



COMUNE DI CAMPI BISENZIO

(Provincia di Firenze)

ANALISI DELLE ESPERIENZE PIÙ VIRTUOSE DI RACCOLTA
DIFFERENZIATA, RECUPERO E RIDUZIONE DI RIFIUTI IN ITALIA

INDIVIDUAZIONE E VERIFICA FUNZIONALE DI TECNOLOGIE
ALTERNATIVE ALLA TERMOVALORIZZAZIONE

SINTESI NON TECNICA

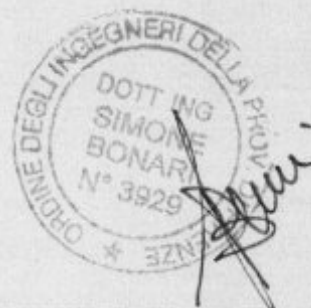
Relazione redatta dai componenti la Commissione Tecnica espressione
dell'Amministrazione comunale:



Ing. Giovanni Lippo

Ing. Simone Bonari


OTTOBRE 2008



	REPORT FINALE	  
	Commessa: C252	

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	5
2.1	STATO DELL'ARTE DELLE RACCOLTE DIFFERENZIATE.....	5
2.2	SVILUPPO FUTURO DEL SISTEMA DI RACCOLTA DIFFERENZIATA	7
3	BUONE PRATICHE E OBIETTIVI DI RD.....	8
3.1	BUONE PRATICHE.....	8
3.1.1	<i>Visita Piemonte (22 gennaio 2008)</i>	<i>8</i>
3.1.1.1	Consorzio CO.VA.R.....	8
3.1.1.2	Progetto ECOLOGOS.....	10
3.1.1.3	Progetto BUON SAMARITANO	10
3.1.2	<i>Visita Comune di Capannori (25 gennaio 2008)</i>	<i>11</i>
3.1.3	<i>Visita Lombardia (29 gennaio 2008).....</i>	<i>11</i>
3.1.3.1	CEM Ambiente S.p.A. & Comune di Bellusco	11
3.1.4	<i>Visita Veneto (04 marzo 2008).....</i>	<i>14</i>
3.1.4.1	Consorzio PRIULA	14
3.1.4.2	Centro Riciclo Vedelago	18
3.2	INDICAZIONI SU BUONE PRATICHE APPLICABILI ALL'AREA FIORENTINA.....	19
3.2.1	<i>Prevenzione & riduzione.....</i>	<i>19</i>
3.2.2	<i>Passaggio dal sistema di raccolta stradale al sistema "porta a porta"</i>	<i>20</i>
3.2.3	<i>Rifiuti dal circuito turistico</i>	<i>20</i>
3.2.4	<i>Criteri di assimilazione.....</i>	<i>20</i>
3.3	GLI OBIETTIVI DI RD	21
3.4	LE CRITICITÀ E IL MERCATO DEI MATERIALI RECUPERATI	22
4	TECNOLOGIE IMPIANTISTICHE.....	23
4.1	IL QUADRO DI RIFERIMENTO	23
4.2	SCELTA DELLE TECNOLOGIE	25
4.3	PIANIFICAZIONE VIAGGI.....	25
4.4	TMB – TRATTAMENTO MECCANICO E BIOLOGICO	25

	REPORT FINALE	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 2 di 45


4.4.1	Impianto TMB di TUDELA.....	26
4.4.2	Impianto TMB di TEL AVIV.....	28
4.5	TRATTAMENTI TERMICI.....	30
4.5.1	Visita al Dissociatore molecolare di Husavik.....	31
4.5.2	Visita al Gassificatore al plasma di Madison.....	33
4.6	ANALISI COMPARATA DELLE TECNOLOGIE.....	35
5	CONCLUSIONI.....	39

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1	– Produzione di rifiuti Anni 2000-2007 (comuni della Piana)	6
Figura 2	– Andamento raccolta differenziata Anni 2000-2007 (comuni della Piana)	6
Figura 3	– Produzione di rifiuti per abitante Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14)	9
Figura 4	– Andamento raccolta differenziata Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14)..	9
Figura 5	– Produzione di rifiuti per abitante Anni 2003-2007 (CEM Ambiente S.p.A.)	13
Figura 6	– Andamento raccolta differenziata Anni 2003-2007 (CEM Ambiente S.p.A.)	13
Figura 7	– Produzione di rifiuti per abitante Anni 2000-2007 (PRIULA)	16
Figura 8	– Andamento raccolta differenziata Anni 2000-2007 (PRIULA)	17
Figura 9	– Schema a blocchi impianto Tel Aviv	29
Figura 10	– valori di emissione attesi per RU.....	32

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1	– Abitanti al 2006 dei Comuni della Piana Fiorentina (ARRR spa)..	5
Tabella 2	– Valori della tariffa media domestica anni 2001-2006 (PRIULA).....	16

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 3 di 45

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 Termovalorizzazione 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 tecnologie alternative alla termovalorizzazione, 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.

Le tecnologie che si è scelto di verificare sono:

- TMB (trattamento meccanico biologico), su indicazione del Comitato
- Dissociazione molecolare, su indicazione dell'Amministrazione comunale
- Gassificazione al plasma, su indicazione dell'Amministrazione comunale

Le realtà nazionali visitate più virtuose sulle raccolte differenziate, riduzione e recupero – indicate dal Comitato – sono:

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

	<i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
		Rev .00
		Pag. 4 di 45

Nell'inquadramento territoriale dell'area di interesse del presente lavoro (Piana fiorentina) si è ritenuto corretto inserire anche un quadro sintetico dello stato attuale sulle raccolte differenziate nonché dei risultati attesi per i prossimi anni da Quadrifoglio S.p.A. (i dati sono stati gentilmente forniti dall'Ing. Domenico Scamardella di Quadrifoglio S.p.A.).

