le plastiche e le "frazioni leggere" vengono sottoposte a vagliatura e di

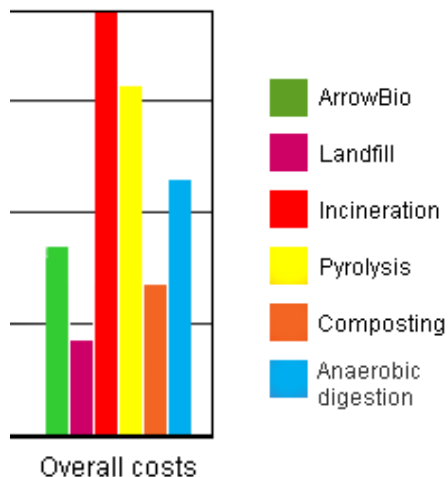


nuovo a selezione manuale. Il risultato di questo processo IDRO-MECCANICO-BIOLOGICO è un'alta capacità di intercettazione e "cattura" dei materiali e di energia contenuti nei "residui". Come si evince dal "bilancio di massa", il "sistema" ha una capacità di recupero del vetro residuo, dei metalli (ferrosi e non ferrosi) e soprattutto delle plastiche che supera il 90%. La sostanza organica e i materiali cartacei (che in parte, specie il cartone, vengono recuperati manualmente e/o meccanicamente ed in parte vengono avviati a digestione anaerobica) vengono sottoposti ad un processo di biometanizzazione dal quale risulta acqua in eccesso (riutilizzata nel processo e infine inviata a depurazione) e un fango disidratato (dopo essere stato sottoposto a vari stages di filtrazione) ricco di componenti cellulose che viene avviato ad usi agronomici. Anche ipotizzando che questo "digestato" , nel contesto della normative nazionali ed europee, non possa essere impiegato in agricoltura, se non per ripiantagioni arboree o ripristini ambientali, o, che debba finire "stabilizzato" in discarica, la sua quantità notevolmente ridotta a causa degli efficaci processi di produzione di biogas, comporta che non più del 40%, del residuo complessivo (plastiche, metalli, oltre a carta e sostanza organica) debba essere conferito in discarica. La sostanza organica trattata, per effetto dei lavaggi, perde buona parte dei metalli che conteneva e si purifica. Esperienze tedesche in proposito dimostrano che anche da frazioni non differenziate di organico, una volta che il "digestato" sia stato sottoposto a fasi di maturazione aerobica consente di ottenere un "prodotto" compatibile con usi agronomici. E' realistico ritenere, per lo meno, che sottoponendo il "digestato" a tale maturazione, esso possa andare a "rivegetazione" di suoli degradati e/o a bonifica di siti inquinati. In questo caso il quantitativo da inviare a discarica si riduce al 25% circa del materiale in ingresso all'impianto, come risulta dal bilancio di massa sotto riportato...

## BILANCIO DI MASSA DELL'IMPIANTO DI TEL AVIV

Waste characteristics		Tons	Tons	
<b>Total</b>		36,000		
	<b>Input %</b>	<b>INPUT</b>	<b>OUTPUT</b>	<b>%</b>
Paper	17.00%	6,120		
Cardboard	8.00%	2,880	2,880	8.00%
Ferrous metals	2.50%	900	855	2.38%
Non ferrous metals	0.50%	180	153	0.43%
Film plastics	7.00%	2,520	2,142	5.95%
Mixed plastics	6.00%	2,160	1,836	5.10%
Glass	3.00%	1,080	972	2.70%
Biodegradables organics	40.00%	14,400		
Textiles	4.00%	1,440		
Fruit peel	5.00%	1,800	0	0.00%
Sand	2.00%	720	655	1.82%
Wood	0.00%	0	0	0.00%
Others (bulk, undefined, etc)	5.00%	1,800		
Compost & Soil Amendment			5,352	14.87%
Biogas			2,706	7.52%
Water (excess / evaporated)			9,534	26.48%
Residue to landfill			8,914	24.76%
<b>TOTAL</b>	<b>100.00%</b>	<b>36,000</b>	<b>36,000</b>	<b>100.00%</b>
<b>Biogas weight</b>			2,706	
<b>Biogas volume (m3)</b>			2,706,264	
<b>Electricity / Power (MWh / MW) – Gross</b>			7,009	0.81
<b>Electricity / Power (MWh / MW) – Net</b>			4,009	0.46

**Confronto e valutazione dei costi tra le diverse tecnologie impiantistiche incluso il processo ArrowBio**



IL GRAFICO NON TIENE CONTO DEI CERTIFICATI VERDI DERIVANTI DALLA VENDITA DI ENERGIA ELETTRICA RICAVATA DALLA PRODUZIONE DI BIOGAS

\*\*

\*\*

\*\*

**6.-TRATTAMENTI TERMICI**

L'Amministrazione ha deciso di affiancare alla verifica tecnica, economica e prestazionale degli impianti a "freddo" (TMB), una analisi e valutazione di due tipologie di trattamenti a "caldo": Il termine gassificazione, in particolare, comprende i processi di conversione di qualsiasi combustibile carbonioso in un prodotto gassoso con potere calorifico utilizzabile. La gassificazione di materiali solidi e liquidi a base carboniosa è nota da quasi duecento anni ed è stata ampiamente impiegata per la produzione di gas di città nell'ultima parte del XIX e del XX secolo e comunque quasi esclusivamente su "matrici" omogenee di materiali anche quando riferiti a "scarto" (legname, amianto ecc). Solo recentemente sono stati attivati "esperimenti pilota" ed in Giappone in particolare, alcuni impianti che trattano "rifiuti solidi urbani" ed altri che "vetrificano le ceneri tossiche" derivanti dall'incenerimento dei rifiuti. Tuttavia, al di là di risultati più o meno significativi, le tecnologie in oggetto quasi unanimemente vengono ritenute ancora non sufficientemente affidabili

ad operare su matrici “eterogenee” come quelle rappresentate dai rifiuti. E questo a prescindere da una valutazione sanitaria ed ambientale che per la natura delle emissioni correlate a tali impianti pone più o meno nella stessa misura i problemi posti dall’incenerimento diretto dei rifiuti. Inoltre Come già riferito sia per il carattere dell’”investitura” della Commissione tecnica istituita dal Comune che pone gli accenti sulle “buone pratiche” relative all’intero ciclo di gestione dei rifiuti e su ALTERNATIVE IMPIANTISTICHE “A FREDDO” i sottoscritti ritengono al di fuori del loro “campo di indagine” la valutazione dei siti e degli impianti visitati in questo contesto dai due tecnici incaricati dal Comune ( e solo per l’impianto visitato in Islanda anche da un tecnico dei Comitati- su loro invito). Quindi solo per completezza informativa (visto anche la presenza “collegiale” degli esperti nel caso della visita all’impianto in Islanda) riportiamo quanto segue.

Le due tecnologie di trattamento termico prese in considerazione dall’Amministrazione comunale sono state la:

- **Dissociazione molecolare** → il processo di dissociazione molecolare viene avviato mediante riscaldamento della cella di reazione a fiamma diretta (con combustibile gassoso – metano, GPL, ovvero liquido – gasolio); dopo la fase di riscaldamento fino a circa 400°C il processo si attiva e procede autosostenendosi;
- **Gassificazione al plasma** → il processo di gassificazione adotta come fonte di calore una torcia al plasma; nel reattore di gassificazione viene utilizzato il gas ionizzato, a temperature di qualche migliaio di °C, operando in modo da contenere e ridurre il più possibile il ricorso all’impiego della torcia, in considerazione degli elevati consumi specifici di energia.

Entrambi i processi appena citati, ancorché molto diversi sul piano tecnologico, non sono ancora usciti pienamente da una fase di sviluppo di

tipo sperimentale, dal momento che ne esistono ben poche applicazioni in scala industriale in esercizio.

### **Gassificazione e Pirolisi**

Rimandando all'allegato 6 per una descrizione esaustiva del processo di gassificazione dei rifiuti urbani, si riportano nel seguito schematicamente le principali caratteristiche e differenze fra i processi "caldi": combustione, gassificazione e pirolisi.

	<b>COMBUSTIONE</b>	<b>GASSIFICAZIONE</b>	<b>PIROLISI</b>
<b>Scopo del processo</b>	Massimizzare la conversione del rifiuto a CO <sub>2</sub> e H <sub>2</sub> O (produrre gas effluenti ad alta temperatura)	Massimizzare la conversione del rifiuto a CO e H <sub>2</sub> (produrre gas combustibile ad alto potere calorifico)	Massimizzare la conversione del rifiuto tramite degradazione termica a gas (idrocarburi) e oli
<b>Condizioni di esercizio</b>			
Ambiente di reazione	Ambiente fortemente ossidante (elevati eccessi d'aria)	Ambiente riducente (quantità di ossigeno inferiore a quella stechiometrica)	Assenza di ossigeno
Temperatura	Più bassa (minore del punto di fusione delle ceneri)	Generalmente superiore agli 800°C (maggiore del punto di fusione delle ceneri)	Comprese tra i 500°C e gli 800°C (minore del punto di fusione delle ceneri)
Pressione	Generalmente atmosferica	Generalmente atmosferica ma può essere anche elevata	Leggera sovrappressione
Gas reagente	Aria	Aria, ossigeno, anidride carbonica, vapor d'acqua	Nessuno (si usa azoto o parte del gas prodotto)
<b>Output del processo</b>			
Gas prodotti	CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O	CO, H <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub>	CO, H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> e in genere C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> con n>5
Inquinanti	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , HCl	H <sub>2</sub> S, HCl, NH <sub>3</sub> , HCN, tar	H <sub>2</sub> S, HCl, NH <sub>3</sub> , HCN, tar
Stato delle ceneri	Spesso secche (materiale minerale convertito a ceneri di fondo e ceneri volanti)	Spesso vetrose (materiale minerale convertito a scorie vetrose) e particolato fine devolatilizzato	Spesso con contenuto di carbonio non trascurabile
<b>Trattamento dei gas</b>			
	A pressione	Anche ad alta pressione	A pressione atmosferica

	Gas effluenti trattati e poi emessi in atmosfera	Gas di sintesi trattati e poi usati per produzione di chemicals o di energia (con successiva emissione in atmosfera)	Gas trattati e poi usati per produzione di chemicals o di energia (con successiva emissione in atmosfera)
	Zolfo convertito ad anidridi ed emesso in atmosfera	Recupero dello zolfo come sotto prodotto vendibile in varie forme	

**Tabella 16** – principali differenze fra tecnologie di combustione, gassificazione e pirolisi

Si evidenzia, inoltre, che per misurare l'efficienza del processo non basta un solo parametro, come accade per la combustione. I parametri più usati sono:

- L'*efficienza di conversione* in carbonio, o CCE, definita come rapporto tra la portata di carbonio trasformata in prodotti gassosi e la portata di carbonio alimentata con il combustibile; questo indice fornisce una informazione sul grado di conversione ottenibile e, conseguentemente, sulla produttività dell'impianto e sulla quantità di prodotto non convertito da trattare in altro modo ovvero smaltire;
- L'*efficienza termica apparente*, o CGE, definita come rapporto tra l'energia chimica del gas prodotto e quella del rifiuto alimentato; viene anche definita "efficienza a freddo" in quanto include solo il contenuto energetico potenziale, cioè l'entalpia di combustione del gas e del rifiuto;
- L'*efficienza termica*, o HGE, definita come rapporto tra la somma del calore sensibile e dell'energia chimica del gas prodotto e quella del rifiuto alimentato; questo indice riveste particolare importanza in processi di piro-gassificazione condotti in alti campi di temperatura (tipicamente la gassificazione al plasma) nei quali risulta di primaria importanza recuperare non solo il calore di combustione del syngas, ma anche il calore sensibile

associato al flusso di syngas in uscita del reattore di conversione.

### ***Visita al Dissociatore molecolare di Husavik***

La visita presso un impianto di “dissociazione molecolare” è stata effettuata il 7 febbraio 2008. L'impianto si trova nelle vicinanze della città di Husavik, nel nord dell'Islanda ed ha una capacità di targa di trattamento pari a circa 16.000 ton/anno di RU indifferenziati, rifiuti speciali e scarti da lavorazioni agroindustriali locali (pneumatici triturati, carcasse animali, etc.).

La portata effettivamente trattata risultava inferiore a quella nominale.

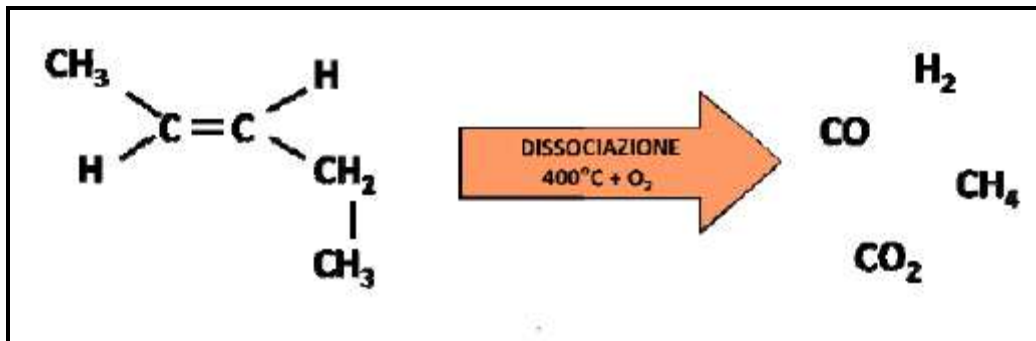
Il giorno della visita l'impianto non era operativo per problemi di ordine tecnico. I dati relativi alla tecnologia della dissociazione molecolare, riportati nei paragrafi che seguono, sono, pertanto, forniti dalla Ditta Energo srl, produttrice dell'impianto in esame e non sono stati oggetto di verifica on-site causa fermo dell'installazione.

Nel bacino di utenza servito dall'impianto le RD sono poco sviluppate e limitate ad alcune frazioni facilmente recuperabili (metalli, vetro), mentre l'organico viene raccolto in maniera indifferenziata.

### ***Principio di funzionamento della tecnologia***

Il processo di dissociazione molecolare ha come obiettivo quello di disassemblare le molecole di origine organica complesse per riassemblearle in composti più semplici con produzione di un gas sintetico, il SynGas. Il processo avviene in un ambiente chiuso, in carenza di ossigeno (circa il 40% rispetto allo stechiometrico), e sviluppando una curva termica compresa fra i 300 e i 550 °C.

Per effetto del riscaldamento, in ambiente in carenza di ossigeno, si ha la rottura dei legami chimici del carbonio con la conseguente costituzione di molecole più semplici:



Il processo di dissociazione molecolare si sviluppa in un periodo di circa 24 ore ed è accompagnato dalla produzione di un gas la cui composizione chimica e potere calorifico dipendono della tipologia di materiale alimentato. In linea generale si può osservare che i principali componenti sono costituiti da idrogeno ( $\text{H}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), monossido di carbonio ( $\text{CO}$ ) e biossido di carbonio ( $\text{CO}_2$ ).

Il processo è discontinuo (*batch*) e si sviluppa all'interno di celle di dissociazione (vedi Figura 25) realizzate in acciaio, rivestite internamente in refrattario ed equipaggiate con sistema di chiusura a tenuta (la volumetria di ciascuna cella deve essere adattata alle specifiche esigenze di trattamento e con l'obiettivo di ottenere una produzione di syngas il più costante ed uniforme possibile). Le celle di dissociazione molecolare sono il componente del sistema in cui una combinazione di **pirolisi**, **termolisi** e **gassificazione** converte la carica a base carbonica in syngas e cenere, senza che abbia luogo il processo di combustione diretta ( processo di ossidoriduzione).



Figura 18 – cella di dissociazione molecolare



Il processo ha luogo in costanti condizioni di carenza di ossigeno ed in maniera molto lenta.

Si parte da materiale sfuso, caricato a lotti in una serie di celle di dissociazione, i RIFIUTI TAL QUALI non vengono sottoposti a nessun tipo di pretrattamento e recupero preventivo. Un bruciatore di servizio, funzionante a gas naturale, installato nella parte superiore di ogni cella, viene avviato per pochi minuti, in modo da creare le condizioni di innesco; quindi ha inizio una lenta fase di trasformazione del materiale organico in gas ad una temperatura oscillante tra i 300 ed i 550 °C. Una volta iniziato, il processo si sostiene senza ulteriore bisogno di energia esterna e viene controllato tramite un apposito algoritmo che ne controlla i principali parametri. L'energia necessaria ad ottenere la trasformazione di molecole complesse in materiali gassosi semplici viene prelevata all'interno tramite parziale ossidazione del carbonio. Il grado di conversione del carbonio calcolato sul gas freddo, oscilla tra il 65 e l'80% in dipendenza delle caratteristiche del materiale caricato. Ciò vuol dire che fino all'80% della energia totale caricata può essere recuperata nel gas.