Il presente documento costituisce una sintesi del rapporto tecnico predisposto dai professionisti incaricati dall'Amministrazione Comunale di Campi Bisenzio. Contiene, pertanto, gli elementi di maggior rilievo sostanziale sia per quanto attiene le visite presso le realtà virtuose che attuano le buone pratiche che per quanto riguarda i sopralluoghi presso impianti a differente tecnologia di trattamento dei rifiuti urbani. Contiene, inoltre, le indicazioni per l'applicazione delle buone pratiche e delle BATNEEC all'area fiorentina.

Si rimanda al rapporto tecnico per l'analisi completa e per i relativi approfondimenti.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il territorio oggetto del presente studio è 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.

La composizione della popolazione della Piana è distribuita come segue:

Comune	Numero di abitanti
Calenzano	15.689
Campi Bisenzio	41.414
Firenze	365.966
Sesto Fiorentino	47.296
Signa	17.392
Totale	487.757

Tabella 1 – Abitanti al 2006 dei Comuni della Piana Fiorentina (ARRR spa)

2.1 Stato dell'arte delle raccolte differenziate

Di seguito si riporta l'andamento delle raccolte differenziate e produzione dei rifiuti per gli anni 2000-2007 dei comuni della piana fiorentina.

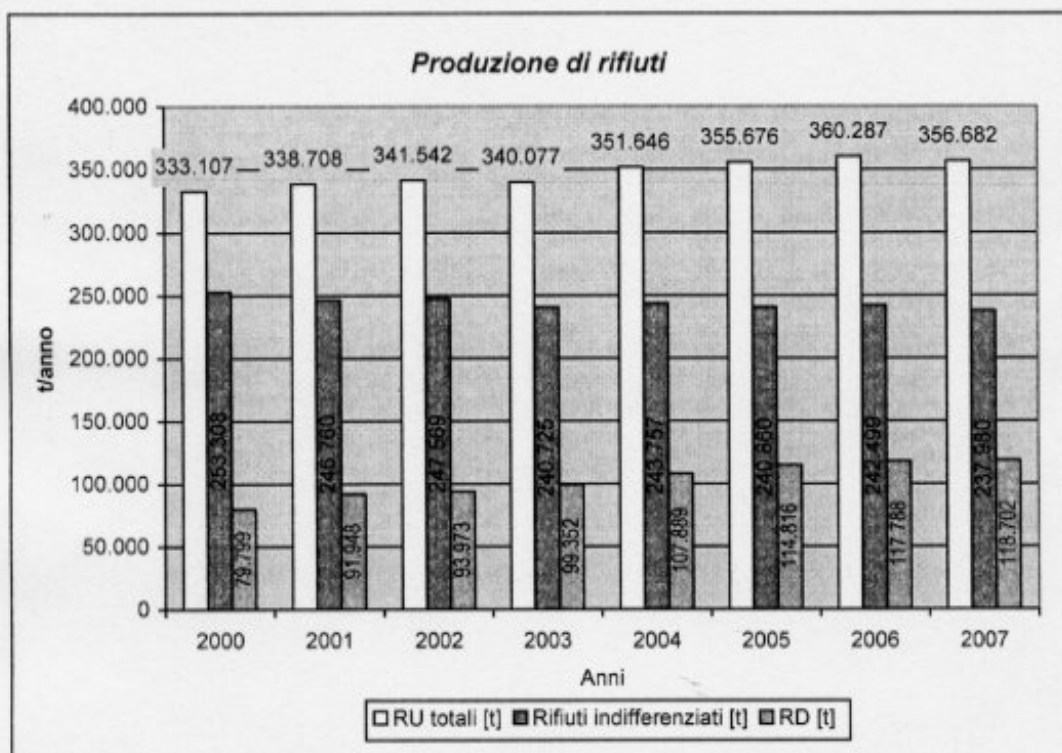


Figura 1 – Produzione di rifiuti Anni 2000-2007 (comuni della Piana)

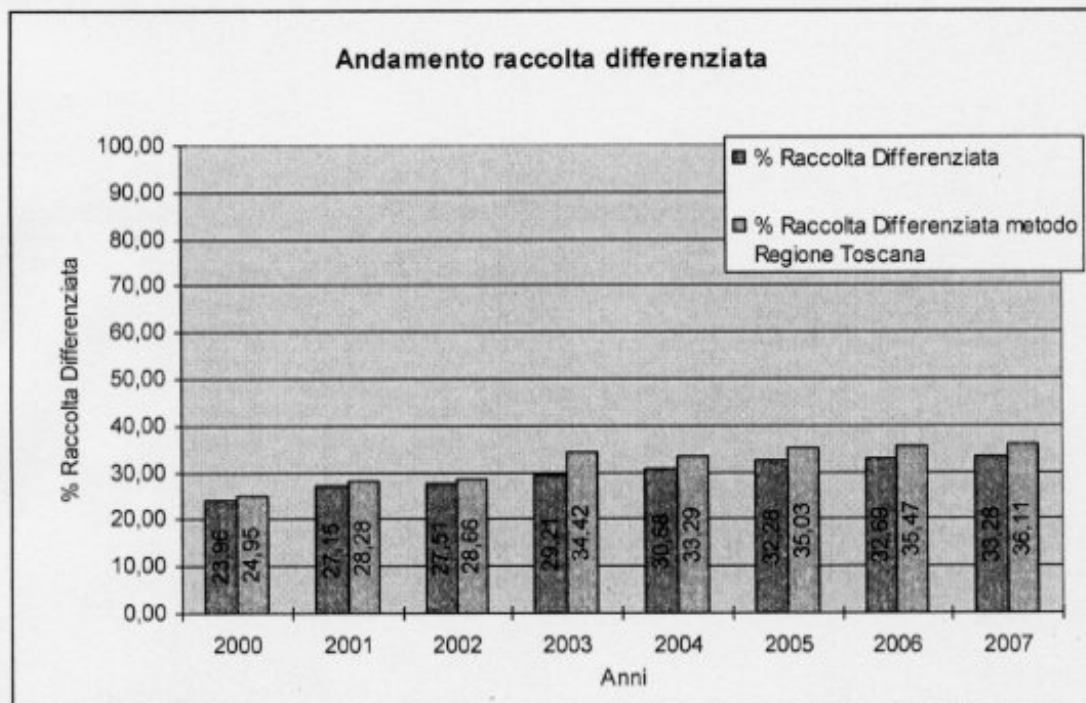


Figura 2 – Andamento raccolta differenziata Anni 2000-2007 (comuni della Piana)

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 7 di 45

2.2 Sviluppo futuro del sistema di raccolta differenziata

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.