I valori più alti di conversione si raggiungono nel caso di cariche con prodotti a bassa umidità, con ridotto contenuto di materiali incombustibili, e con elevato potere calorico.

Il processo ha luogo in condizioni di temperatura ridotta, difetto di ossigeno, in atmosfera riducente.

La purificazione del SynGas avviene attraverso un treno di pulizia per la rimozione del particolato, dei gas acidi, degli asfalti ed altri idrocarburi pesanti.

Il treno di purificazione è composto normalmente da:

- ciclone per la rimozione dei trascinamenti oleosi e particolati più pesanti
- sistema di raffreddamento

- Sistema di filtrazione con passaggio su letto di soda e carboni attivi per l'assorbimento dei trascinamenti e neutralizzazione dei gas acidi (metalli pesanti, alogeni, TAR, ecc.).
- Colonna di lavaggio a doppio stadio per la correzione finale e rimozione dei gas acidi e TAR più leggeri, ed eventuale blocco di idrogeno solforato.

Nel caso di presenza di contaminanti aggiuntivi rispetto a quelli su elencati, legati a particolari tipi di prodotto caricato, possono essere effettuate aggiunte e o varianti operative atte alla rimozione degli stessi. Non sono a conoscenza degli scriventi impianti operativi dotati di trattamento di purificazione del syngas tale da rendere il gas compatibile con usi nobili (ad es., combustione in motori alternativi).

Il prodotto finale è costituito da gas di sintesi avente un potere calorico tra 1,2 (valore caratteristico del RU) e 4 Kwh/Nm<sup>3</sup>, in funzione della tipologia di rifiuto trattata.

### *Emissioni*

La sezione di dissociazione molecolare produce due flussi: syngas (aeriforme) e ceneri (solido). Il processo di gassificazione avviene all'interno di camere chiuse in cui viene immessa una quantità di aria controllata e quello che esce dalla camera è un gas di sintesi, costituito da composti generati dalla reazione solido/aria a spese di calore interno al prodotto caricato.

L'emissione in atmosfera è rappresentata dai prodotti di combustione del gas di sintesi nell'apparato impiegato per la produzione energetica. Per poter essere impiegato efficacemente nelle più comuni centrali cogenerative il syngas deve subire un processo di purificazione adeguato, che ad oggi non ci risulta installato in nessuna applicazione al livello industriale.

### CENERI

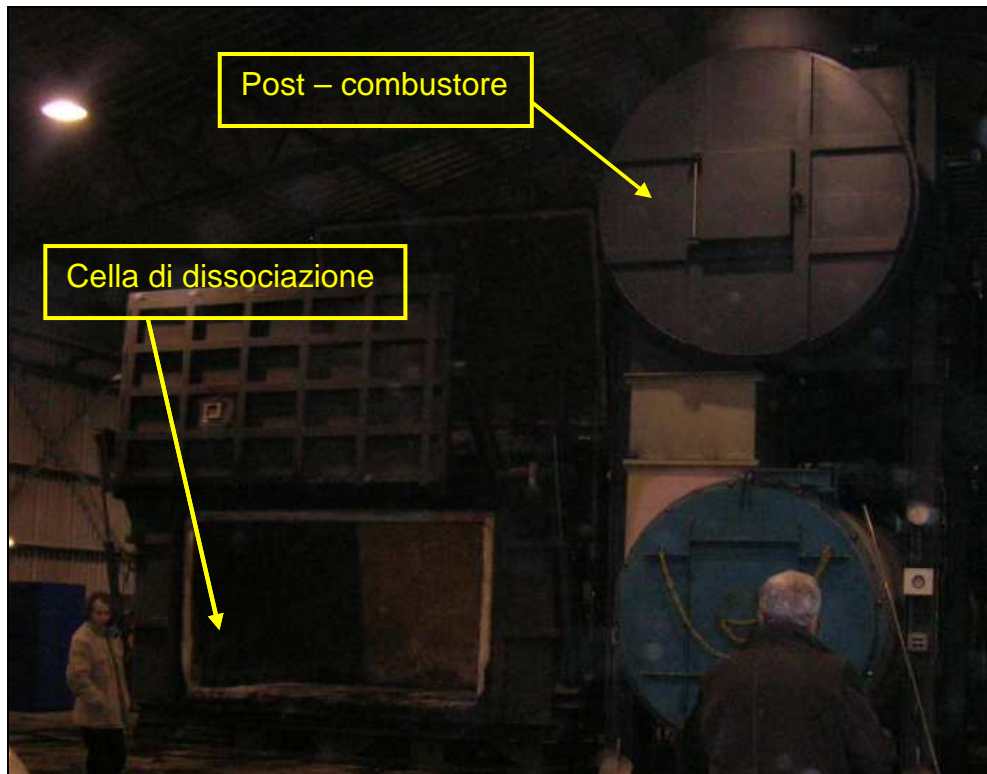
Il materiale a base di carbonio si trasforma in gas (contenente in tracce tutti gli inquinanti tipici dei processi termici relativi alla combustione dei rifiuti), vapore acqueo e composti in tracce. Il residuo è rappresentato da un solido costituito da sali minerali, metalli e vetro che ENERGO afferma non aver bisogno di processi di smaltimento onerosi in quanto privo di sostanze inquinanti e/o pericolose (come nel caso delle scorie e delle ceneri degli inceneritori). L'assenza di "certificazione" (se non di un "autocertificazione" da parte dell'azienda produttrice) di tali affermazioni dovrebbe indurre a maggiore prudenza tanto più se si considerano esperienze analoghe o comunque riconducibili a processi di gassificazione dei rifiuti come quella di Greve in Chianti o del Thermoselect che confermano il carattere addirittura "pericoloso" delle scorie derivanti da tali processi.

#### *Costi di investimento e di gestione*

L'impianto visitato in Islanda fa parte di un sistema di produzione energetica integrato con fonti geotermiche: il syngas prodotto dalla celle di dissociazione viene, infatti, bruciato in un post – combustore (vedi Figura 26) ed i fumi prodotti sono impiegati per il surriscaldamento del vapore geotermico disponibile in sito. Il vettore termico per il power generation è il fluido geotermico.

La particolarità della situazione islandese (disponibilità di risorsa geotermica a costo estremamente contenuto) rende, di fatto, poco interessante e conveniente l'ulteriore investimento nelle sezioni di lavaggio e purificazione del gas (necessaria ove si intenda impiegare direttamente il gas in turbina ovvero in motore alternativo) e di produzione energetica (ciclo combinato, turbina a vapore, ciclo Rankine a fluido organico, ciclo Otto, etc.). Questo aspetto rappresenta un limite della visita effettuata dal momento che non ha permesso la verifica in campo delle effettive possibilità di recupero energetico (con particolare riferimento alla produzione di corrente elettrica) e

delle relative rese. da fonti alternative a quelle fossili) nonché del contenimento dei costi.



**Figura 19** – particolare di una cella e del postcombustore dell'impianto di Husavik (Islanda)

Da un confronto con i tecnici della ditta Energo srl, fornitrice dell'impianto di dissociazione di Husavik, è emerso anche che lo stato dell'arte delle tecnologie per la purificazione del gas non consente di impiegare direttamente il syngas in macchine a combustione interna: i treni di trattamento del gas di sintesi non riescono a conseguire gli standard qualitativi richiesti per l'alimentazione di questi apparati (ad esempio turbogas, motori ciclo Otto) e sussistono, tuttora, fenomeni di usura e sporcamento non compatibili con l'esercizio industriale dell'impianto. Il recupero energetico con macchine (motori alternativi) o cicli (combinato) altamente performanti in termini di resa di produzione in corrente (40%÷60% del carico entalpico influente) risulta, pertanto, di fatto precluso.

## Valutazioni

La tecnologia della “dissociazione molecolare” non appare, pertanto, adeguata al trattamento dei rifiuti del territorio oggetto del presente studio per ragioni connesse con le portate individuate dal Piano Industriale e per la mancanza di un processo di trattamento del syngas affidabile e consolidato che ne permetta l’impiego in macchine di produzione energetica altamente performanti (quest’ultimo aspetto, in particolare, riduce i recuperi energetici e penalizza, conseguentemente, i costi gestionali). Naturalmente questo oltre le valutazioni ambientali e sanitarie che spingono gli esperti di fiducia dei Comitati a ritenere del tutto simili i rischi posti da questi con quelli derivanti dall’incenerimento.

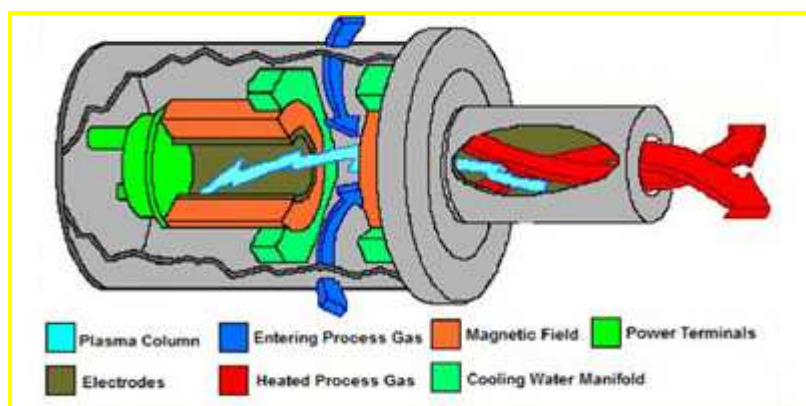
### ***Visita al Gassificatore al plasma di Madison***

La visita presso un impianto di gassificazione al plasma è stata effettuata il 3 aprile 2008 con la sola presenza dei due ingegneri indicati dal Comune. L'impianto si trova a Madison, nelle vicinanze della città di Pittsburgh (Pennsylvania), nel nord – est degli Stati Uniti, trattasi di un piccolo impianto pilota non operante su scala industriale che è ubicato presso il centro ricerche della Westinghouse Plasma Corporation (WPC). L'impianto visitato viene impiegato dal fornitore per le prove di funzionamento nei vari comparti nei quali la WPC opera ed è equipaggiato con due stazioni di prova con torce del tipo MARCH dotate di potenza elettrica modulante fino a 5000 kW; il sistema è, inoltre, dotato di un post – combustore a valle della produzione di syngas. A differenza delle altre visite che hanno potuto “entrare nel merito” di esperienze in corso di svolgimento su scala industriale, curiosamente questa visita non può esibire nessuna valutazione relativa a prestazioni impiantistiche effettivamente, in quel contesto, in corso di svolgimento se non in modo praticamente “virtuale”. Infatti, da ciò che ci è stato riferito dai colleghi della Commissione i dirigenti di WPC hanno esposto molti aspetti connessi con l'impiego della tecnologia del plasma nel trattamento dei RU e nella loro valorizzazione energetica (impianto “waste to energy”) MA RIFERENDOSI AD IMPIANTI UBICATI ALTROVE ED IN PARTICOLARE IN GIAPPONE., con particolare riferimento agli impianti di Hitachi Metals (il gassificatore di Mihama – Mikata da 24 ton/g di RU e 4 ton/g di fanghi da trattamento acque reflue urbane, operativo dal dicembre 2002, ed il gassificatore di Utashinai da circa 280 ton/g di RU, operativo dall'aprile 2003).

#### *Principio di funzionamento della tecnologia*

*Il plasma è un gas ad alta temperatura e ionizzato generato da una apposita torcia (vedi Figura 27) mediante interazioni fra il gas impiegato ed un arco elettrico di idonea intensità: queste interazioni determinano la dissociazione*

del gas in ioni ed elettroni, rendendolo fortemente conduttivo sia dal punto di vista termico che elettrico. Questo stato della materia, denominato *plasma*, è confinato in un intorno molto circoscritto della torcia per modo che il gas, appena lasciata la regione ove è presente l'arco elettrico, tende a ricombinarsi e ad assumere la forma usuale (neutra – non ionizzata), mantenendo però le proprietà di mezzo sovrariscaldato e potendo, di conseguenza, essere efficacemente impiegato per trasferire energia termica al processo, nel caso specifico, di gassificazione.



**Figura 20** – schema di una torcia al plasma

Nel caso specifico del trattamento dei RU, è opportuno premettere che l'impiego della torcia non è finalizzato a portare il rifiuto alimentato allo stato di plasma (altissime temperature, conducibilità, riduzione allo stato atomico, etc.): in questa circostanza sarebbero, infatti, necessarie potenze installate nell'ordine dei 10÷20 MWe. La torcia rappresenta, viceversa, il vettore termico per promuovere il processo di piro – gassificazione del rifiuto in campi di temperatura variabili da circa 2000 °C, nella zona di *melting* (vedi Figura 28), a circa 1100 – 1300°C nella sezione di uscita del syngas. Il rifiuto viene alimentato in miscela con coke metallurgico e roccia calcarea in ragione, rispettivamente di circa il 4% e il 3% in peso rispetto al RU. Le torce non operano, infatti, direttamente sul rifiuto essendo immerse in un letto di coke che viene progressivamente consumato per il sostegno e la stabilizzazione del regime di produzione del syngas: il coke alimentato va a

ricostituire il letto originario per modo che il battente di coke al di sopra del plasma si mantiene sostanzialmente costante al progredire della reazione. Il calcare viene impiegato come agente per la fluidificazione degli ossidi e la formazione della scoria (*fondente*).

Il processo avviene in difetto di ossigeno rispetto allo stechiometrico (circa il 40%) e le principali reazioni coinvolte nel sostentamento termico della processo e nella produzione di gas di sintesi sono:

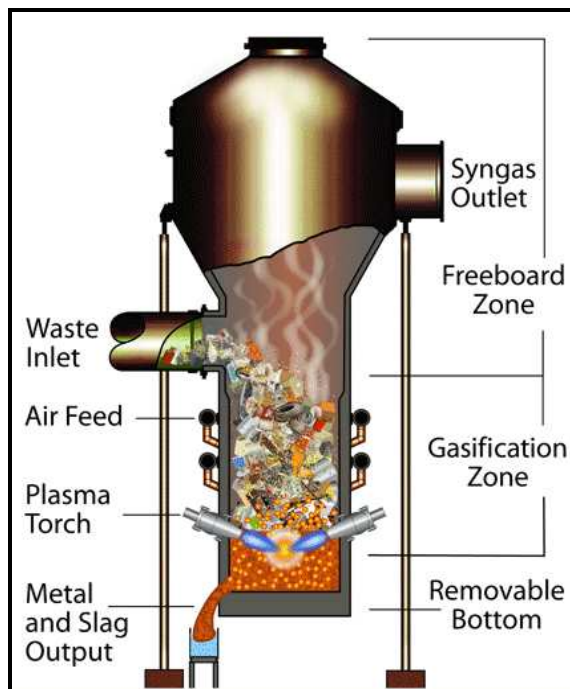
- reazioni di *cracking termico* e *cinetico* (riduzione di molecole complesse a idrocarburi gassosi ed idrogeno);
- reazioni di *ossidazione parziale* della matrice carboniosa con formazione di CO e calore.
- reazioni di *reforming*, con formazione di CO, H<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>.

In generale si rileva che, stante il regime di temperature elevato, sono favorite specie come idrogeno e monossido di carbonio, più stabili a questi livelli termici rispetto ad anidride carbonica e metano. Facendo riferimento alla gassificazione al plasma di un RU con un tenore di carbonio di almeno il 27-28% in peso , si ottiene un gas di sintesi con le seguenti caratteristiche:

CO	ca. 24	vol %
CO <sub>2</sub>	ca. 2	vol %
H <sub>2</sub>	ca. 9,5	vol %
H <sub>2</sub> O	ca. 22	vol %
N <sub>2</sub>	ca. 41	vol %
Altri	ca. 1,5	vol %
<b>PCS</b>	<b>1400</b>	<b>kcal/kg</b>

Il fabbisogno energetico degli impianti al plasma di questa tipologia, in relazione alla sezione di gassificazione, si attesta mediamente intorno ai 200÷250 kWhe/t di RU alimentato.





**Figura 21** – schema di una fornace per la gassificazione al plasma del RU

### *Emissioni*

Il syngas uscente dalla fornace di gassificazione rappresenta l' emissione aeriforme di questa sezione impiantistica: a questo flusso è associato un contenuto entalpico legato al calore sensibile ed al potere calorifico del gas prodotto, oltre ad un trascurabile contributo connesso con il calore latente del vapor d'acqua veicolato. Il recupero energetico si esplica attraverso il raffreddamento del gas di sintesi e la successiva combustione (in caldaia ovvero in macchine a combustione interna): l'emissione in atmosfera dell'impianto di trattamento è rappresentata, pertanto, dal camino asservito alla combustione del syngas.