In particolare l'azienda ha intenzione di potenziare la raccolta della frazione organica nelle zone urbane a prevalente destinazione residenziale già coperte dal sistema multipostazione Side Loader e nell'area del centro storico di Firenze, ed attuare un sistema di raccolta "porta a porta" nelle aree produttive ed artigianali, in modo da avere un maggiore controllo sui conferimenti da parte delle utenze.

Quadrifoglio S.p.A., in considerazione dei principi di sostenibilità socio economica, della fattibilità in termini di compatibilità urbanistica e del rapporto costi benefici, ha come obiettivi perseguibili a medio termine entro il 2011 il raggiungimento della soglia del 45% di RD per la città di Firenze e del 50% per l'intera area servita.

	REPORT FINALE	Commessa: C 252
		Rev .00
		Pag. 8 di 45

3 BUONE PRATICHE E OBIETTIVI DI RD

3.1 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".

Le buone pratiche oggetto dei nostri approfondimenti hanno riguardato esperienze di riduzione all'origine dei rifiuti, di riutilizzo e di RD spinte.

3.1.1 Visita Piemonte (22 gennaio 2008)

3.1.1.1 Consorzio CO.VA.R.

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.

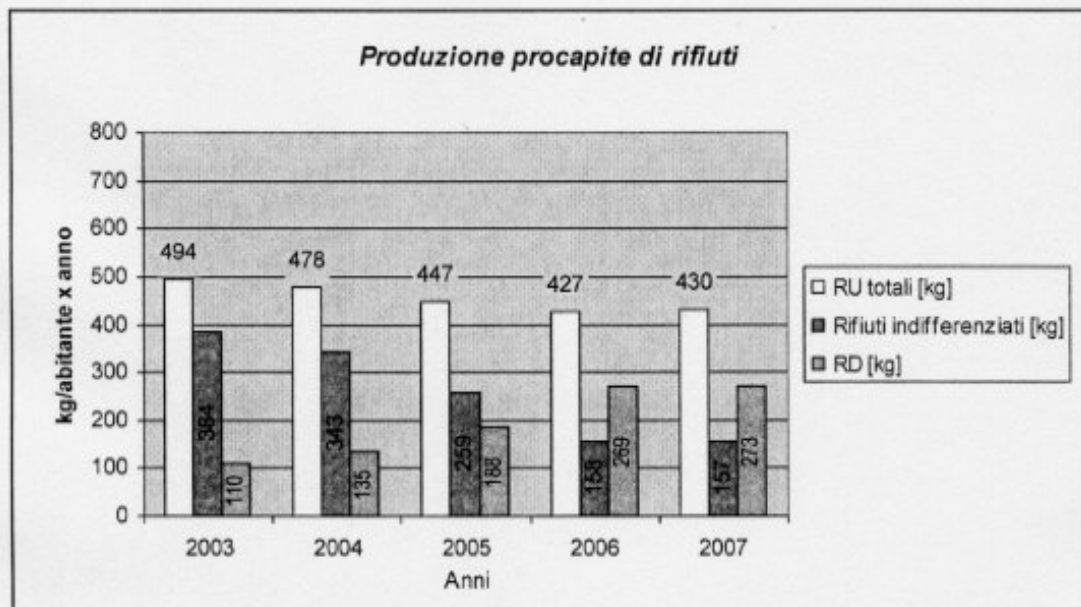


Figura 3 – Produzione di rifiuti per abitante Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14)

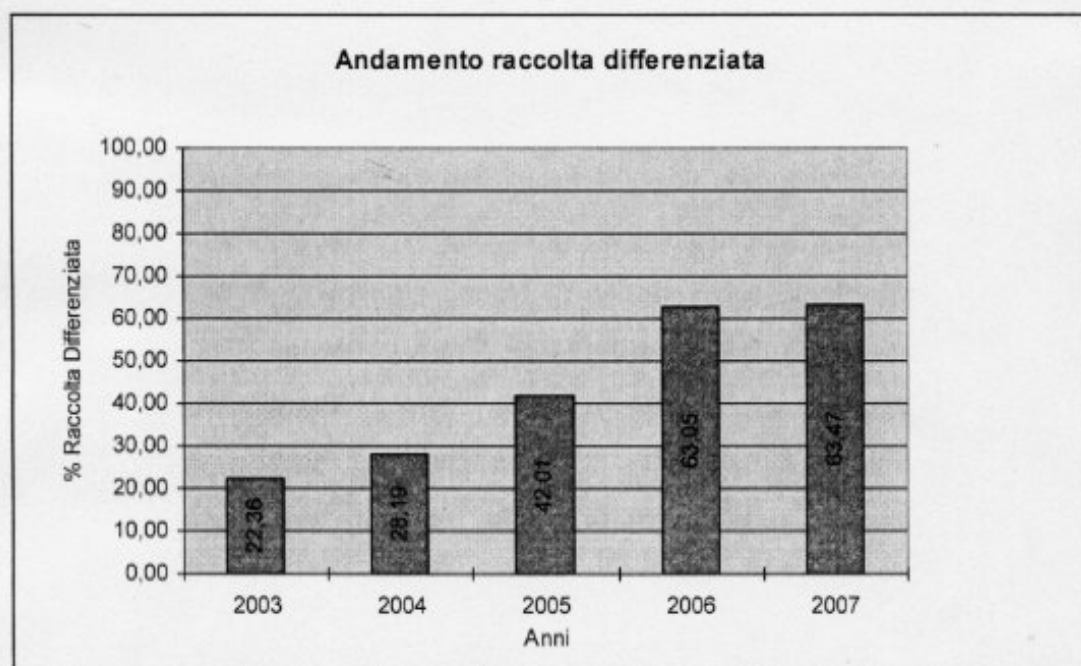



Figura 4 – Andamento raccolta differenziata Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14).

	<i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 10 di 45

Il confronto dei dati tra l'anno 2003 e l'anno 2007 evidenzia i seguenti risultati:

- diminuzione della produzione totale di rifiuto del 13%: da 494 kg/abitante a 430 kg/abitante (-64 kg/abitante);
- diminuzione della produzione procapite annua di rifiuto secco residuo del 59%: da 384 kg/abitante a 157 kg/abitante (-227 kg/abitante);
- aumento della raccolta differenziata: da 22% a 63%.

Dal punto di vista dei costi, l'implementazione del porta a porta ha comportato aumenti di circa il 10% rispetto al periodo in cui era applicato il sistema di raccolta stradale.


Una 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.

3.1.1.2 Progetto ECOLOGOS

Il PROGETTO ECOLOGOS, sottoscritto da tre grandi catene di distribuzione, è patrocinato dalla Regione Piemonte 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 stato avviato anche un progetto denominato ECOPOINT volto alla vendita sfusa di prodotti alimentari quali la pasta, la verdura ecc..

3.1.1.3 Progetto BUON SAMARITANO

L'AMIAT di Torino 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 (

	REPORT FINALE	Commessa: C. 252
		Rev. 00
		Pag. 11 di 45

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.

3.1.2 Visita Comune di Capannori (25 gennaio 2008)

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, in questo caso, una "resa" percentuale dell'82-83%, mentre la percentuale media di Raccolta differenziata su tutto il territorio comunale risultava del 65%.

Anche per il comune di Capannori si conferma che una criticità è legata alla mancanza di un impianto per il trattamento dell'umido da raccolta differenziata (FORSU).


3.1.3 Visita Lombardia (29 gennaio 2008)

3.1.3.1 CEM Ambiente S.p.A. & Comune di Bellusco

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 popolazione servita è di 400.000 abitanti.

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.

Tale consorzio è dotato di 39 piattaforme ecologiche di cui 35 gestite direttamente e 4 collegate ad esso.

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 12 di 45

- Piattaforma ecologica di Bellusco

La piattaforma visitata è 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.

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).

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. Il risultato della iniziativa è indubbiamente interessante, anche se la bontà del risultato economico è significativamente legata alla disponibilità di personale a "costo zero".

La raccolta delle frazioni di rifiuto è di tipo "porta a porta".

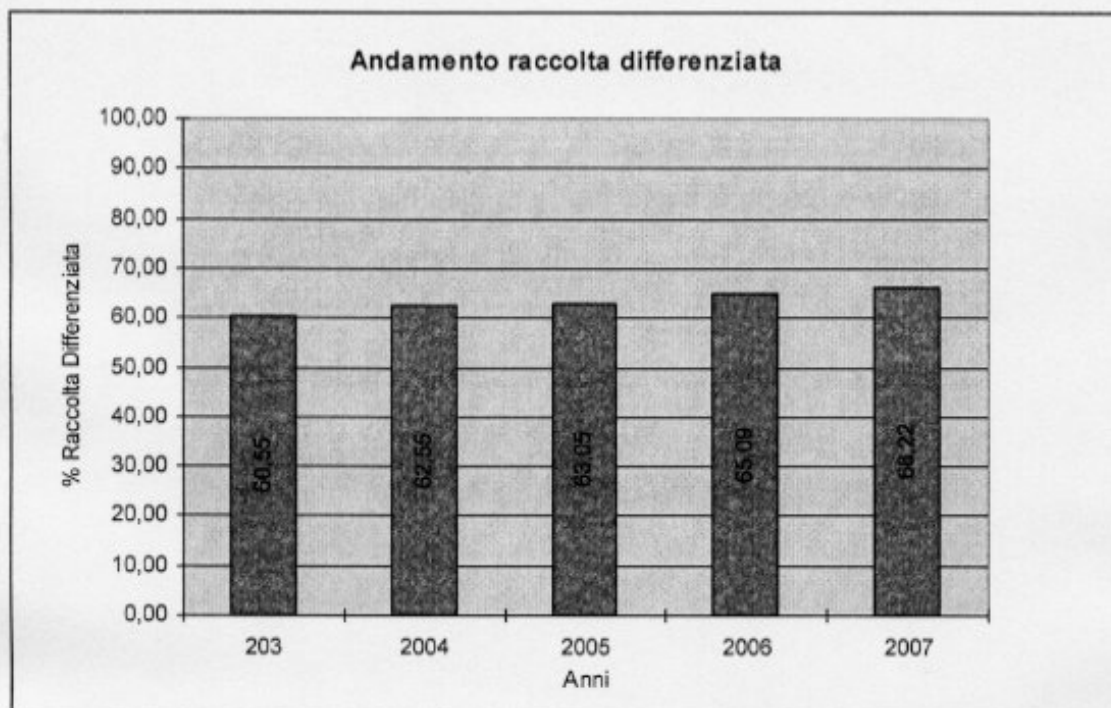


Figura 5 – Produzione di rifiuti per abitante Anni 2003-2007 (CEM Ambiente S.p.A.)