Da misurazioni effettuate, a cura del fornitore della tecnologia, presso l'impianto citato in premessa di Mihama – Mikata in Giappone, sono risultati i seguenti valori nel gas emesso dopo combustione

	UM	Mis. nr.1	Mis. nr.2	d.lgs. 33/05	BAT
Polveri	mg/Nm <sup>3</sup>	<3	<3	10	1 – 5
HCl	ppm	39	22	10	1 – 8
NO <sub>x</sub> (come NO <sub>2</sub> )	ppm	62	82	200	40 – 100
SO <sub>2</sub>	ppm	<1	<2	50	1 – 40
CO	ppm	<29	<27	50	5 – 30
Diossine	ng-TEQ/Nm <sup>3</sup>	0,00059	0,00067	0,1	0,01 – 0,1

**Tabella 17** – caratteristiche emissione da gassificazione al plasma

Come si evince dalla precedente tabella, una **evidente** criticità è rappresentata dal tenore di acido cloridrico (che eccede i limiti di legge) come era facile prevedere considerando l'ambiente di reazione piuttosto riducente. La presenza di acido cloridrico nell'emissione, a questi livelli di concentrazione, potrebbe, in parte, essere ridotta adottando idonei sistemi di trattamento disponibili sul mercato ma nessun cenno viene fatto alla emissioni di “nanopolveri” (che si ritengono sensibilmente presenti a causa delle alte-altissime temperature) e di metalli che non sono nemmeno annoverati tra i parametri che il fornitore ha considerato.

Inoltre niente viene detto circa le modalità analitiche e sulla frequenza dei controlli relative, oltre che ai “tralasciati” metalli pesanti soprattutto nei confronti di diossine, furani e PCB. Questo è maggiormente rilevante in considerazione dei “transitori” dovuti a fermate e riavvii per sostituzioni di elettrodi o per altre operazioni manutentive.

L'apparente “bassa presenza” di diossine “denunciata” dal fornitore oltre a confermare, comunque, la presenza di tale inquinante tra le emissioni da considerare, non offre certo una risposta “attendibile” circa le prestazioni

emissive di tali impianti. Infine, per quanto attiene i metalli, i livelli emissivi, anche secondo i tecnici del Comune partecipanti alla visita possono essere considerati equivalenti a quelli di un inceneritore.

### *Costi di investimento e di gestione*

La resa energetica dell'impianto di gassificazione al plasma incide in maniera significativa sugli oneri di gestione. Anche in questo caso, la possibilità di utilizzare direttamente il syngas in macchine a combustione interna, permetterebbe di affiancare al trattamento rifiuti cicli termodinamici altamente performanti, come quello combinato (con rese in corrente fino al 55-60% rispetto al calore immesso nel sistema). Non disponendo di esperienze in scala industriale di sistemi operativi di lavaggio e purificazione del gas di sintesi per la combustione in turbine o motori alternativi, si è preferito, analogamente a quanto fatto per la dissociazione molecolare, prefigurare due scenari di lavoro che prevedono l'installazione, a valle del reattore di gassificazione, di un post – combustore abbinato a:

1. produzione di vapore ed espansione in turbina con produzione di potenza elettrica e termica;
2. impiego diretto dei fumi in un ciclo Rankine a fluido organico con produzione di potenza elettrica e termica.

Il syngas viene reso disponibile ad una temperatura di circa 1200-1400°C: il recupero energetico viene effettuato, pertanto, a spese del calore sensibile (raffreddamento) e del potere calorifico del gas (combustione) con produzione, in entrambi i casi, di vapore a determinate condizioni di temperatura e pressione.

In base ai dati messi a disposizione dal fornitore della tecnologia, si sono stimate le seguenti rese e produzioni energetiche:

esercizio impianto	7880 h/a	Fonte: WPC
produzione syngas	2,15 t/t RU	
PCI	1,58 kW/kg	

	Resa in corrente [%]	Resa in calore [%]	Potenza elettrica netta [MWe]	Potenza termica [MWt]
Turbina a vapore	27	70	16,37 <sup>[1]</sup>	49,19 <sup>[1]</sup>
Ciclo OCR	15	78	7,96 <sup>[1]</sup>	55,02 <sup>[1]</sup>

<sup>[1]</sup>nell'ipotesi di operatività dell'impianto per 7880 h/a

Sul piano dei costi di investimento, escluso acquisizione delle aree, e di gestione (comprensiva di tutte le voci di costo di cui al par. 0), si possono delineare i due seguenti scenari:

	Investimento [€]	Gestione [€/a]	Investimento sp. [€/t]	Gestione sp. [€/t/a]
Gassificatore al plasma + Turbina a vapore	100.000.000	10.330.202	731	75,54
Gassificatore al plasma + Ciclo OCR	98.039.215	15.738.641	716	115,08

Come si può facilmente apprezzare i costi di investimento sono del tutto simili a quelli dell'inceneritore. Oggettivamente. L'impianto può essere dotato di maggiore flessibilità nell'approvvigionamento di residuo da trattare ma tale flessibilità non si spinge oltre una riduzione dei rifiuti indifferenziati del 50%.

Nel caso, invece, del TMB la progettazione può in modo relativamente semplice prevedere forme di riconversione della linea (o delle linee) di trattamento del residuo in linee di trattamento delle frazioni derivanti da RD confermando una funzionalità coerente da parte di questi impianti alle strategie di riduzione degli "smaltimenti" e dei rifiuti.

\*\*

\*\*

## 7.- CONCLUSIONI

La scelta fatta dall'amministrazione comunale di verificare in campo la funzionalità di tecnologie esistenti alternative all'incenerimento nonché delle realtà italiane più virtuose che applicano le buone pratiche sulle politiche di gestione dei rifiuti in termini di prevenzione, riduzione, recupero e tariffazione ha comportato un lavoro impegnativo e piuttosto lungo da parte della Commissione Tecnica incaricata. Ha rappresentato al contempo una occasione rara di poter "toccare con mano" le migliori esperienze di tecnologie alternative, in scala industriale, attualmente esistenti al mondo.

La finalità del presente lavoro è, pertanto, quella di raccontare in modo obiettivo e critico quanto si è visto con l'auspicio di contribuire sia al raggiungimento di obiettivi ambiziosi su riduzione, raccolta differenziata e riciclaggio, sia sulla scelta della tecnologia impiantistica di smaltimento della frazione residuale dei RU.

### **Buone pratiche**

In tutte le realtà visitate nelle quali si applicano le buone pratiche si sono registrati ottimi risultati in termini di produzione pro-capite di rifiuti e di RD in tempi relativamente brevi. In tutte le realtà viene effettuata la raccolta porta a porta.

Di seguito si riassumo i dati più salienti relativi alle aree visitate:

	<b>CO.VA.R 14</b>	<b>CEM Ambiente</b>	<b>Consorzio PRIULA</b>
<b>Numero di abitanti</b>	<b>Valore medio RD (2007)</b>	<b>Valore medio RD (2007)</b>	<b>Valore medio RD (2007)</b>
0 – 5.000	70,26%	65,82%	79,72%
5.000 – 10.000	71,59%	70,21%	78,14%
10.000 – 25.000	65,25%	68,10%	77,43%
25.000 – 50.000	57,63%	60,00%	-
50.000 – 100.000	59,48%	-	-
<b>Valore medio consortile</b>	<b>63,47%</b>	<b>66,22%</b>	<b>77,63</b>
Produzione pro capite	430 Kg/abxa	474 Kg/abxa	364 Kg/abxa

Con il sistema di raccolta porta a porta si è riscontrata una forte riduzione dei conferimenti impropri che rendono più difficoltosa ed onerosa la successiva separazione.

La produzione procapite di rifiuti è nettamente più bassa della media nazionale (550 Kg/abxa) e toscana (superiore a 700 Kg/abxa).

Dunque, tenendo conto delle peculiarità territoriali della Piana Fiorentina, è possibile applicare le buone pratiche e fissare obiettivi ambiziosi, ma realistici e congruenti con la normativa vigente, di RD, riduzione e recupero attraverso una serie di azioni quali:

- estendere il sistema di raccolta porta a porta
- estendere la raccolta della frazione organica anche attraverso il compostaggio domestico
- estendere significativamente il numero delle isole ecologiche
- introdurre la raccolta porta a porta anche per le attività commerciali e produttive
- intercettare gli alimenti in prossimità della scadenza presso grossi esercizi commerciali, mense scolastiche etc. per distribuirli ad enti assistenziali

- importare il sistema di ricarica alla spina presso grossi centri commerciali
- avviare un percorso di tariffazione puntuale

Con questi interventi è possibile ambire ad una riduzione della produzione di RU, interrompendo il trend attuale di crescita, nonché ad ottenere una percentuale di raccolta differenziata compresa nella forbice 55÷65%.

### **CRITERI DI VALUTAZIONE delle PRATICHE IMPIANTISTICHE ALTERNATIVE ALL'INCENERIMENTO.**

All'interno del "ciclo virtuoso" dell'applicazione delle buone pratiche di riduzione-riuso RD e di "screening" del residuo passate in rassegna si colloca anche l'alternativa impiantistica per il trattamento del residuo. Essa non deve essere in "competizione" con la necessità primaria di ridurre "a monte" i rifiuti e di recuperare materia pulita dagli stessi ma ad essa funzionale e di rinforzo.

I criteri con i quali valutare positivamente o meno le varie soluzioni impiantistiche sono rappresentati da:

- 1- La flessibilità di adattamento a variabilità di scenari caratterizzati da crescenti capacità di intercettazione delle RD e da una graduale diminuzione dei flussi di residuo da trattare;
- 2- la capacità di "sottrazione" ( e quindi di recupero) di almeno il 55-60% dei rifiuti residui in ingresso all'impianto (o all'impianti) minimizzando in quantità e pericolosità gli impatti con la discarica , garantendone un uso limitato e gradualmente decrescente;
- 3- la capacità di garantire la "tenuta del sistema" anche qualora non vengano raggiunti pienamente gli obiettivi di riduzione e di RD;
- 4- la capacità di ridurre gli impatti sanitari ed ambientali, nonché l'emissione di "gas serra" massimizzando al contempo recupero di materia ed energia pulita contenute negli scarti
- 5- rendere condivisa ( o più socialmente accettabile) l'intera modalità di gestione dei rifiuti;

- 6- i costi di investimento privilegiando le soluzioni che a parità di prestazione necessitano di minori spese a carico della Pubblica amministrazione.;

Pur non avendo partecipato alla scelta delle visite agli impianti indicati dal Comune ed oggetto delle visite dei due tecnici proposti dall'amministrazione, nelle presenti conclusioni compaiono brevi valutazioni anche su tali impianti di "trattamento termico" per il semplice fatto di averli potuti visitare (nel caso del piro-gassificatore islandese) o di aver potuto visionare la documentazione relativa.

### **Tecnologie di trattamento del RU residuale**

La frazione di rifiuto urbano raccolto a valle della RD è pur sempre un quantitativo di rilievo. Per congruità con i dati di input del Piano Industriale ATO6 si è fatto riferimento ad un impianto che deve trattare 136.700 t/a. Nell'ipotesi, auspicabile, di raggiungimento di obiettivi di RD attestati sui valori più alti della forbice 55÷65%, la soluzione impiantistica dovrà avere una flessibilità tale da garantire il trattamento dei flussi residuali in entrambi gli scenari.

#### **Il trattamento meccanico biologico in alternativa all' incenerimento.**

Richiamando i criteri che precedono abbiamo valutato i due impianti visitati rispettivamente a Tudela e a Tel Aviv che, intanto, confermano l'esistenza su scala industriale di sistemi di trattamento meccanico- biologico del rifiuto residuo senza produzione di Combustibile Derivato da Rifiuti (CDR). Esperienze impiantistiche che si affiancano a quello di Sidney, Falkirk (Scozia), Lancashire (GB); Pachuca (Messico)



Entrambi questi sistemi garantiscono “soglie” di “sottrazione” dalla discarica tra il 55% e il 75% dei rifiuti in ingresso.

### Tudela

L'impianto di Tudela, costruito accanto a una discarica tuttora attiva, gestita dalla stessa società pubblica, è stato costruito con la finalità di riutilizzare la materia organica producendo energia e un residuo che costituisca un buon ammendante per l'agricoltura. Obiettivi che sono stati pienamente raggiunti, come dichiaratoci dai rappresentanti pubblici stessi. La parte secca di maggior interesse viene recuperata a monte nella misura del 18% come RD. L'impiantistica adottata potrebbe consentire recuperi maggiori e come si è detto le plastiche di risulta potrebbero essere trattate da un impianto tipo Vedelago

Per questo impianto sono possibili alcune implementazioni per migliorare le proprie “rese” in ordine ad una maggiore capacità di recupero del “sopravaglio” (in particolare plastiche e materiali cartacei), consistenti in un numero maggiore di “lettori ottici”, a complemento delle quali potrebbe essere attivata una linea di valorizzazione delle plastiche anche di minor pregio sul “modello” dell'impianto visitato a Vedelago.

In questo modo il sistema impiantistico di cui sopra può arrivare a recuperare circa il 15% del rifiuto in ingresso spingendo le proprie capacità di sottrazione dalla discarica fino al 60%. Rimane la “criticità” del “compost grigio” prodotto di cui non è realistico e opportuno ipotizzare l'uso agronomico ma eventualmente per ripristini ambientali e/ o di rivegetazione

Pertanto il TMB di Tudela può essere inserito nel novero delle “buone pratiche impiantistiche” alternative alla realizzazione dell'inceneritore.

\*

## **Tel Aviv**

**L'impianto Di Tel Aviv: Arrow Bio Process.** Questo sistema consente elevate prestazioni di recupero dei materiali di “ sopravaglio” (fino al 90%) della frazione secca.

L'elevata capacità di recupero, per galleggiamento, delle plastiche, insieme alla elevata “estrazione” di biogas dai materiali biodegradabili ,inclusi tutti i materiali cartacei, non precedentemente recuperati) garantisce la sottrazione fino al 75 % qualora il digestato abbia le qualità, se non per usi agronomici, per ripristini ambientali o coltivazioni arboree. In caso contrario il recupero sarebbe comunque superiore al 60%.

E' da osservare, anche per il nostro scenario di riferimento che il presumibile aumento della frazione secca e una correlata diminuzione di organico, nell' indifferenziato, al raggiungimento del 55-65% della raccolta differenziata previsto nello scenario fiorentino, il quantitativo recuperato è destinato ad aumentare sensibilmente, attesa l'efficienza del recupero della frazione secca

Ciò consente di ridurre in tossicità e in occupazione volumetrica l'impatto con le discariche.

Comparando questa soluzione con la realizzazione dell'inceneritore che può presentare, per la tecnologia a griglia mobile prospettato nella piana, quantitativi di residui costituiti da scorie, ceneri, polveri e fanghi di depurazione dei fumi fino al 38,8% del quantitativo di rifiuti in ingresso.

Lo scarto residuo di questi impianti è costituito da materiali inerti e stabilizzati e non si ha emissione di sostanze nocive per la salute e per l'ambiente.

## Costi

I costi relativi alla costruzione e quelli di gestione, dato il consistente recupero di materiali utili alla reimmissione nei cicli e la produzione di energia

verde e rinnovabile sono nettamente inferiori a quelli di altri sistemi impiantistici presi in esame.

I costi di investimento si riducono di almeno il 65% (anche considerando l'alternativa della torcia al plasma). Per quanto riguarda i costi di gestione (per i costi vedi allegati) essi rappresentano l'unico caso (confrontato con tutti gli altri) in cui si può contare sui certificati verdi per il recupero energetico visto che la produzione di biogas ad alto contenuto metanico viene ritenuta fonte di energia pulita.

**Riepilogo costi/ricavi impianto ArrowBio da 78.000 t/a (260 t/g)**

Ricavi annuali	Tariffa	4.024.800,00 €/anno
	materiali riciclabili	3.412.890 €/anno
	Energia (certificati verdi)	676.359 €/anno
Costi annuali	risorse umane	- 1.060.000 €/anno
	manutenzione impianto	- 600.000 €/anno
	smaltimento residui in discarica	-1.006.200 €/anno
	Oneri finanziari	-1.000.000,00 €/anno (per 5 anni) -1.380.000,00 €/anno (per 15 anni)
<b>Totale</b>		<b>3.067.849 €/anno</b>

**Da offerta di ArrowBio al Comune di Corato (Ba) del 2008.**

Come si ricava dalla tabella fornita da Arrow Bio a fronte di costi totali annuali di €. 5.046.200,00 ci sono ricavi per vendita di materiali riciclabili e energia verde per . 4.089.249,00 con un costo residuo di €. 959.951,00 dando così un costo per tonnellata di €. 12,27 a cui andranno aggiunti spese generali, utili gestionali e indennità di disagio ambientale.