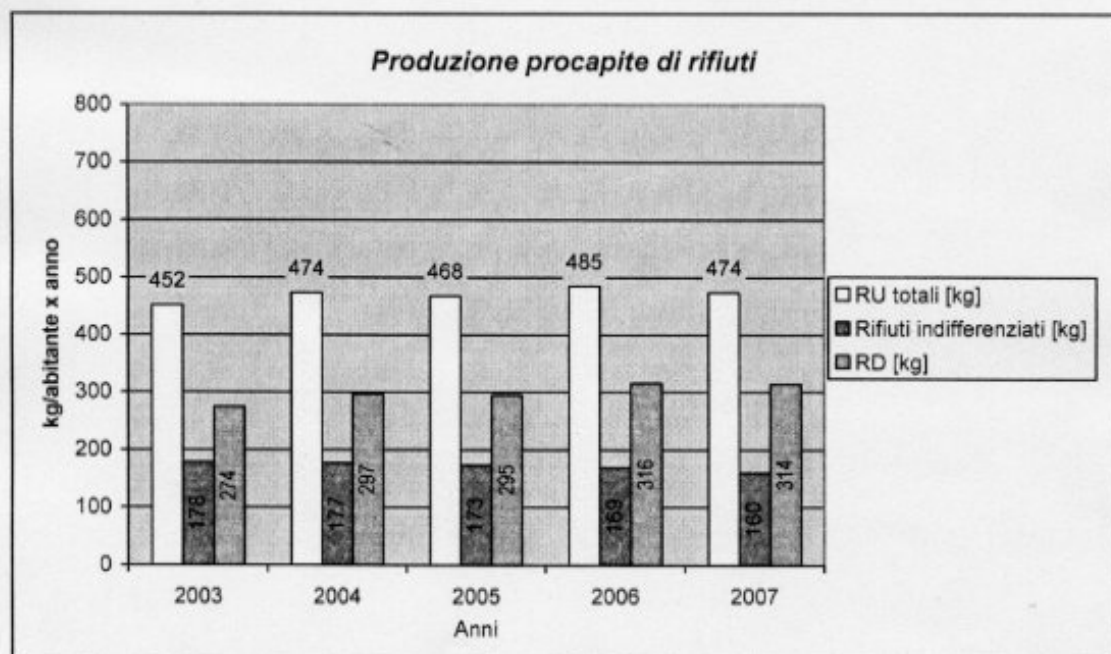



Figura 6 – Andamento raccolta differenziata Anni 2003-2007 (CEM Ambiente S.p.A.)

	REPORT FINALE	Commessa: C. 252
		Rev. 00
		Pag. 14 di 45

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 dei dati 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 ;
- aumento della raccolta differenziata: da 61% a 66%.

Nell'area CEM non sono presenti impianti di compostaggio per la FORSU, confermando che la frazione "organica" rappresenta un elemento delicato del sistema.

3.1.4 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 e di verificare l'assetto impiantistico e il prodotto del Centro di riciclo di Vedelago.

3.1.4.1 Consorzio PRIULA

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 per una popolazione servita di circa 220.000 abitanti.

Il Consorzio Intercomunale Priula è l'unico soggetto gestore dell'intero ciclo dei rifiuti urbani per i Comuni associati.

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

	REPORT FINALE	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 15 di 45

avviato il metodo di raccolta "porta a porta", mentre dal 2002 è stata introdotta la Tariffa Puntuale.

- 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.

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

Oltre alla raccolta "porta a porta" sono stati realizzati centri per la raccolta differenziata, di seguito denominati Ce.R.D., dotati di appositi contenitori.).

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.

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%.

Tariffa media domestica

Anno	C/famiglia	% aumento rispetto anno precedente
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 2 – Valori della tariffa media domestica anni 2001-2006 (PRIULA).

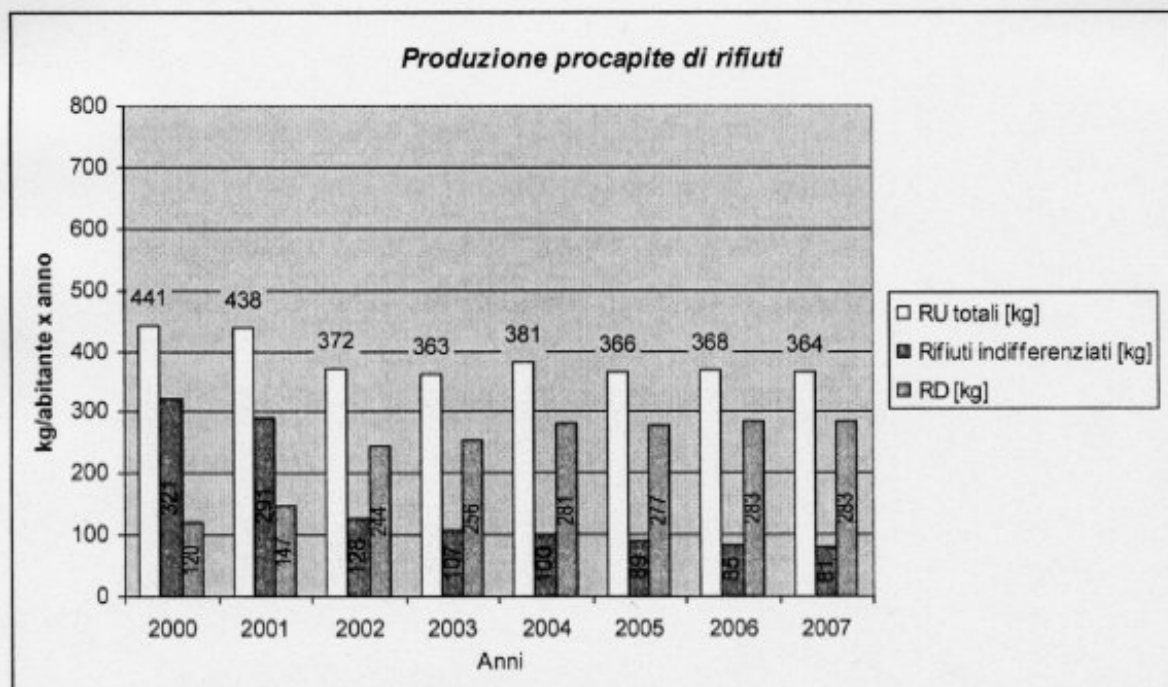


Figura 7 – Produzione di rifiuti per abitante Anni 2000-2007 (PRIULA).

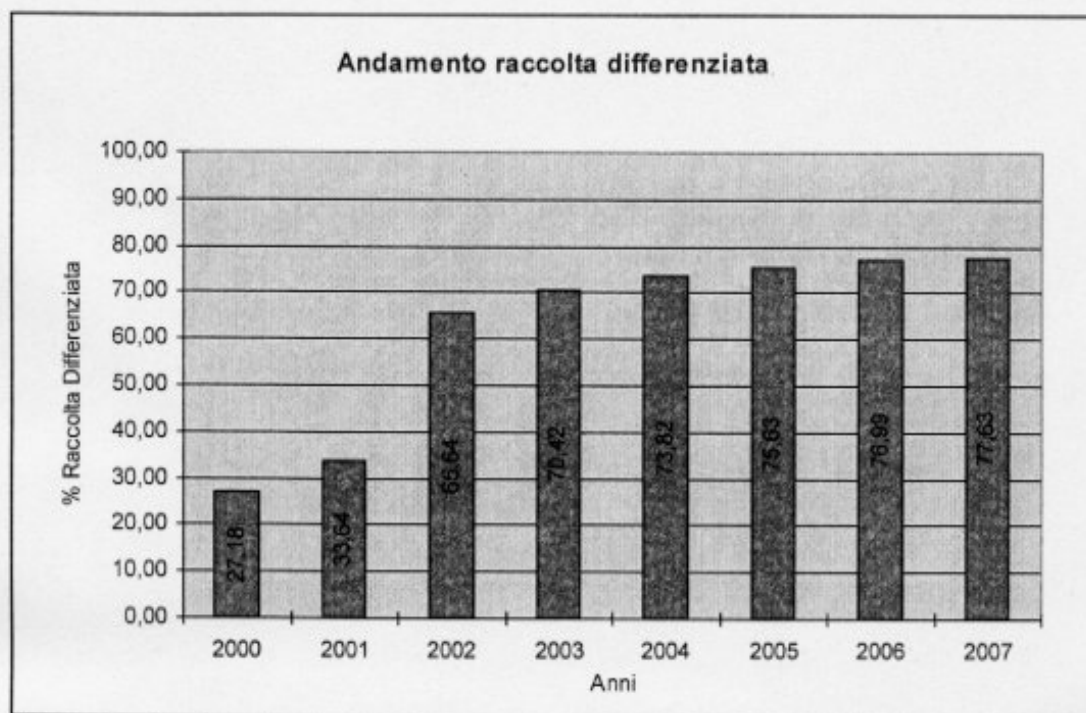



Figura 8 – Andamento raccolta differenziata Anni 2000-2007 (PRIULA).

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.

Dai dati emerge che con il passaggio dal tipo di raccolta tramite cassonetti stradali al "porta a porta" (2000-2001) è stato registrato un incremento di qualche punto percentuale di RD, ma non c'è stata pressoché variazione nel quantitativo di rifiuti totali prodotti. Nel passaggio dal 2001 al 2002, in concomitanza con l'avvio della Tariffa Puntuale, si ha un aumento sostanziale della percentuale di RD e una diminuzione della produzione di rifiuto per abitante (da 438 kg a 372 kg).

Il confronto dei dati fra 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 ;

	REPORT FINALE	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 18 di 45

- diminuzione della produzione procapite annua di rifiuto secco residuo: da 321 kg/abitante a 81 kg/abitante;
- aumento della raccolta differenziata: da 27% a 78% circa.

3.1.4.2 Centro Riciclo Vedelago

Tale centro rappresenta una "piattaforma" convenzionata con i consorzi obbligatori di filiera delle plastiche, metalli ferrosi, vetro, alluminio, legno e carta. L'impianto tratta circa 30.000 tonnellate/anno e 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 con l'ausilio di selezione manuale per la separazione di vetro, plastica, metalli, legno e carta.

Le plastiche "eterogenee", quali gli "shoppers", le pellicole e certe tipologie di vaschette tradizionalmente ritenute di difficile riciclaggio, vengono inviate ad un ciclo di lavorazione che produce un granulato sintetico che viene impiegato per la costruzione di oggetti plastici utilizzati principalmente per arredo urbano e in edilizia come calcestruzzo alleggerito. Quest'ultima applicazione non trova, al momento, un grosso favore di mercato.

Da rilevare che l'impianto di Vedelago opera su flussi di plastiche da RD e quindi le caratteristiche qualitative dei materiali in ingresso sono "ottimali" per la selezione.

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 19 di 45

3.2 Indicazioni su buone pratiche applicabili all'Area Fiorentina


Per dare un impulso significativo alla RD ed alla riduzione di rifiuti nell'area fiorentina occorre applicare le buone pratiche descritte tenendo conto delle peculiarità del territorio. In particolare occorre implementare od attivare le seguenti azioni:

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;

3.2.1 Prevenzione & riduzione

Si può intervenire direttamente con azioni 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 a cui affiancare delle 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 da Provincia, Comuni, ATO, gestori e associazioni dei cittadini.

Da questi interventi, ci si aspetta una inversione di tendenza rispetto alla crescita di produzione dei rifiuti. Attualmente la produzione pro-capite dei rifiuti colloca la Toscana quantitativamente ai vertici nazionali.

	REPORT FINALE	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 20 di 45

3.2.2 Passaggio dal sistema di raccolta stradale al sistema "porta a porta"

Passando da un sistema stradale di raccolta ad un sistema porta a porta inclusivo sia di utenze domestiche che speciali, così come confermano i dati delle realtà virtuose visitate, si ottiene una riduzione del monte rifiuti prodotti. 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.

3.2.3 Rifiuti dal circuito turistico

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.

3.2.4 Criteri 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 generalizzate 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, pur prevedendo il mantenimento della assimilazione, essa deve essere inquadrata entro un circuito di raccolta porta a porta fornito alle aziende ed alle imprese incluse quelle commerciali.


L'azione congiunta delle misure di prevenzione e riduzione descritte dovrebbe determinare sul territorio in esame una riduzione dei rifiuti compresa fra il 5% ed il 10%.

3.3 *Gli obiettivi di RD*

Le realtà più virtuose da noi visitate che applicano le buone pratiche dimostrano che è possibile ottenere interessanti risultati sulle frazioni di rifiuti recuperabili e sulla riduzione di produzione degli stessi. Queste esperienze mettono in evidenza, altresì, che fra le aree periferiche meno antropizzate e le aree più densamente popolate (città capoluogo) si registrano notevoli differenze in termini di percentuali di raccolte differenziate effettuate.