**Il costo dell'impianto desunto dall'offerta succitata è di €.  
19.370.000,00.**

La tecnologia a freddo TMB, accompagnata dalle buone pratiche di recupero, riuso, riduzione dei rifiuti, costituisce pertanto una valida alternativa all'incenerimento.

\*\*

\*\*\*

\*\*\*\*

### **“dissociazione molecolare”**

Indipendentemente da considerazioni di carattere ambientale già svolte circa impianti che secondo la stessa normativa rappresentano “varianti” dell'incenerimento dei rifiuti, questo impianto, a parere degli scriventi non rappresenta una tecnologia idonea al trattamento dei rifiuti, in particolare, per l'area fiorentina. Ciò anche in considerazione delle più elevate quantità di flussi da trattare non adatte ad un “sistema in discontinuo”, sia perché l'impianto visionato ha evidenziato “criticità funzionali” da risolvere prima di poter essere considerato un “sistema realizzato pienamente” su scala industriale. In particolare appaiono problematiche evidenti riguardanti il sistema di alimentazione del rifiuto, il sistema di scarico delle ceneri, la mancanza di un processo di trattamento del syngas affidabile che ne permetta l'impiego in macchine di produzione energetica appropriate. Infine, l'impianto, operando su rifiuto “tal quale” si pone in alternativa al massimo sviluppo delle RD e degli interventi di riduzione dei rifiuti

### *Dissociazione Molecolare*

Non appare, a parere degli scriventi, una tecnologia idonea al trattamento dei rifiuti del territorio oggetto del presente studio sia per le elevate portate da trattare non adatte ad un sistema in discontinuo, sia

perché l'impianto visionato ha evidenziato che bisogna ancora risolvere alcune problematiche prima di procedere con uno sviluppo su scala industriale vera e propria di questa tecnologia (Sistema di alimentazione del rifiuto; sistema di scarico delle ceneri; sviluppo di un processo di trattamento del syngas affidabile e consolidato che ne permetta l'impiego in macchine di produzione energetica altamente performanti).

### **TORCIA DI GASSIFICAZIONE AL PLASMA**

Alla visita a Madison, negli Stati Uniti non hanno partecipato gli esperti del comitato per i motivi già spiegati in premessa. Tuttavia dalla documentazione e informazioni fornitaci si può ricavare che:

l'impianto visitato è in realtà un "impianto di ricerca" che non tratta "a regime" rifiuti urbani;

la documentazione fornita agli ingegneri dalla multinazionale del settore WESTINGHOUSE riguarda 2 impianti (di cui uno tratta appena 17,2 tonnellate/giorno di RU e 4,8 di fanghi da depurazione e cioè non più di 6800 tonnellate/anno, l'altro 164 Tonnellate/giorno) di rifiuti (la tipologia non viene specificata del tutto) operanti in Giappone. Questa carenza di informazioni conferma il carattere ancora "pionieristico" di questi impianti "sporadicamente e molto limitatamente operativi su scala industriale la cui affidabilità gestionale viene posta largamente in dubbio non solo dagli scriventi.

Le emissioni, dagli stessi dati forniti dal venditore, eccedono i limiti europei per acido cloridrico, appaiono significative per le polveri di maggiore taglia (niente viene riferito alla emissione delle nanopolveri connaturate alle alte temperature in oggetto), confermano la presenza di diossina (seppure in modo più ridotto che nelle emissioni di un inceneritore- ma questa valutazione è frutto di "autocertificazione" da parte del fornitore) derivante

dalla combustione del syngas e che, per quanto riguarda i metalli pesanti, secondo gli stessi tecnici del Comune, le emissioni relative sono da ritenersi più o meno equivalenti.

Per quanto riguarda la “flessibilità” impiantistica essa appare maggiore se confrontata con quella di un inceneritore (l’inceneritore infatti è caratterizzato da estrema “rigidità” gestionale in quanto abbisogna costantemente di medesimi flussi di rifiuto) ma di gran lunga inferiore a quella, per esempio del TMB. Infatti l’impianto può arrivare a trattare fino ad un 50% in meno delle sue potenzialità di trattamento ma non può andare significativamente al di sotto di questa soglia richiedendo consistenti flussi di rifiuti residui e non ponendosi, quindi, a complemento delle buone pratiche di riduzione e di RD con le quali finisce per porsi in “oggettiva” competizione. Ma forse la controindicazione principale (dopo gli impatti ambientali e sanitari di cui prima) per tale impiantistica riguarda i costi di investimento che sono del tutto simili a quelli di un inceneritore.

Firenze e Capannoni li 13 ottobre 2008

Giuseppe Banchi

Rossano Ercolini

## Allegato 1 – consorzio COVAR

- Tariffa

Le informazioni di seguito riportate sono state tratte dal “Regolamento per l’applicazione della tariffa per la gestione dei rifiuti urbani – Anno 2008”.

La tariffa è istituita per la copertura dei costi relativi alla gestione dei rifiuti urbani e dei rifiuti speciali assimilati a quelli urbani, ed è determinata dal CO.VA.R. 14 sulla base del Piano finanziario, redatto ai sensi del D.P.R. 158/99.

Tale Piano finanziario comprende:

- a) il programma degli interventi necessari;
- b) il Piano finanziario degli investimenti;
- c) la specifica dei beni, delle strutture e dei servizi disponibili, nonché il ricorso eventuale all’utilizzo di beni e strutture di terzi, o all’affidamento di servizi a terzi;
- d) le risorse finanziarie necessarie;
- e) in via transitoria, il grado attuale di copertura dei costi afferenti alla tariffa rifiuti, rispetto alla preesistente TARSU.

La tariffa dovuta annualmente dagli utenti è determinata in modo da ottenere un gettito globale che copra integralmente i costi di investimento e di esercizio del servizio di gestione dei rifiuti urbani e dei rifiuti speciali assimilati a quelli urbani.

Il costo complessivo del servizio di gestione dei rifiuti urbani e dei rifiuti speciali assimilati a quelli urbani è dato dalla somma dei seguenti due aggregati:

- a) quota fissa: si tratta delle voci di spesa determinate in relazione alle componenti essenziali del costo del servizio, riferite in particolare agli investimenti per le opere e ai relativi ammortamenti
- b) quota variabile: si tratta della quota rapportata alle quantità di rifiuti conferiti, al servizio fornito e all'entità dei costi di gestione.

Il CO.VA.R. 14, sulla base del Piano finanziario, determina le tariffe, fissando i criteri di riparto, tra utenze domestiche e utenze non domestiche, dell'insieme dei costi da coprire con la tariffa.

La tariffa, dovuta annualmente da ogni utenza, si compone di una quota fissa e di una quota variabile.

Il riparto, tra utenze domestiche e utenze non domestiche, dell'insieme dei costi da coprire con la tariffa è eseguito secondo criteri razionali, assicurando alle utenze domestiche agevolazioni correlate ai risultati di raccolta differenziata raggiunti, ridistribuendo i contributi CONAI derivanti dalla raccolta differenziata.

Sono previste riduzioni della quota variabile della tariffa, su specifica richiesta redatta e presentata da parte dei soggetti interessati, nel caso in cui si verificano le condizioni sotto elencate:

- a) per i locali diversi dalle abitazioni e le aree scoperte, qualora siano adibiti ad uso stagionale o a uso non continuativo ma ricorrente (<185 gg/anno) si applica una riduzione del 50%;
- b) per le abitazioni tenute a disposizione per uso stagionale o per altro uso limitato e discontinuo (<185 gg/anno) si applica una riduzione del 30%;
- c) per le utenze non domestiche che non conferiscono al servizio pubblico rifiuti speciali assimilati a quelli urbani avvalendosi di altro gestore, ma tali materiali rientrano nei parametri qualitativi e quantitativi dell'assimilazione e vengono destinati al recupero. La riduzione dipende dalla percentuale di rifiuti speciali destinati al



recupero rispetto al totale dei rifiuti potenzialmente prodotti, che si ottiene moltiplicando l'intera superficie imponibile per il coefficiente  $k_d$  (descritto nei paragrafi seguenti).

- recupero dal 15% al 25% del totale dei rifiuti: riduzione del 15%;
- recupero dal 25% al 50% del totale dei rifiuti: riduzione del 30%;
- recupero dal 50% al 75% del totale dei rifiuti: riduzione del 50%;
- recupero oltre il 75% del totale dei rifiuti: riduzione del 70%,

d) per gli utenti che attuano il recupero tramite compostaggio domestico si applica una riduzione del 20%.

### **Utenze domestiche**

- *Quota fissa*

$$TFd(n, S) = Q_{uf} \cdot S \cdot K_a(n)$$

dove:

n            numero di componenti del nucleo familiare

S            superficie dell'abitazione [mq]

$Q_{uf}$         quota unitaria [€/mq], determinata dal rapporto tra i costi fissi attribuibili alle utenze domestiche e la superficie totale delle abitazioni occupate dalle utenze medesime, corretta per il coefficiente di adattamento ( $K_a$ )

$$Q_{uf} = \frac{C_{tuf}}{\sum S_{tot}(n)} \cdot K_a(n)$$

$C_{tuf}$         totale dei costi fissi attribuibili alle utenze domestiche

$S_{tot}(n)$     superficie totale delle utenze domestiche con n componenti del nucleo familiare

$K_a(n)$     coefficiente di adattamento che tiene conto della reale distribuzione delle superfici degli immobili in funzione del numero di componenti del nucleo familiare costituente la singola utenza (vedere Tabella 18- Tabella 19)

- *Quota variabile*

$$TVd = Q_{uv} \cdot K_b(n) \cdot C_u$$

dove:

$Q_{uv}$  quota unitaria, determinata dal rapporto tra la quantità totale di rifiuti prodotta dalle utenze domestiche e il numero totale delle utenze domestiche in funzione del numero di componenti del nucleo familiare delle utenze medesime, corrette per il coefficiente proporzionale di produttività ( $K_b$ )

$$Q_{uv} = \frac{Q_{tot}}{\sum N(n)} \cdot K_b(n)$$

$Q_{tot}$  quantità totale di rifiuti

$N(n)$  numero totale delle utenze domestiche in funzione del numero di componenti del nucleo familiare

$K_b(n)$  coefficiente proporzionale di produttività per utenza domestica in funzione del numero dei componenti del nucleo familiare costituente la singola utenza (vedere Tabella 18- Tabella 19)

$C_u$  costo unitario [€/kg]. Tale costo è determinato dal rapporto tra i costi variabili attribuibili alle utenze domestiche e la quantità totale di rifiuti prodotti dalle utenze domestiche

Riduzione per raccolta differenziata:

$$\text{Riduzione} = \frac{\text{Totale contributi CONAI ascritti ad un dato Comune}}{\text{Parte variabile ascritta alle utenze domestiche di un dato Comune}} \cdot 100$$

### **Utenze non domestiche**

- *Quota fissa*

$$TFn(ap, S_{ap}) = Q_{apf} \cdot S_{ap}(ap) \cdot K_c(ap)$$

dove:

ap            tipologia di attività produttiva

$S_{ap}$  superficie dei locali dove si svolge l'attività produttiva [mq]

$Q_{apf}$  quota unitaria [€/mq], determinata dal rapporto tra i costi fissi attribuibili alle utenze non domestiche e la superficie totale dei locali occupati dalle utenze medesime, corretta per il coefficiente potenziale di produzione ( $K_c$ )

$$Q_{apf} = \frac{C_{tapf}}{\sum S_{tot}(ap)} \cdot K_c(ap)$$

$C_{tapf}$  totale dei costi fissi attribuibili alle utenze non domestiche

$S_{tot}(ap)$  superficie totale dei locali dove si svolge l'attività produttiva ap

$K_c(ap)$  coefficiente potenziale di produzione che tiene conto della quantità potenziale di produzione di rifiuto connesso alla tipologia di attività

- *Quota variabile*

$$TVnd(ap, S_{ap}) = S_{ap} \cdot K_d(ap) \cdot C_u$$

dove:

$S_{ap}$  superficie dei locali dove si svolge l'attività produttiva [mq]

$K_d(ap)$  coefficiente potenziale di produzione in kg/mq anno che tiene conto della quantità di rifiuto minima e massima connessa alla tipologia di attività

$C_u$  costo unitario [€/kg]. Tale costo è determinato dal rapporto tra i costi variabili attribuibili alle utenze non domestiche e la quantità totale di rifiuti prodotti dalle utenze non domestiche

<b>Comuni con popolazione fino a 5.000 abitanti</b>			
Numero componenti del nucleo familiare	Parte fissa	Parte variabile	
	K <sub>a</sub>	K <sub>b</sub>	
		minimo	massimo
1	0,84	0,60	1,00
2	0,98	1,40	1,80
3	1,08	1,80	2,00
4	1,16	2,20	3,00
5	1,24	2,90	3,60
6 o più	1,30	3,40	4,10

**Tabella 18** – Categorie delle utenze domestiche coefficienti K<sub>a</sub> e K<sub>b</sub> – Comuni con popolazione fino a 5.000 abitanti (Allegato 1 - “Regolamento per l’applicazione della tariffa per la gestione dei rifiuti urbani – Anno 2008”) (CO.VA.R. 14).

<b>Comuni con popolazione superiore a 5.000 abitanti</b>			
Numero componenti del nucleo familiare	Parte fissa	Parte variabile	
	K <sub>a</sub>	K <sub>b</sub>	
		minimo	massimo
1	0,80	0,60	1,00
2	0,94	1,40	1,80
3	1,05	1,80	2,30
4	1,14	2,20	3,00
5	1,23	2,90	3,60
6 o più	1,30	3,40	4,10

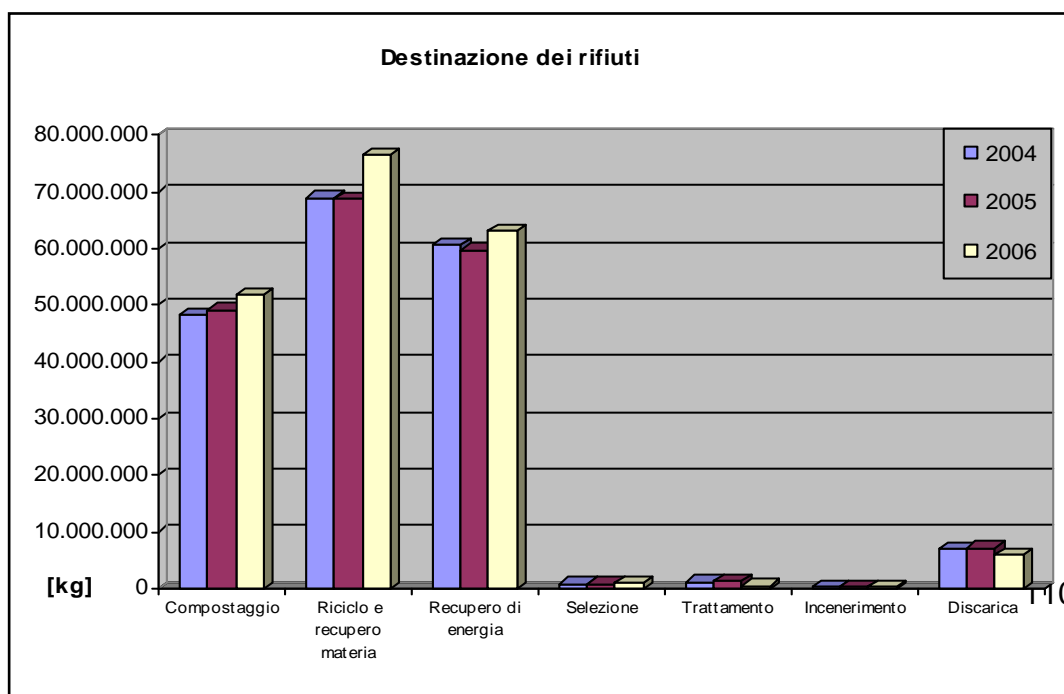
**Tabella 19** – Categorie delle utenze domestiche coefficienti K<sub>a</sub> e K<sub>b</sub> – Comuni con popolazione superiore a 5.000 abitanti (Allegato 2 - “Regolamento per l’applicazione della tariffa per la gestione dei rifiuti urbani – Anno 2008”) (CO.VA.R. 14)

## Allegato 2 – CEM Ambiente S.p.A.

- Quantitativi dei rifiuti conferiti e destinazione materiali

Destinazione	2004		2005		2006	
	kg	%	kg	%	kg	%
Compostaggio	48.306.95	25,8	49.250.31	26,2	51.759.45	26,0
	5	1	0	8	4	1
Riciclo e recupero materia	68.999.89	36,8	68.848.96	36,7	76.475.08	38,4
	5	7	6	4	2	3
Incenerimento con recupero di energia	60.728.51	32,4	59.759.78	31,8	63.061.15	31,6
	5	5	0	9	2	9
Selezione	734.391	0,39	866.270	0,46	932.687	0,47
Trattamento (depurazione)	1.199.013	0,64	1.247.451	0,67	495.229	0,25
Incenerimento	283.446	0,15	295.337	0,16	291.144	0,15
Discarica	6.888.936	3,68	7.148.585	3,81	5.988.225	3,01
Totale	187.141.1		187.416.6		199.002.9	
	51		99		73	

**Tabella 20 – Quantitativi di rifiuti conferiti (kg) e destinazione**



**materiali anni 2004 – 2006 (CEM Ambiente S.p.A.).**

**Figura 22 – Quantitativi di rifiuti conferiti (kg) e destinazione materiali anni 2004 – 2006 (CEM Ambiente S.p.A.).**

- Tariffa

Ad oggi i Comuni che applicano la TIA sono 10 (Bellusco, Bernareggio, Carnate, Carnate d'Adda, Gorgonzola, Melzo, Pessano con Bornago, Bussero, Inzago e Pantigliate), mentre gli altri sono ancora in regime di TARSU, non esiste quindi un Regolamento unico, cioè valido sul tutto il territorio, per la gestione dei tributi, ma ogni amministrazione è autonoma nel calcolare la tassa sui rifiuti.