Questa circostanza appare confermata anche nel nostro territorio. Infatti, per l'anno 2007, la media di RD dei comuni fiorentini della Piana era di circa il 40%, contro una percentuale per il capoluogo intorno al 34%. Differenza confermata anche da Quadrifoglio Spa il quale prevede come target il raggiungimento, entro il 2011, della soglia del 45% nella città di Firenze contro un valore medio del 50% per tutta l'area. Pertanto appare realistico prevedere che, anche con l'applicazione delle buone pratiche, un GAP fra la città di Firenze ed il suo hinterland è destinato a permanere. Considerando, inoltre, il peso di Firenze (75% della popolazione della Piana) in termini di produzione di rifiuti si ritiene ragionevole prevedere **un obiettivo percentuale di raccolta differenziata compreso nella forbice 55%+65%**, conseguibile applicando capillarmente le "buone pratiche".

L'alea del 10% sulle percentuali di RD, ancorché significativa, appare opportuna e strettamente connessa con le "cinetiche" per il raggiungimento di questi obiettivi: i tempi per il conseguimento dei risultati più ambiziosi sono, infatti, legati sia alle modifiche ed implementazioni occorrenti all'attuale

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 22 di 45

sistema, allo sviluppo e diffusione delle strutture per la raccolta porta a porta (tempi tecnici), sia alla creazione di una coscienza civica per il riuso dei materiali, la riduzione della produzione dei rifiuti e la separazione a monte (in "casa") delle frazioni recuperabili.

Vista l'attuale media di RD dell'area oggetto di studio, si ritiene ragionevole il raggiungimento dell'obiettivo di minima (55%) nell'arco di 3-4 anni. Più difficile appare la definizione del timing per il conseguimento del 65%.

3.4 Le criticità e il mercato dei materiali recuperati

I quantitativi crescenti di materiali provenienti dalle raccolte differenziate pongono il problema strategico della garanzia del loro effettivo avvio a riciclaggio.

Allo stato attuale la "infrastrutturazione" disponibile appare insufficiente al fabbisogno e la stessa esperienza della REVET necessita di ulteriore espansione e riqualificazione, come hanno evidenziato i congestionamenti di questa struttura negli ultimi mesi.

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. Le realtà visitate hanno confermato che al momento il recupero dell'organico è un problema non completamente risolto. Considerato che per incrementare la RD bisogna necessariamente puntare su una raccolta spinta della FORSU la quale rappresenterà la frazione più importante da recuperare, occorre fare una riflessione attenta sulle scelte di indirizzo (e tecnologiche) di gestione della filiera dell'organico. Si deve, in sostanza, prendere in considerazione non solo il binomio compostaggio-agricoltura per chiudere la filiera, ma anche altre soluzioni quali ad esempio la digestione anaerobica (con recupero energetico), la combinazione trattamento anaerobico-aerobico etc.



4 TECNOLOGIE IMPIANTISTICHE

4.1 Il quadro di riferimento

Per la definizione delle esigenze impiantistiche della Piana fiorentina si è fatto riferimento al Piano Industriale quale strumento di pianificazione che individua, fra l'altro, le localizzazioni e le tipologie di impianti di trattamento rifiuti necessari per l'autonomia dell'ATO, nonché i piani economici relativi alle diverse installazioni previste. Tale Piano prefigura la realizzazione di tre impianti di termovalorizzazione: quello di Greve (70.000 t/a di RU pretrattati), quello della Rufina (64.000 t/a di RU pretrattati) e quello della Piana Fiorentina che dovrebbe trattare circa:


- 101.757 t/a di sovrappeso secco dalla selezione del rifiuto urbano indifferenziato (potere calorifico inferiore valutato pari a 2.892 kcal/kg);
- 35.000 t/a di rifiuti speciali (potere calorifico inferiore valutato pari a 3.500 kcal/kg).

Il funzionamento dell'impianto è previsto cautelativamente su 310 giorni annui. La produzione netta di energia elettrica risulta, secondo quanto riportato nel Piano, pari a 87,2 GWh/a. I sistemi di controllo a abbattimento delle emissioni si basano su una combinazione di diverse tecnologie a secco ed umido.

I residui dalla combustione dei rifiuti sono stimati pari a:

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

Uno dei principali obiettivi del presente lavoro è stato l'individuazione di eventuali impianti alternativi a quello della Piana Fiorentina, brevemente descritto sopra. Tale impianto dovrà, pertanto, assicurare una capacità di

	REPORT FINALE	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 24 di 45

trattamento pari a quella prevista dal Piano e possedere, nell'ipotesi di incremento graduale delle raccolte differenziate fino ai valori massimi di legge (65%), una flessibilità gestionale che consenta l'esercizio, a costi compatibili con la tariffa, anche in caso di riduzione significativa della portata influente. Dovrà, inoltre, produrre pressioni sui comparti ambientali inferiori a quelle del termovalorizzatore (emissioni) e conseguire possibilmente prestazioni migliori in termini di recupero energetico, di autoconsumi, di generazione di scorie, etc..

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 funzionale ed integrato con le logiche e gli obiettivi delle raccolte differenziate.

Si mette in evidenza che:

- i dati relativi alle prestazioni (rese di separazione, rese energetiche, emissioni, etc.) ed ai costi (installazione, gestione) degli impianti visitati sono stati desunti da materiale messo a disposizione delle società fornitrici delle tecnologie e/o dai gestori;
- nei paragrafi che seguono vengono riportate brevi descrizioni degli impianti esaminati e dei principi chimico-fisici e meccanici che ne governano il funzionamento, rimandando per una trattazione approfondita alla relazione denominata "Report finale".



4.2 Scelta delle tecnologie

A seguito della Deliberazione richiamata in premessa, si sono individuate le seguenti tecnologie impiantistiche:

- a) TMB (Trattamento Meccanico Biologico)
- b) Dissociazione molecolare
- c) Gas - Plasma

La tecnologia TMB è stata scelta dal Comitato, mentre Dissociazione molecolare e Gas-plasma sono state indicate dall'amministrazione comunale.