CEM Ambiente S.p.A. fornisce ai Comuni il servizio di riscossione della TARSU e della TIA. In particolare gli uffici CEM elaborano il calcolo ed emettono fatture quadrimestrali indirizzate ai cittadini dei Comuni che sono in regime di tariffa.

- Qualità ,materiale raccolto

CEM Ambiente S.p.A. ha ricevuto numerosi riconoscimenti da Legambiente per la qualità ed il rendimento del servizio di raccolta differenziata messo in atto.

CONAI premia la qualità dei materiali raccolti: i contributi sono distribuiti con il criterio qualitativo e non quantitativo. Quindi è importante avviare in filiera materiali accuratamente selezionati e pronti per i trattamenti di riciclaggio e recupero.

CEM Ambiente S.p.A. ha cercato di sviluppare il sistema di Raccolta Differenziata secondo la suddetta filosofia

Di seguito si riportano i contributi CONAI per gli anni 2000 – 2005 riconosciuti a CAM Ambiente S.p.A.

ANNO	INCENTIVI EURO	VARIAZIONE
2000	1.062.000	-
2001	1.404.000	+ 24%
2002	1.832.281	+ 23%
2003	2.078.043	+ 13,4%
2004	2.258.174	+ 8%
2005	2.420.561	+ 7,2%

**Figura 23 – Contributi CONAI anni 2000 – 2005 (CEM Ambiente S.p.A.).**

Alcune frazioni recuperate dalla piattaforma vengono direttamente immesse sul mercato.

Di seguito si riportano, a titolo puramente indicativo, i prezzi a cui sono stati rivenduti alcune frazioni recuperate:

Materiale	Anno	Anno
	2006	2007
	[€/ton]	[€/ton]
Ferro	60,00	60,00
Vetro lastre	10,00	10,00
Alluminio	600,00	500,00
Piombo	250,00	300,00
Rame	2.000,00	2.400,00
Ottone	1.300,00	1.400,00
Cavo	600,00	800,00

**Tabella 21 – Prezzi di vendita frazioni recuperate (CEM Ambiente S.p.A.).**







### **Allegato 3 – Consorzio PRIULA**

- Tariffa

Le informazioni riportate di seguito sono state tratte dal “Regolamento Consortile per la disciplina della Tariffa” approvato con deliberazione dell’Assemblea Consortile n. 3 del 03/03/2006 e da documentazione del Consorzio Priula.

La gestione dei rifiuti urbani e dei rifiuti assimilati avviati allo smaltimento viene svolta in regime di privativa da parte del Consorzio Intercomunale Priula e comprende la raccolta, il trasporto, il recupero e lo smaltimento dei rifiuti.

Il Regolamento sopra citato disciplina l’applicazione sperimentale della Tariffa per la gestione dei rifiuti urbani, dei rifiuti ad essi assimilati e dei rifiuti di qualunque natura o provenienza giacenti sulle strade ed aree pubbliche e soggette ad uso pubblico, per il raggiungimento della copertura integrale dei costi del servizio.

L’individuazione del costo complessivo del servizio e, conseguentemente, la determinazione della tariffa si concretizzano sulla base della redazione del Piano Finanziario, redatto ai sensi del D.P.R. 158/99.

Di seguito si riportano in dettaglio i metodi di calcolo con cui viene determinata la parte fissa e quella variabile della tariffa per utenze domestiche e non domestiche.

Dal punto di vista operativo al fine della personalizzazione della tariffa i contenitori per il "secco non riciclabile" sono dotati di un transponder con specifico codice a barre. Una volta che l'utente richiede lo svuotamento di tale contenitore l'operatore attraverso il mezzo di ritiro "identifica" con apposito lettore ottico l'utente calcolandone immediatamente le frequenze di svuotamento. Più volte viene svuotato il contenitore del non riciclabile e più "pesante" sarà la tariffa dell'utenza. In questo modo viene ad essere applicato il principio equo ed ecologico secondo cui "chi più produce rifiuti più paga".



### **Utenze domestiche**

- Quota fissa

#### Metodo presuntivo

$$TFd(n) = Q_{uf} \cdot K_a(n)$$

dove:

n numero di componenti del nucleo familiare

Q<sub>uf</sub> quota unitaria fissa [€/utenza]

$$Q_{uf} = \frac{C_{tuf}}{\sum N(n) \cdot K_a(n)}$$

C<sub>tuf</sub> totale dei costi fissi attribuibili alle utenze domestiche

N(n) numero di utenze con n componenti il nucleo familiare

K<sub>a</sub>(n) coefficiente per l'attribuzione della parte fissa alle singole utenze domestiche (vedere Tabella 22)

#### Metodo puntuale

$$Tf = \left[ \frac{C_{tf}}{\sum K(v) \cdot N(v) \cdot V(v)} \cdot K(v) \right] \cdot V$$

con:  $V_{max} \geq V \geq 0$

$V = V_{min}$  se  $V = 0$

dove:

V(v) volume dei contenitori v-esimi assegnati all'utenza domestica [It]. Per le utenze con servizio condominiale viene calcolato dividendo il volume del contenitore assegnato per il numero di utenze.

V<sub>max</sub> volume standard massimo assegnato all'utenza domestica [It]

V<sub>min</sub> volume standard minimo assegnato all'utenza domestica [It]

C<sub>tf</sub> costi totali fissi attribuiti alle utenze domestiche [€]

N(v) numero di contenitori con volume v

K(v) coefficiente di adattamento del contenitore di volume v che tiene conto della crescente economia di gestione legata al volume dei contenitori ed alla tipologia di raccolta

$K(v) = K_1(v) \times K_2(v)$   
 (Vedere Tabella 23 -  
 Tabella 24)

- *Quota variabile*

Metodo presuntivo

$$TVd(n) = Q_{uv} \cdot K_b(n) \cdot Cu$$

dove:

n numero di componenti del nucleo familiare

Quv quota unitaria fissa [€/utenza]

$$Q_{uv} = \frac{Q_{tot}}{\sum N(n) \cdot K_b(n)}$$

Qtot quantità totale di rifiuti

N(n) numero di utenze con n componenti il nucleo familiare

Kb(n) coefficiente proporzionale di produttività di rifiuti per utenza domestica (vedere Tabella 22)

Cu costo unitario [€/kg] determinato dal rapporto tra costi variabili attribuibili alle utenze domestiche e quantità totale di rifiuti prodotti dalle utenze stesse.

Metodo puntuale

$$Tv = Q_{uv} \cdot q$$

dove:

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

(n° di vuotamenti del contenitore x volume del contenitore x peso specifico del secco (0,088 kg/l))

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

$$Q_{uv} = \frac{C_{tv}}{q_{tot}}$$

Ctv costi totali variabili attribuiti alle utenze domestiche [€]

qtot quantità totale di frazione secca non riciclabile raccolta dalle utenze domestiche (kg)

Per raccolta con contenitore condominiale:

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

q(n) quantità di rifiuto attribuibile ad un'utenza con n componenti il nucleo familiare nel periodo [kg/periodo]

Qtot quantità totale di rifiuto raccolto presso il contenitore condominiale nel periodo [kg/periodo]

### **Utenze non domestiche**

- Quota fissa

#### Metodo presuntivo

$$TFnd(ap, Sap) = Q_{apf} \cdot S(ap) \cdot K_c(ap)$$

dove:

ap tipologia di attività

S(ap) superficie dei locali dove si svolge l'attività produttiva

Qapf quota unitaria fissa

$$Q_{apf} = \frac{C_{tapf}}{\sum S_{tot}(ap) \cdot K_c(ap)}$$

Ctapf totale dei costi fissi attribuibili alle utenze non domestiche

S<sub>tot</sub>(ap) superficie totale delle utenze non domestiche con attività ap

K<sub>c</sub>(ap) coefficiente potenziale di produzione che tiene conto della quantità potenziale di rifiuti connessi alla tipologia di attività



Metodo puntuale

$$Tf = \left[ \frac{C_{tf}}{\sum K(v) \cdot N(v) \cdot V(v)} \cdot K(v) \right] \cdot V$$

con:

$V = V_{min}$  se  $V \leq V_{min}$  rifiuto

secco residuo

$T_f = 0$  se  $V \leq V_{min}$  rifiuti

riciclabili

dove:

$V(v)$  volume dei contenitori  $v$ -esimi assegnati all'utenza non domestica [lt]. Per le utenze con servizio condominiale viene calcolato dividendo il volume del contenitore assegnato per il numero di utenze.

$V_{min}$  volume standard minimo assegnato all'utenza non domestica [lt]

$C_{tf}$  costi totali fissi attribuiti alle utenze non domestiche [€]

$N(v)$  numero di contenitori

con volume  $v$

$K(v)$  coefficiente di adattamento del contenitore di volume  $v$  che tiene conto della crescente economia di gestione legata al volume dei contenitori ed alla tipologia di raccolta

$$K(v) = K_1(v) \times K_2(v)$$

(Vedere Tabella 23 - Tabella

24)

- *Quota variabile*

Metodo presuntivo

$$TVnd(ap, Sap) = S_{ap}(ap) \cdot K_d(ap) \cdot Cu$$

dove:

$K_d(ap)$  coefficiente potenziale di produttività di rifiuti per utenza non domestica in funzione del tipo di attività

$Cu$  costo unitario [€/kg] determinato dal rapporto tra costi variabili attribuibili alle utenze non domestiche e quantità totale di rifiuti prodotti dalle utenze stesse.

Metodo puntuale

$$Tv = Q_{uv} \cdot q$$

dove:

q quantità di frazione di rifiuto prodotto nel periodo dall'utenza non domestica [kg/periodo]

Q<sub>uv</sub> quota unitaria variabile per le utenze non domestiche [€/kg]

$$Q_{uv} = \frac{C_{tv}}{q_{tot}}$$

C<sub>tv</sub> costi totali variabili attribuiti alle utenze non domestiche per la raccolta della singola frazione di rifiuto [€]

q<sub>tot</sub> quantità totale di frazione di rifiuto raccolto dalle utenze non domestiche (kg)

Per raccolta con contenitore condominiale:

$$q(ap) = \frac{Q_{tot}}{\sum K_d(ap) \cdot S(ap)} \cdot K_d(ap) \cdot S(ap)$$

q(ap) quantità di rifiuto attribuibile ad un'utenza con attività ap nel periodo di riferimento [kg]

Q<sub>tot</sub> quantità totale di rifiuto raccolto presso il contenitore condominiale nel periodo [kg]

<b>Utenze domestiche</b>			
Numero componenti del nucleo familiare	Parte fissa	Parte variabile	
	K <sub>a</sub>	K <sub>b</sub>	
		minimo	massimo
1	0,80	0,52	1,00
2	0,94	1,18	1,45
3	1,05	1,41	1,72
4	1,14	1,49	1,80
5	1,23	1,54	2,08
6 o più	1,30	1,41	2,12

**Tabella 22** – Categorie delle utenze domestiche coefficienti K<sub>a</sub> e K<sub>b</sub> (Allegato 1 - “Regolamento Consortile per la disciplina della Tariffa – Approvato con deliberazione dell’Assemblea Consortile n. 3 del 30/03/2006”) (PRIULA).

K <sub>1</sub> (v)		
Tipo contenitore	min	max
25	1,15	1,35
50	1,05	1,25
120	0,95	1,15
240	0,85	0,95
360	0,75	0,85
660	0,65	0,85
1.000	0,55	0,65
1.700	0,40	0,55
5.000	0,15	0,35
25.000	0,05	0,25
< 2 mc mano	0,10	0,50
Cerd	0,10	0,50

**Tabella 23** – Coefficiente di adattamento K<sub>1</sub>(v) (Allegato 10 - “Regolamento Consortile per la disciplina della Tariffa – Approvato con deliberazione dell’Assemblea Consortile n. 3 del 30/03/2006”) (PRIULA).

K <sub>2</sub> (v)		
Tipo raccolta domiciliare	min	max
Carta	0,3	0,7
Vetro – plastica – lattine	0,3	0,7
Umido	1,0	2,0
Secco	0,8	1,2
Vegetale	0,5	0,7
Altre raccolte domiciliari	0,5	0,7
Raccolta su chiamata	0,5	1,0

**Tabella 24** – Coefficiente di adattamento K<sub>2</sub>(v) (Allegato 10 - "Regolamento Consortile per la disciplina della Tariffa – Approvato con deliberazione dell'Assemblea Consortile n. 3 del 30/03/2006") (PRIULA).

## Allegato 4 – Piana Fiorentina

- Tariffa

Ad oggi non esiste un Regolamento unico, cioè valido sul tutto il territorio, per la gestione dei tributi, ma ogni amministrazione è autonoma nel calcolare la tariffa sui rifiuti. È da notare però che i Regolamenti per l'applicazione della tariffa del servizio di gestione dei rifiuti urbani dei Comuni dell'area di studio sono abbastanza omogenei fra loro.

Come già indicato nel Capitolo 1 il gestore del servizio, a cui è affidata l'intera gestione del ciclo dei rifiuti urbani ed assimilati, nell'area della Piana Fiorentina è l'azienda Quadrifoglio S.p.A., che si occupa anche della fatturazione e riscossione della tariffa.

Di seguito si riporta uno schema riepilogativo delle indicazioni riportate nei Regolamenti stessi evidenziandone le analogie e le differenze

La tariffa è istituita per la copertura integrale dei costi relativi alla gestione dei rifiuti urbani e dei rifiuti speciali assimilati a quelli urbani, ed è determinata sulla base del Piano finanziario, redatto ai sensi del D.P.R. 158/99.

La tariffa, dovuta annualmente da ogni utenza, si compone di una **quota fissa** e di una **quota variabile**: la parte fissa è determinata sulla scorta delle componenti essenziali del costo del servizio, mentre la parte variabile è rapportata alla quantità dei rifiuti prodotti e conferiti al servizio fornito ed all'entità dei costi di gestione.

Il riparto, tra **utenze domestiche** e **utenze non domestiche**, dell'insieme dei costi da coprire con la tariffa è eseguito secondo criteri razionali, assicurando alle utenze domestiche delle agevolazioni.

Per il **calcolo della tariffa delle utenze domestiche** la superficie di riferimento è misurata sul filo interno dei muri perimetrali di ciascun locale, inoltre si considera il numero degli occupanti.

La **quota fissa** si calcola prendendo a riferimento l'importo dovuto da ogni singola utenza, ponderato sulla base del coefficiente di adattamento relativo al numero degli occupanti ed alla superficie dei locali occupati, secondo quanto previsto al punto 4.1 dell'Allegato 1 al D.P.R. n. 158/99.

La **quota variabile** è rapportata alla quantità di rifiuti differenziati e indifferenziati prodotta da ciascuna utenza. La quota relativa ad ogni singola utenza viene determinata applicando un coefficiente di adattamento in funzione del numero degli occupanti. Fino a quando non saranno messi a punto e resi operativi sistemi di misurazione delle quantità di rifiuti effettivamente prodotti dalle singole utenze domestiche, si applica un sistema presuntivo assumendo un coefficiente di adattamento di cui alla tabella 2 dell'Allegato 1 al D.P.R. n. 158/99, da stabilirsi contestualmente alla determinazione della tariffa.

Per il **calcolo della tariffa delle utenze non domestiche** la superficie di riferimento è misurata come segue:

1. per i locali: sul filo interno dei muri perimetrali;
2. per le aree scoperte operative, utilizzate ai fini dell'attività, sul perimetro interno delle aree stesse, al netto della superficie di eventuali locali che vi insistono.

La **quota fissa** è calcolata prendendo a riferimento l'importo dovuto da ogni singola utenza, ponderato sulla base di un coefficiente relativo alla potenziale produzione di rifiuti connessa alla tipologia di attività per unità di superficie assoggettabile a tariffa, stabilito contestualmente alla determinazione della tariffa, secondo quanto previsto al punto 4.3 dell'Allegato 1 al D.P.R. n. 158/99.

La **quota variabile** è calcolata sulla base delle quantità di rifiuti effettivamente conferiti da ogni singola utenza. Fino a quando non saranno messi a punto e resi operativi sistemi di misurazione delle quantità di rifiuti effettivamente conferiti dalle singole utenze non domestiche, si applica un sistema presuntivo prendendo a riferimento per singola tipologia di attività la

produzione annua per mq ritenuta congrua nell'ambito degli intervalli indicati nel punto 4.4 dell'Allegato 1 al D.P.R. n. 158/99, da stabilirsi contestualmente alla determinazione della tariffa.

Per le **utenze** sono previste **riduzioni** della **quota variabile** della tariffa, su specifica richiesta redatta e presentata da parte dei soggetti interessati, nel caso in cui si verificano le condizioni indicate nella Tabella 25.

<b>Percentuale di riduzione della quota variabile della Tariffa</b>					
	Calenzano	Campi Bisenzio	Firenze	Sesto Fiorentino	Signa
Utenze il cui punto di accesso sia posto ad una distanza dal punto più vicino di raccolta dei rifiuti > 500 m Calenzano, Sesto Fiorentino > 600 m Campi Bisenzio > 1.000 m Signa	50%	60%		50%	30%
Locali relativi ad utenze domestiche a disposizione per uso stagionale o limitato o discontinuo da utente residente in Italia	25%	30%			35%
Locali relativi ad utenze domestiche a disposizione per uso stagionale o limitato o discontinuo da utente che risieda o dimori all'estero per più di sei mesi all'anno	40%	30%		30%	35%
Locali di abitazione occupati da imprenditori agricoli a titolo principale o da coltivatori diretti	40%	30%	30%	30%	30%
Utenze domestiche che dimostrino di effettuare il compostaggio domestico	20%	20%	25%	25%	20%
Locali ed aree scoperte, relativi ad utenze non domestiche, adibiti ad uso stagionale o non continuativo ma ricorrente, per un periodo che complessivamente sono < 183 giorni	33%	30%	30%	30%	30%
Le utenze non domestiche che con appositi impianti interni all'azienda provvedono al riutilizzo degli scarti	33%	30%	30%		

<b>Percentuale di riduzione della quota variabile della Tariffa</b>					
	Calenzan o	Campi Bisenzio	Firenze	Sesto Fiorentino	Signa
di produzione nello stesso ciclo produttivo					
Per le utenze domestiche con abitazioni diverse dalla principale ma tenute a disposizione dei residenti nel Comune	100 %				
Per le utenze domestiche, intestate a soggetti residenti nel Comune, costituite da garages, cantine o locali accessori a quelli ad uso abitativo, ubicati ad indirizzo diverso da quello dell'abitazione	100 %	100 %			
Per le utenze domestiche che conferiscono RD presso le stazioni ecologiche			Max 20%	25% 40% 60%	20%
Per le utenze non domestiche che avviano a recupero i rifiuti assimilati presso soggetti terzi			Max 30%	25%	Max 30%
Utenze non domestiche certificate ISO 14001 e/o EMAS			5%	5%	5%
Utenze non domestiche che aderiscono a iniziative sperimentali di RD assimilati attivati dal gestore, con modalità ed obiettivi concordati			Max 20%	Max 20%	Max 20%
Utenze non domestiche che aderiscono a protocolli d'intesa o convenzione per la raccolta dei RAEE provenienti da nuclei domestici			10%	10%	10%
Utenze non domestiche che assicurano nell'ambito delle aree di propria pertinenza spazi dedicati alla RD			Max 20%	Max 20%	Max 20%
Famiglie con portatori di handicap con un grado di invalidità pari al 100% non ricoverati in istituti				50%	
Utenze non domestiche che mettono in atto interventi per avere una minore produzione di rifiuti o pretrattamento selettivo o qualitativo che agevoli lo smaltimento o il recupero				25%	
Riduzione massima applicabile		70%	70%	70%	70%

**Tabella 25 – Percentuale di riduzione della quota variabile della Tariffa.**



## Allegato 5 – Certificazione operatività impianti plasma

010-1-724-722-7057

Hitachi Metals, Ltd.

5200 mikajiri, kumagaya-shi, Saitama-ken  
360-8577, Japan

July 27, 2007

Dr. S. V. Dighe  
President  
Westinghouse Plasma Corporation  
Plasma Center, P. O. Box 410  
Madison, Pennsylvania - 15663  
U. S. A.

Subject: Operations Status of Waste Treatment Plants built by Hitachi Metals Ltd. using  
Westinghouse Plasma Technology

Dear Dr. Dighe:

As per your request, we are providing you the operational status of the two commercial plants in Japan that our company has built utilizing Westinghouse plasma technology.

The Mihama-Mikata plant has been in operation since December 2002. It processes 17.2 tpd of municipal solid waste (MSW) and 4.8 tpd of waste water treatment plant sludge. The second plant, i.e. the Eco Valley Utashinai plant in Hokkaido, has been in operation since April 2003 and process 2 lines of 82.5 tpd of MSW and auto shredder residue (ASR).

Sincerely,



Shinichi Osada, GM  
Environmental System Division  
Hitachi Metals, Ltd

## Allegato 6 – Il processo di gassificazione

Nella gassificazione si realizza un insieme di reazioni tra materiali carboniosi ed uno o più reagenti contenenti ossigeno (aria, ossigeno puro, anidride carbonica o miscele di tali gas, spesso in combinazione con vapor d'acqua), a temperature generalmente superiori agli 800°C, per ottenere prodotti gassosi non completamente ossidati da utilizzare come fonte di energia o come sostanze di base per l'industria chimica.

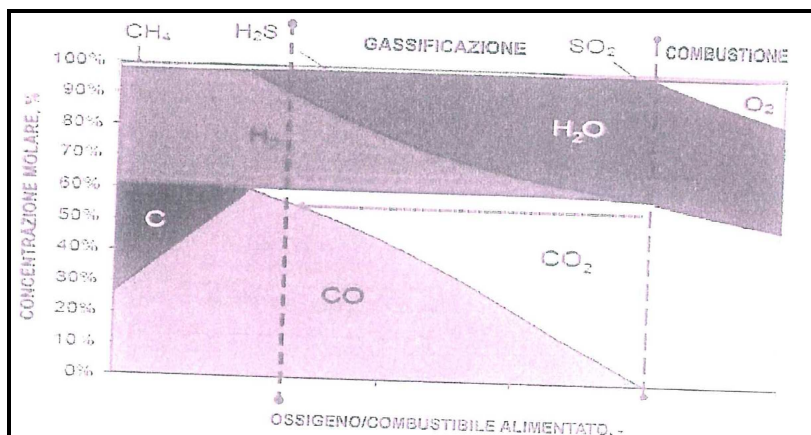
Le fasi successive, endotermiche ed esotermiche, di un processo di gassificazione sono quella di riscaldamento ed essiccamento (che si completa a circa 160°C), quella di pirolisi (a temperature fino a circa 700°C, con rilascio di gas non condensabili, come metano ed anidride carbonica, e gas condensabili, come i vari composti catramosi, denominati tar) e infine quella delle numerose reazioni chimiche che avvengono in un ambiente riducente, cioè in presenza di una quantità di ossigeno inferiore a quella richiesta dalla stechiometria della reazione di ossidazione. Le reazioni di ossidazione parziale con l'ossigeno forniscono il calore necessario a mantenere la temperatura di esercizio del gassificatore al valore desiderato. Di conseguenza, per operazioni con il vapore d'acqua come unico agente gassificante bisogna disporre di una sorgente esterna che fornisca il calore necessario alle reazioni endotermiche di gassificazione.

Il gas prodotto è essenzialmente una miscela di CO,  $H_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $N_2$  (se si usa aria come gassificante),  $CH_4$  e C solido, e contiene anche prodotti indesiderati e inquinanti, tra i quali ceneri, tar e liquidi condensabili. Il suo potere calorifico varia tra un intervallo minimo di 4-7 MJ/m<sup>3</sup>N (per la gassificazione con aria, che produce un syngas con un tenore di azoto fino al 60%) ed un massimo di 10-18 MJ/m<sup>3</sup> N (per la gassificazione con ossigeno, che richiede di disporre di ossigeno puro con elevati costi di investimento e di esercizio). I successivi trattamenti dipendono dall'utilizzo previsto.

Per la produzione energetica si richiede una pulizia (cioè un abbattimento di polveri e tar oltre che di alcali, cloro, zolfo e metalli pesanti

eventualmente presenti) di grado crescente passando da un livello minimo, richiesto per impiego in caldaie combinate con turbine a vapore, ad uno modesto, per impiego in bruciatori di gas a basso  $\text{NO}_x$  (con efficienze energetiche che arrivano al 28%), ad uno sempre maggiore, meno di  $10 \text{ mg/Nm}^3$  di carico complessivo di tar e polveri, per impiego diretto in motori e in turbine a gas (con efficienza potenziale intorno al 32%) e in futuro anche in celle a combustibile (con efficienza energetica oltre il 40%). Per le sintesi chimiche, quali la preparazione di idrogeno, ammoniaca, metanolo ed altri composti da essi derivati, si richiedono livelli di pulizia ancora maggiori e un ulteriore condizionamento, che consiste nell'eliminare chimicamente o rimuovere fisicamente composti indesiderati, come la  $\text{CO}_2$  ed alcuni idrocarburi.

L'andamento della composizione dei prodotti passando dalla combustione (in cui i gas effluenti contengono essenzialmente  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{O}_2$  in eccesso) alla gassificazione (con tenori crescenti di  $\text{CO}$  e  $\text{H}_2$  e decrescenti di  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ ), cioè per valori via via minori del tenore di ossigeno nei gas reagenti (fino a condizioni vicine a quelle di pirolisi).



**Figura 24** – andamento composizione prodotti al variare del processo

Anche per gli altri elementi che possono essere presenti nel rifiuto di partenza, le specie formate passano da quelle ossidate ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ) a quelle ridotte ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$  o  $\text{HCN}$ ).

I principali parametri del processo di gassificazione sono:

- La *composizione chimica* e le proprietà fisiche del rifiuto da gassificare;
- La *composizione chimica* e la *temperatura* in ingresso al reattore dell'agente gassificante;
- Il *gradiente di temperatura* nel reattore;
- Il *rapporto di equivalenza*, definito come il rapporto tra la quantità di ossigeno alimentata a quella necessaria alla combustione stechiometrica del rifiuto effettivamente alimentato;
- Il *rapporto vapore/combustibile*, definito come rapporto tra la portata massica di vapore alimentato e la portata di combustibile;
- Il *rapporto di gassificazione*, definito come rapporto tra la somma delle portate massiche di vapore e di ossigeno alimentate a le portata di combustibile;
- Il *tempo di permanenza* nel reattore dei gas e del rifiuto.

	COMBUSTION	GASSIFICAZIONE	PIROLISI
<b>Scopo del processo</b>	Massimizzare la conversione del rifiuto a CO <sub>2</sub> e H <sub>2</sub> O (produrre gas effluenti ad alta temperatura)	Massimizzare la conversione del rifiuto a CO e H <sub>2</sub> (produrre gas combustibile ad alto potere calorifico)	Massimizzare la conversione del rifiuto tramite degradazione termica a gas (idrocarburi) e oli
<b>Condizioni di esercizio</b>			
Ambiente di reazione	Ambiente fortemente ossidante (elevati eccessi d'aria)	Ambiente riducente (quantità di ossigeno inferiore a quella stechiometrica)	Assenza di ossigeno
Temperatura	Più bassa (minore del punto di fusione delle ceneri)	Generalmente superiore agli 800°C (maggiore del punto di fusione delle ceneri)	Comprese tra i 500°C e gli 800°C (minore del punto di fusione delle ceneri)
Pressione	Generalmente atmosferica	Generalmente atmosferica ma può essere anche elevata	Leggera sovrappressione
Gas reagente	Aria	Aria, ossigeno, anidride carbonica, vapor d'acqua	Nessuno (si usa azoto o parte del gas prodotto)
<b>Output del processo</b>			
Gas prodotti	CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O	CO, H <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub>	CO, H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> e in genere C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> con n>5

Inquinanti	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , HCl	H <sub>2</sub> S, HCl, NH <sub>3</sub> , HCN, tar	H <sub>2</sub> S, HCl, NH <sub>3</sub> , HCN, tar
Stato delle ceneri	Spesso secche (materiale minerale convertito a ceneri di fondo e ceneri volanti)	Spesso vetrose (materiale minerale convertito a scorie vetrose) e particolato fine devolatilizzato	Spesso con contenuto di carbonio non trascurabile
<b>Trattamento dei gas</b>			
	A pressione	Anche ad alta pressione	A pressione atmosferica
	Gas effluenti trattati e poi emessi in atmosfera	Gas di sintesi trattati e poi usati per produzione di chemicals o di energia (con successiva emissione in atmosfera)	Gas trattati e poi usati per produzione di chemicals o di energia (con successiva emissione in atmosfera)
	Zolfo convertito ad anidridi ed emesso in atmosfera	Recupero dello zolfo come sotto prodotto vendibile in varie forme	

Il numero elevato di tali parametri è indicativo della complessità del processo ma anche delle possibilità di trovare combinazioni adeguate per trattare efficacemente rifiuti di tipo diverso. Alla stessa maniera per misurare l'efficienza del processo non basta un solo parametro, come accade invece per la combustione. I parametri più usati sono:

- L'*efficienza di conversione* in carbonio, o CCE, definita come rapporto tra la portata di carbonio trasformata in prodotti gassosi e la portata di carbonio alimentata con il combustibile; questo indice fornisce una informazione sul grado di conversione ottenibile e, conseguentemente, sulla produttività dell'impianto e sulla quantità di prodotto non convertito da trattare in altro modo ovvero smaltire;
- L'*efficienza termica apparente*, o CGE, definita come rapporto tra l'energia chimica del gas prodotto e quella del rifiuto alimentato; viene anche definita "efficienza a freddo" in quanto include solo il contenuto energetico potenziale, cioè l'entalpia di combustione del gas e del rifiuto;

L'*efficienza termica*, o HGE, definita come rapporto tra la somma del calore sensibile e dell'energia chimica del gas prodotto e quella del rifiuto

alimentato; questo indice riveste particolare importanza in processi di pirogassificazione condotti in alti campi di temperatura (tipicamente la gassificazione al plasma) nei quali risulta di primaria importanza recuperare non solo il calore di combustione del syngas, ma anche il calore sensibile associato al flusso di syngas in uscita del reattore di conversione.

**fonte:** *atti del 63° Corso di aggiornamento in Ingegneria Sanitaria-Ambientale, 2008 del Politecnico di Milano*

## **Appendice**

\* note relative ai trattamenti termici oggetto delle visite dei tecnici del comune

### ***Trattamenti termici***

L'Amministrazione ha deciso di affiancare alla verifica tecnica, economica e prestazionale degli impianti a "freddo" (TMB), una analisi e valutazione di due tipologie di trattamenti a "caldo": Il termine gassificazione, in particolare, comprende i processi di conversione di qualsiasi combustibile carbonioso in un prodotto gassoso con potere calorifico utilizzabile. La gassificazione di materiali solidi e liquidi a base carboniosa è nota da quasi duecento anni ed è stata ampiamente impiegata per la produzione di gas di città nell'ultima parte del XIX e del XX secolo e comunque quasi esclusivamente su "matrici" omogenee di materiali anche quando riferiti a "scarto" (legname, amianto ecc). Solo recentemente sono stati attivati "esperimenti pilota" ed in Giappone in particolare, alcuni impianti che trattano "rifiuti solidi urbani" ed altri che "vetrificano le ceneri tossiche" derivanti dall'incenerimento dei rifiuti. . Tuttavia , al di là di risultati più o meno significativi, le tecnologie in oggetto quasi unanimemente vengono ritenute ancora non sufficientemente affidabili ad operare su matrici "eterogenee" come quelle rappresentate dai rifiuti. E questo a prescindere da una valutazione sanitaria ed ambientale che per la

natura delle emissioni correlate a tali impianti pone più o meno nella stessa misura i problemi posti dall'incenerimento diretto dei rifiuti. Inoltre Come già riferito sia per il carattere dell'investitura della Commissione tecnica istituita dal Comune che pone gli accenti sulle "buone pratiche" relative all'intero ciclo di gestione dei rifiuti e su ALTERNATIVE IMPIANTISTICHE "A FREDDO" i sottoscritti ritengono al di fuori del loro "campo di indagine" la valutazione dei siti e degli impianti visitati in questo contesto dai due tecnici incaricati dal Comune ( e solo per l'impianto visitato in Islanda anche da un tecnico dei Comitati- su loro invito). Quindi solo per completezza informativa (visto anche la presenza "collegiale" degli esperti nel caso della visita all'impianto in Islanda) riportiamo quanto segue. Le due tecnologie di trattamento termico prese in considerazione dall'Amministrazione comunale sono state la:

- **Dissociazione molecolare** → il processo di dissociazione molecolare viene avviato mediante riscaldamento della cella di reazione a fiamma diretta (con combustibile gassoso – metano, GPL, ovvero liquido – gasolio); dopo la fase di riscaldamento fino a circa 400°C il processo si attiva e procede autosostenendosi;
- **Gassificazione al plasma** → il processo di gassificazione adotta come fonte di calore una torcia al plasma; nel reattore di gassificazione viene utilizzato il gas ionizzato, a temperature di qualche migliaio di °C, operando in modo da contenere e ridurre il più possibile il ricorso all'impiego della torcia, in considerazione degli elevati consumi specifici di energia.

Entrambi i processi appena citati, ancorché molto diversi sul piano tecnologico, non sono ancora usciti pienamente da una fase di sviluppo di tipo sperimentale, dal momento che ne esistono ben poche applicazioni in scala industriale in esercizio.

### 5.3.4 Gassificazione e Pirolisi

Rimandando all'allegato 6 per una descrizione esaustiva del processo di gassificazione dei rifiuti urbani, si riportano nel seguito schematicamente le principali caratteristiche e differenze fra i processi "caldi": combustione, gassificazione e pirolisi.

	COMBUSTIONE	GASSIFICAZIONE	PIROLISI
<b>Scopo del processo</b>	Massimizzare la conversione del rifiuto a CO <sub>2</sub> e H <sub>2</sub> O (produrre gas effluenti ad alta temperatura)	Massimizzare la conversione del rifiuto a CO e H <sub>2</sub> (produrre gas combustibile ad alto potere calorifico)	Massimizzare la conversione del rifiuto tramite degradazione termica a gas (idrocarburi) e oli
<b>Condizioni di esercizio</b>			
Ambiente di reazione	Ambiente fortemente ossidante (elevati eccessi d'aria)	Ambiente riducente (quantità di ossigeno inferiore a quella stechiometrica)	Assenza di ossigeno
Temperatura	Più bassa (minore del punto di fusione delle ceneri)	Generalmente superiore agli 800°C (maggiore del punto di fusione delle ceneri)	Comprese tra i 500°C e gli 800°C (minore del punto di fusione delle ceneri)
Pressione	Generalmente atmosferica	Generalmente atmosferica ma può essere anche elevata	Leggera sovrappressione
Gas reagente	Aria	Aria, ossigeno, anidride carbonica, vapor d'acqua	Nessuno (si usa azoto o parte del gas prodotto)
<b>Output del processo</b>			
Gas prodotti	CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O	CO, H <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub>	CO, H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> e in genere C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> con n>5
Inquinanti	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , HCl	H <sub>2</sub> S, HCl, NH <sub>3</sub> , HCN, tar	H <sub>2</sub> S, HCl, NH <sub>3</sub> , HCN, tar
Stato delle ceneri	Spesso secche (materiale minerale convertito a ceneri di fondo e ceneri volanti)	Spesso vetrose (materiale minerale convertito a scorie vetrose) e particolato fine devolatilizzato	Spesso con contenuto di carbonio non trascurabile
<b>Trattamento dei gas</b>			
	A pressione	Anche ad alta pressione	A pressione atmosferica
	Gas effluenti trattati e poi emessi in atmosfera	Gas di sintesi trattati e poi usati per produzione di chemicals o di energia (con successiva emissione in atmosfera)	Gas trattati e poi usati per produzione di chemicals o di energia (con successiva emissione in atmosfera)



	Zolfo convertito ad anidridi ed emesso in atmosfera	Recupero dello zolfo come sotto prodotto vendibile in varie forme	
--	---	---	--

**Tabella 26** – principali differenze fra tecnologie di combustione, gassificazione e pirolisi

Si evidenzia, inoltre, che per misurare l'efficienza del processo non basta un solo parametro, come accade per la combustione. I parametri più usati sono:

- L'*efficienza di conversione* in carbonio, o CCE, definita come rapporto tra la portata di carbonio trasformata in prodotti gassosi e la portata di carbonio alimentata con il combustibile; questo indice fornisce una informazione sul grado di conversione ottenibile e, conseguentemente, sulla produttività dell'impianto e sulla quantità di prodotto non convertito da trattare in altro modo ovvero smaltire;
- L'*efficienza termica apparente*, o CGE, definita come rapporto tra l'energia chimica del gas prodotto e quella del rifiuto alimentato; viene anche definita "efficienza a freddo" in quanto include solo il contenuto energetico potenziale, cioè l'entalpia di combustione del gas e del rifiuto;
- L'*efficienza termica*, o HGE, definita come rapporto tra la somma del calore sensibile e dell'energia chimica del gas prodotto e quella del rifiuto alimentato; questo indice riveste particolare importanza in processi di piro-gassificazione condotti in alti campi di temperatura (tipicamente la gassificazione al plasma) nei quali risulta di primaria importanza recuperare non solo il calore di combustione del syngas, ma anche il calore sensibile associato al flusso di syngas in uscita del reattore di conversione.

### **5.3.4 Visita al Dissociatore molecolare di Husavik**

La visita presso un impianto di “dissociazione molecolare” è stata effettuata il 7 febbraio 2008. L'impianto si trova nelle vicinanze della città di Husavik, nel nord dell'Islanda ed ha una capacità di targa di trattamento pari a circa 16.000 ton/anno di RU indifferenziati, rifiuti speciali e scarti da lavorazioni agroindustriali locali (pneumatici triturati, carcasse animali, etc.).

La portata effettivamente trattata risultava inferiore a quella nominale.

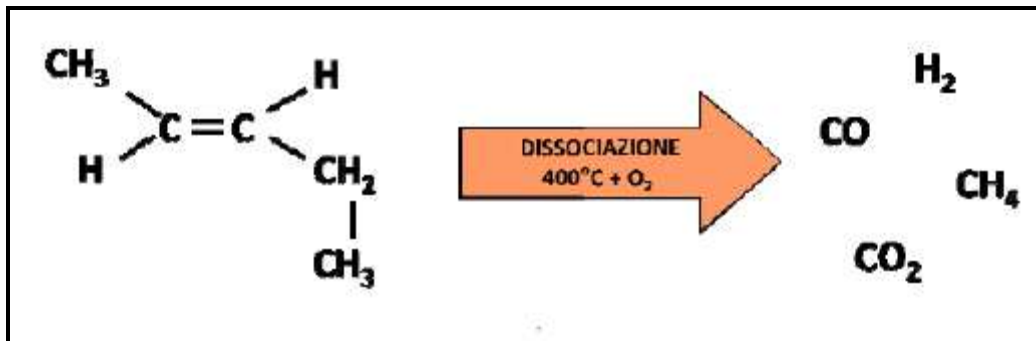
Il giorno della visita l'impianto non era operativo per problemi di ordine tecnico. I dati relativi alla tecnologia della dissociazione molecolare, riportati nei paragrafi che seguono, sono, pertanto, forniti dalla Ditta Energo srl, produttrice dell'impianto in esame e non sono stati oggetto di verifica on-site causa fermo dell'installazione.

Nel bacino di utenza servito dall'impianto le RD sono poco sviluppate e limitate ad alcune frazioni facilmente recuperabili (metalli, vetro), mentre l'organico viene raccolto in maniera indifferenziata.

### **5.3.3 Principio di funzionamento della tecnologia**

Il processo di dissociazione molecolare ha come obiettivo quello di disassemblare le molecole di origine organica complesse per riassemblarle in composti più semplici con produzione di un gas sintetico, il *SynGas*. Il processo avviene in un ambiente chiuso, in carenza di ossigeno (circa il 40% rispetto allo stechiometrico), e sviluppando una curva termica compresa fra i 300 e i 550 °C.

Per effetto del riscaldamento, in ambiente in carenza di ossigeno, si ha la rottura dei legami chimici del carbonio con la conseguente costituzione di molecole più semplici:



Il processo di dissociazione molecolare si sviluppa in un periodo di circa 24 ore ed è accompagnato dalla produzione di un gas la cui composizione chimica e potere calorifico dipendono della tipologia di materiale alimentato. In linea generale si può osservare che i principali componenti sono costituiti da idrogeno (H<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), monossido di carbonio (CO) e biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>).

Il processo è discontinuo (*batch*) e si sviluppa all'interno di celle di dissociazione (vedi Figura 25) realizzate in acciaio, rivestite internamente in refrattario ed equipaggiate con sistema di chiusura a tenuta (la volumetria di ciascuna cella deve essere adattata alle specifiche esigenze di trattamento e con l'obiettivo di ottenere una produzione di syngas il più costante ed uniforme possibile). Le celle di dissociazione molecolare sono il componente del sistema in cui una combinazione di **pirolisi**, **termolisi** e **gassificazione** converte la carica a base carbonica in syngas e cenere, senza che abbia luogo il processo di combustione diretta (processo di ossidoriduzione).



Figura 25 – cella di dissociazione molecolare

Il processo ha luogo in costanti condizioni di carenza di ossigeno ed in maniera molto lenta.

Si parte da materiale sfuso, caricato a lotti in una serie di celle di dissociazione, i RIFIUTI TAL QUALI non vengono sottoposti a nessun tipo di pretrattamento e recupero preventivo . Un bruciatore di servizio, funzionante a gas naturale, installato nella parte superiore di ogni cella, viene avviato per pochi minuti, in modo da creare le condizioni di innesco; quindi ha inizio una lenta fase di trasformazione del materiale organico in gas ad una temperatura oscillante tra i 300 ed i 550 °C. Una volta iniziato, il processo si sostiene senza ulteriore bisogno di energia esterna e viene controllato tramite un apposito algoritmo che ne controlla i principali parametri. L'energia necessaria ad ottenere la trasformazione di molecole complesse in materiali gassosi semplici viene prelevata all'interno tramite parziale ossidazione del carbonio. Il grado di conversione del carbonio calcolato sul gas freddo, oscilla tra il 65 e l'80% in dipendenza delle caratteristiche del materiale caricato. Ciò vuol dire che fino all'80% della energia totale caricata può essere recuperata nel gas.

I valori più alti di conversione si raggiungono nel caso di cariche con prodotti a bassa umidità, con ridotto contenuto di materiali incombustibili, e con elevato potere calorico.

Il processo ha luogo in condizioni di temperatura ridotta, difetto di ossigeno, in atmosfera riducente.

La purificazione del SynGas avviene attraverso un treno di pulizia per la rimozione del particolato, dei gas acidi, degli asfalti ed altri idrocarburi pesanti.

Il treno di purificazione è composto normalmente da:

- ciclone per la rimozione dei trascinamenti oleosi e particolati più pesanti
- sistema di raffreddamento

- Sistema di filtrazione con passaggio su letto di soda e carboni attivi per l'assorbimento dei trascinamenti e neutralizzazione dei gas acidi (metalli pesanti, alogeni, TAR, ecc.).
- Colonna di lavaggio a doppio stadio per la correzione finale e rimozione dei gas acidi e TAR più leggeri, ed eventuale blocco di idrogeno solforato.

Nel caso di presenza di contaminanti aggiuntivi rispetto a quelli su elencati, legati a particolari tipi di prodotto caricato, possono essere effettuate aggiunte e o varianti operative atte alla rimozione degli stessi. Non sono a conoscenza degli scriventi impianti operativi dotati di trattamento di purificazione del syngas tale da rendere il gas compatibile con usi nobili (ad es., combustione in motori alternativi).

Il prodotto finale è costituito da gas di sintesi avente un potere calorico tra 1,2 (valore caratteristico del RU) e 4 Kwh/Nm<sup>3</sup>, in funzione della tipologia di rifiuto trattata.

### 5.3.3 *Emissioni*

La sezione di dissociazione molecolare produce due flussi: syngas (aeriforme) e ceneri (solido). Il processo di gassificazione avviene all'interno di camere chiuse in cui viene immessa una quantità di aria controllata e quello che esce dalla camera è un gas di sintesi, costituito da composti generati dalla reazione solido/aria a spese di calore interno al prodotto caricato.

L'emissione in atmosfera è rappresentata dai prodotti di combustione del gas di sintesi nell'apparato impiegato per la produzione energetica. Per poter essere impiegato efficacemente nelle più comuni centrali cogenerative il syngas deve subire un processo di purificazione adeguato, che ad oggi non ci risulta installato in nessuna applicazione al livello industriale.

## CENERI

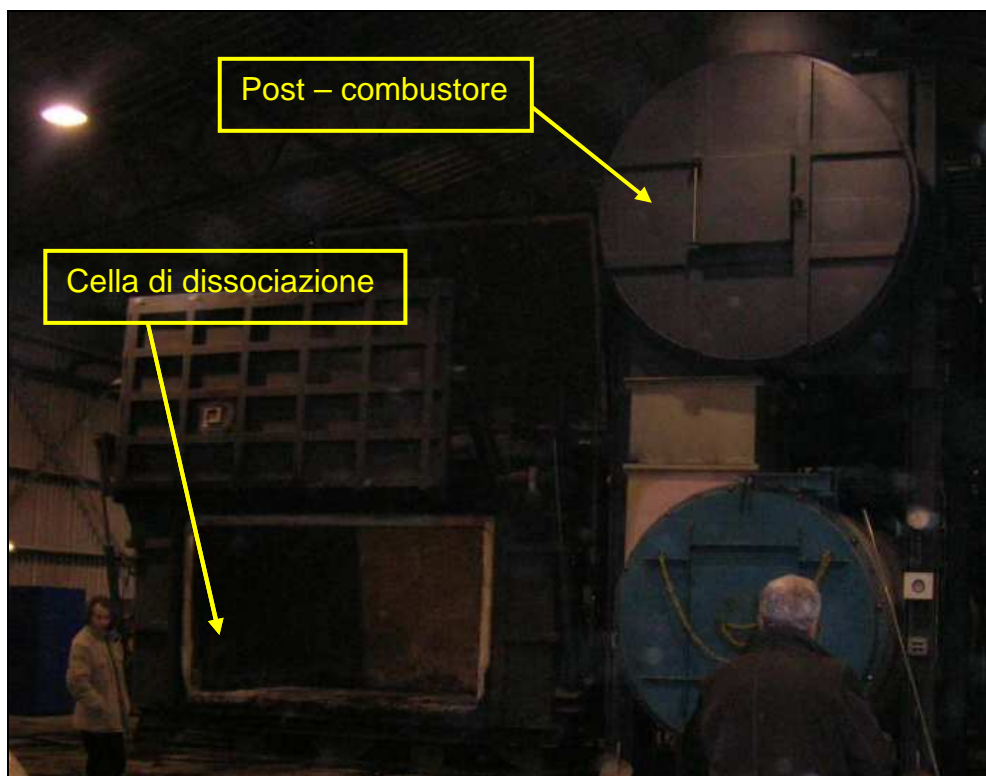
Il materiale a base di carbonio si trasforma in gas (contenente in tracce tutti gli inquinanti tipici dei processi termici relativi alla combustione dei rifiuti), vapore acqueo e composti in tracce. Il residuo è rappresentato da un solido costituito da sali minerali, metalli e vetro che ENERGO afferma non aver bisogno di processi di smaltimento onerosi in quanto privo di sostanze inquinanti e/o pericolose (come nel caso delle scorie e delle ceneri degli inceneritori). L'assenza di "certificazione" (se non di un "autocertificazione" da parte dell'azienda produttrice) di tali affermazioni dovrebbe indurre a maggiore prudenza tanto più se si considerano esperienze analoghe o comunque riconducibili a processi di gassificazione dei rifiuti come quella di Greve in Chianti o del Thermoselect che confermano il carattere addirittura "pericoloso" delle scorie derivanti da tali processi.

### *Costi di investimento e di gestione*

L'impianto visitato in Islanda fa parte di un sistema di produzione energetica integrato con fonti geotermiche: il syngas prodotto dalla celle di dissociazione viene, infatti, bruciato in un post – combustore (vedi Figura 26) ed i fumi prodotti sono impiegati per il surriscaldamento del vapore geotermico disponibile in sito. Il vettore termico per il power generation è il fluido geotermico.

La particolarità della situazione islandese (disponibilità di risorsa geotermica a costo estremamente contenuto) rende, di fatto, poco interessante e conveniente l'ulteriore investimento nelle sezioni di lavaggio e purificazione del gas (necessaria ove si intenda impiegare direttamente il gas in turbina ovvero in motore alternativo) e di produzione energetica (ciclo combinato, turbina a vapore, ciclo Rankine a fluido organico, ciclo Otto, etc.).

Questo aspetto rappresenta un limite della visita effettuata dal momento che non ha permesso la verifica in campo delle effettive possibilità di recupero energetico (con particolare riferimento alla produzione di corrente elettrica) e delle relative rese, da fonti alternative a quelle fossili) nonché del contenimento dei costi.



**Figura 26** – particolare di una cella e del postcombustore dell'impianto di Husavik (Islanda)

Da un confronto con i tecnici della ditta Energo srl, fornitrice dell'impianto di dissociazione di Husavik, è emerso anche che lo stato dell'arte delle tecnologie per la purificazione del gas non consente di impiegare direttamente il syngas in macchine a combustione interna: i treni di trattamento del gas di sintesi non riescono a conseguire gli standard qualitativi richiesti per l'alimentazione di questi apparati (ad esempio turbogas, motori ciclo Otto) e sussistono, tuttora, fenomeni di usura e sporcamento non compatibili con l'esercizio industriale dell'impianto. Il

recupero energetico con macchine (motori alternativi) o cicli (combinato) altamente performanti in termini di resa di produzione in corrente (40%÷60% del carico entalpico influente) risulta, pertanto, di fatto precluso.

### Valutazioni

La tecnologia della “dissociazione molecolare” non appare, pertanto, adeguata al trattamento dei rifiuti del territorio oggetto del presente studio per ragioni connesse con le portate individuate dal Piano Industriale e per la mancanza di un processo di trattamento del syngas affidabile e consolidato che ne permetta l’impiego in macchine di produzione energetica altamente performanti (quest’ultimo aspetto, in particolare, riduce i recuperi energetici e penalizza, conseguentemente, i costi gestionali). Naturalmente questo oltre le valutazioni ambientali e sanitarie che spingono gli esperti di fiducia dei Comitati a ritenere del tutto simili i rischi posti da questi con quelli derivanti dall’incenerimento.



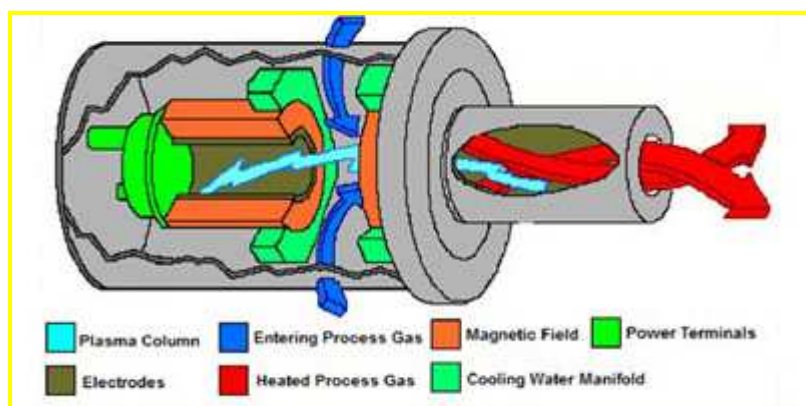
### **5.3.4 Visita al Gassificatore al plasma di Madison**

La visita presso un impianto di gassificazione al plasma è stata effettuata il 3 aprile 2008 con la sola presenza dei due ingegneri indicati dal Comune. L'impianto si trova a Madison, nelle vicinanze della città di Pittsburgh (Pennsylvania), nel nord – est degli Stati Uniti, trattasi di un piccolo impianto pilota NON OPERANTE SU SCALA INDUSTRIALE che è ubicato presso il centro ricerche della Westinghouse Plasma Corporation (WPC). L'impianto visitato viene impiegato dal fornitore per le prove di funzionamento nei vari comparti nei quali la WPC opera ed è equipaggiato con due stazioni di prova con torce del tipo MARCH dotate di potenza elettrica modulante fino a 5000 kW; il sistema è, inoltre, dotato di un post – combustore a valle della produzione di syngas. A differenza delle altre visite che hanno potuto “entrare nel merito” di esperienze in corso di svolgimento su scala industriale, curiosamente questa visita non può esibire nessuna valutazione relativa a prestazioni impiantistiche effettivamente, in quel contesto, in corso di svolgimento se non in modo praticamente “virtuale”. Infatti, da ciò che ci è stato riferito dai colleghi della Commissione i dirigenti di WPC hanno esposto molti aspetti connessi con l'impiego della tecnologia del plasma nel trattamento dei RU e nella loro valorizzazione energetica (impianto “waste to energy”) MA RIFERENDOSI AD IMPIANTI UBICATI ALTROVE ED IN PARTICOLARE IN GIAPPONE., con particolare riferimento agli impianti di Hitachi Metals (il gassificatore di Mihama – Mikata da 24 ton/g di RU e 4 ton/g di fanghi da trattamento acque reflue urbane, operativo dal dicembre 2002, ed il gassificatore di Utashinai da circa 280 ton/g di RU, operativo dall'aprile 2003).

#### *Principio di funzionamento della tecnologia*

*Il plasma è un gas ad alta temperatura e ionizzato generato da una apposita torcia (vedi Figura 27) mediante interazioni fra il gas impiegato ed un arco elettrico di idonea intensità: queste interazioni determinano la dissociazione*

del gas in ioni ed elettroni, rendendolo fortemente conduttivo sia dal punto di vista termico che elettrico. Questo stato della materia, denominato *plasma*, è confinato in un intorno molto circoscritto della torcia per modo che il gas, appena lasciata la regione ove è presente l'arco elettrico, tende a ricombinarsi e ad assumere la forma usuale (neutra – non ionizzata), mantenendo però le proprietà di mezzo sovrariscaldato e potendo, di conseguenza, essere efficacemente impiegato per trasferire energia termica al processo, nel caso specifico, di gassificazione.



**Figura 27** – schema di una torcia al plasma

Nel caso specifico del trattamento dei RU, è opportuno premettere che l'impiego della torcia non è finalizzato a portare il rifiuto alimentato allo stato di plasma (altissime temperature, conducibilità, riduzione allo stato atomico, etc.): in questa circostanza sarebbero, infatti, necessarie potenze installate nell'ordine dei 10÷20 MWe. La torcia rappresenta, viceversa, il vettore termico per promuovere il processo di piro – gassificazione del rifiuto in campi di temperatura variabili da circa 2000 °C, nella zona di *melting* (vedi Figura 28), a circa 1100 – 1300°C nella sezione di uscita del syngas. Il rifiuto viene alimentato in miscela con coke metallurgico e roccia calcarea in ragione, rispettivamente di circa il 4% e il 3% in peso rispetto al RU. Le torce non operano, infatti, direttamente sul rifiuto essendo immerse in un letto di coke che viene progressivamente consumato per il sostegno e la stabilizzazione del regime di produzione del syngas: il coke alimentato va a

ricostituire il letto originario per modo che il battente di coke al di sopra del plasma si mantiene sostanzialmente costante al progredire della reazione. Il calcare viene impiegato come agente per la fluidificazione degli ossidi e la formazione della scoria (*fondente*).

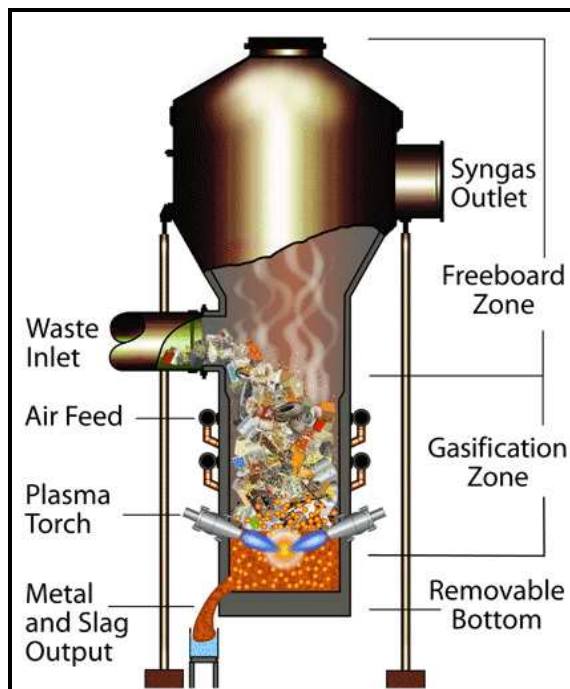
Il processo avviene in difetto di ossigeno rispetto allo stechiometrico (circa il 40%) e le principali reazioni coinvolte nel sostentamento termico della processo e nella produzione di gas di sintesi sono:

- reazioni di *cracking termico* e *cinetico* (riduzione di molecole complesse a idrocarburi gassosi ed idrogeno);
- reazioni di *ossidazione parziale* della matrice carboniosa con formazione di CO e calore.
- reazioni di *reforming*, con formazione di CO, H<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>.

In generale si rileva che, stante il regime di temperature elevato, sono favorite specie come idrogeno e monossido di carbonio, più stabili a questi livelli termici rispetto ad anidride carbonica e metano. Facendo riferimento alla gassificazione al plasma di un RU con un tenore di carbonio di almeno il 27-28% in peso , si ottiene un gas di sintesi con le seguenti caratteristiche:

CO	ca. 24	vol %
CO <sub>2</sub>	ca. 2	vol %
H <sub>2</sub>	ca. 9,5	vol %
H <sub>2</sub> O	ca. 22	vol %
N <sub>2</sub>	ca. 41	vol %
Altri	ca. 1,5	vol %
<b>PCS</b>	<b>1400</b>	<b>kcal/kg</b>

Il fabbisogno energetico degli impianti al plasma di questa tipologia, in relazione alla sezione di gassificazione, si attesta mediamente intorno ai 200÷250 kWhe/t di RU alimentato.



**Figura 28** – schema di una fornace per la gassificazione al plasma del RU

### *Emissioni*

Il syngas uscente dalla fornace di gassificazione rappresenta l' emissione aeriforme di questa sezione impiantistica: a questo flusso è associato un contenuto entalpico legato al calore sensibile ed al potere calorifico del gas prodotto, oltre ad un trascurabile contributo connesso con il calore latente del vapor d'acqua veicolato. Il recupero energetico si esplica attraverso il raffreddamento del gas di sintesi e la successiva combustione (in caldaia ovvero in macchine a combustione interna): l'emissione in atmosfera dell'impianto di trattamento è rappresentata, pertanto, dal camino asservito alla combustione del syngas.

Da misurazioni effettuate, a cura del fornitore della tecnologia, presso l'impianto citato in premessa di Mihama – Mikata in Giappone, sono risultati i seguenti valori nel gas emesso dopo combustione

	UM	Mis. nr.1	Mis. nr.2	d.lgs. 33/05	BAT
Polveri	mg/Nm <sup>3</sup>	<3	<3	10	1 – 5
HCl	ppm	39	22	10	1 – 8
NO <sub>x</sub> (come NO <sub>2</sub> )	ppm	62	82	200	40 – 100
SO <sub>2</sub>	ppm	<1	<2	50	1 – 40
CO	ppm	<29	<27	50	5 – 30
Diossine	ng-TEQ/Nm <sup>3</sup>	0,00059	0,00067	0,1	0,01 – 0,1

**Tabella 27** – caratteristiche emissione da gassificazione al plasma

Come si evince dalla precedente tabella, una **evidente** criticità è rappresentata dal tenore di acido cloridrico (che eccede i limiti di legge) come era facile prevedere considerando l'ambiente di reazione piuttosto riducente. La presenza di acido cloridrico nell'emissione, a questi livelli di concentrazione, potrebbe, in parte, essere ridotta adottando idonei sistemi di trattamento disponibili sul mercato ma nessun cenno viene fatto alle emissioni di "nanopolveri" (che si ritengono sensibilmente presenti a causa delle alte-altissime temperature) e di metalli che non sono nemmeno annoverati tra i parametri che il fornitore ha considerato.

Inoltre niente viene detto circa le modalità analitiche e sulla frequenza dei controlli relative, oltre che ai "tralasciati" metalli pesanti soprattutto nei confronti di diossine, furani e PCB. L'apparente "bassa presenza" di diossine "denunciata" dal fornitore oltre a confermare, comunque, la presenza di tale inquinante tra le emissioni da considerare, non offre certo una risposta "attendibile" circa le prestazioni emissive di tali impianti. Infine, per quanto attiene i metalli, i livelli emissivi, anche secondo i tecnici del Comune partecipanti alla visita possono essere considerati equivalenti a quelli di un inceneritore.

### *Costi di investimento e di gestione*

La resa energetica dell'impianto di gassificazione al plasma incide in maniera significativa sugli oneri di gestione. Anche in questo caso, la possibilità di utilizzare direttamente il syngas in macchine a combustione interna, permetterebbe di affiancare al trattamento rifiuti cicli termodinamici altamente performanti, come quello combinato (con rese in corrente fino al 55-60% rispetto al calore immesso nel sistema). Non disponendo di esperienze in scala industriale di sistemi operativi di lavaggio e purificazione del gas di sintesi per la combustione in turbine o motori alternativi, si è preferito, analogamente a quanto fatto per la dissociazione molecolare, prefigurare due scenari di lavoro che prevedono l'installazione, a valle del reattore di gassificazione, di un post – combustore abbinato a:

3. produzione di vapore ed espansione in turbina con produzione di potenza elettrica e termica;
4. impiego diretto dei fumi in un ciclo Rankine a fluido organico con produzione di potenza elettrica e termica.

Il syngas viene reso disponibile ad una temperatura di circa 1200-1400°C: il recupero energetico (vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) viene effettuato, pertanto, a spese del calore sensibile (raffreddamento) e del potere calorifico del gas (combustione) con produzione, in entrambi i casi, di vapore a determinate condizioni di temperatura e pressione.

In base ai dati messi a disposizione dal fornitore della tecnologia, si sono stimate le seguenti rese e produzioni energetiche:

esercizio impianto	7880 h/a	Fonte: WPC
produzione syngas	2,15 t/t RU	
PCI	1,58 kW/kg	

	Resa in corrente [%]	Resa in calore [%]	Potenza elettrica netta [MWe]	Potenza termica [MWt]
Turbina a vapore	27	70	16,37 <sup>1)</sup>	49,19 <sup>1)</sup>
Ciclo OCR	15	78	7,96 <sup>1)</sup>	55,02 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>nell'ipotesi di operatività dell'impianto per 7880 h/a

Sul piano dei costi di investimento, escluso acquisizione delle aree, e di gestione (comprensiva di tutte le voci di costo di cui al par. 0), si possono delineare i due seguenti scenari:

	Investimento [€]	Gestione [€/a]	Investimento sp. [€/t]	Gestione sp. [€/t/a]
Gassificatore al plasma + Turbina a vapore	100.000.000	10.330.202	731	75,54
Gassificatore al plasma + Ciclo OCR	98.039.215	15.738.641	716	115,08

Come si può facilmente apprezzare i costi di investimento sono del tutto simili a quelli dell'inceneritore. Oggettivamente. L'impianto può essere dotato di maggiore flessibilità nell'approvvigionamento di residuo da trattare ma tale flessibilità non si spinge oltre una riduzione dei rifiuti indifferenziati del 50%. Nel caso, invece, del TMB la progettazione può in modo relativamente semplice prevedere forme di riconversione della linea (o delle linee) di trattamento del residuo in linee di trattamento delle frazioni derivanti da RD confermando una funzionalità coerente da parte di questi impianti alle strategie di riduzione degli "smaltimenti" e dei rifiuti.