4.3 Pianificazione viaggi

I tecnici del comitato hanno prospettato un elenco di impianti TMB esistenti nel mondo:


- sistema ROS-ROCA (Tudela)
- sistema Arrow-Bio Process (Tel Aviv, Sidney, Perth);
- sistema UR-3R (Sidney)
- sistema Valorga (Amiens)

Alla fine si è optato per l'impianto di Tudela in Spagna e per l'impianto di Tel Aviv. Alla visita presso l'impianto di Tudela e di Tel Aviv hanno partecipato tutti i membri della Commissione.

Per Dissociazione Molecolare e Gas-plasma si sono programmate ed effettuate le visite in Islanda, vicino Husavik, e negli USA (Pittsburgh). Alla visita presso l'impianto di gassificazione al plasma non hanno partecipato i membri della Commissione espressione dei comitati della Piana.

4.4 TMB – trattamento meccanico e biologico

Il trattamento meccanico-biologico (TMB) è una tecnologia di trattamento a freddo dei RSU basata su operazioni di tipo meccanico e processi biologici di tipo aerobico ed anaerobico. La prima fase di

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 26 di 45

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), ovvero 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) o misto (anaerobico più aerobico).

4.4.1 Impianto TMB di TUDELA

L'impianto visitato è quello di Tudela in Navarra, Spagna. La visita si è svolta il 18 e 19 febbraio 2008. L'impianto tratta circa 50.000 t/a di RSU a valle di una modesta raccolta differenziata (18%).

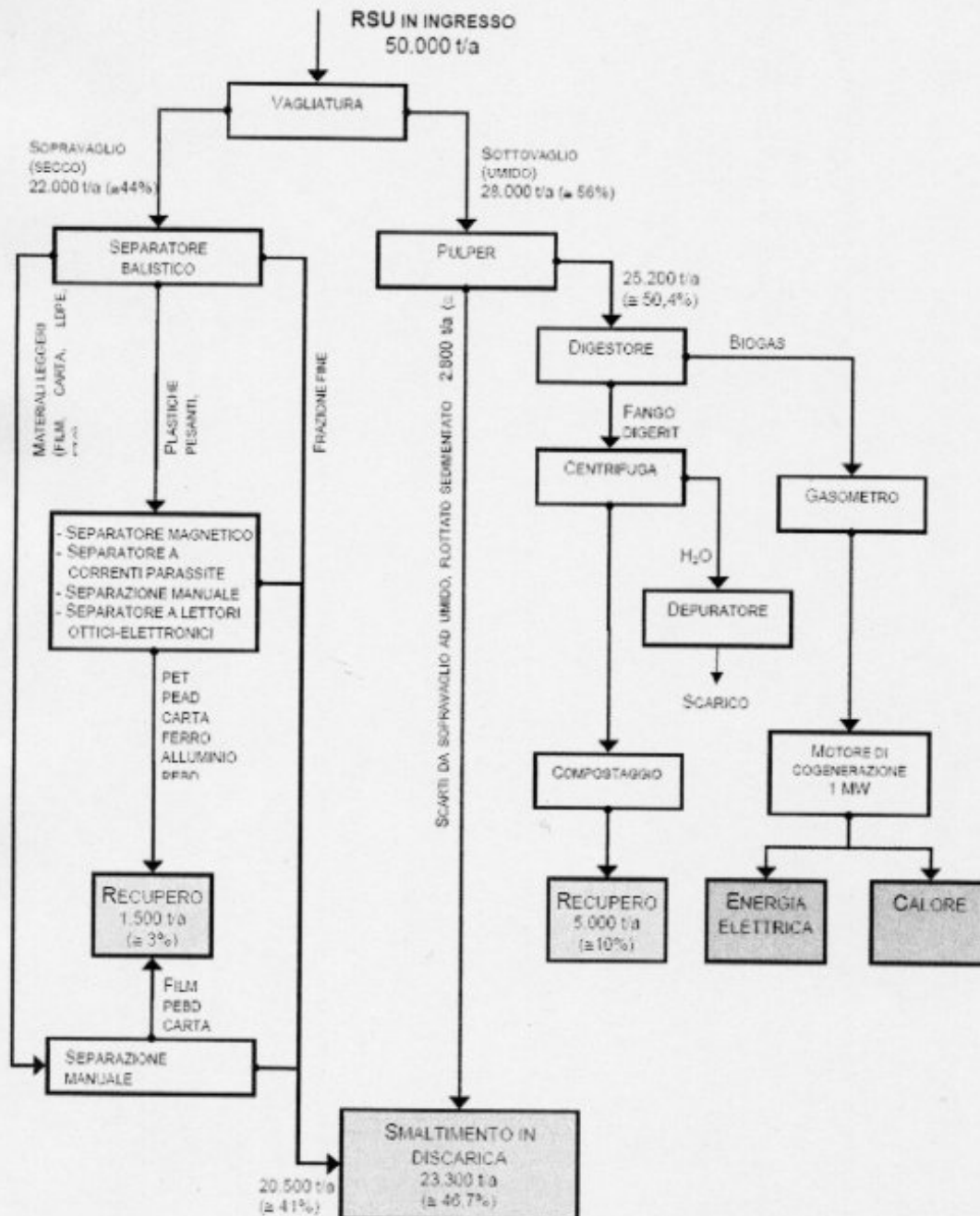
La prima sezione dell'impianto effettua la separazione del rifiuto in ingresso in due grossi flussi: il sopravaglio (frazione secca pari a circa il 44% del rifiuto in ingresso) ed il sottovaglio (frazione umida pari a circa il 56% del rifiuto in ingresso).

Dalla frazione secca si recupera un quantitativo di materiale pari, per l'anno 2007, a circa il 3% del totale in ingresso (a seguito di recenti lavori di ammodernamento il quantitativo recuperato dovrebbe raggiungere il 6%).

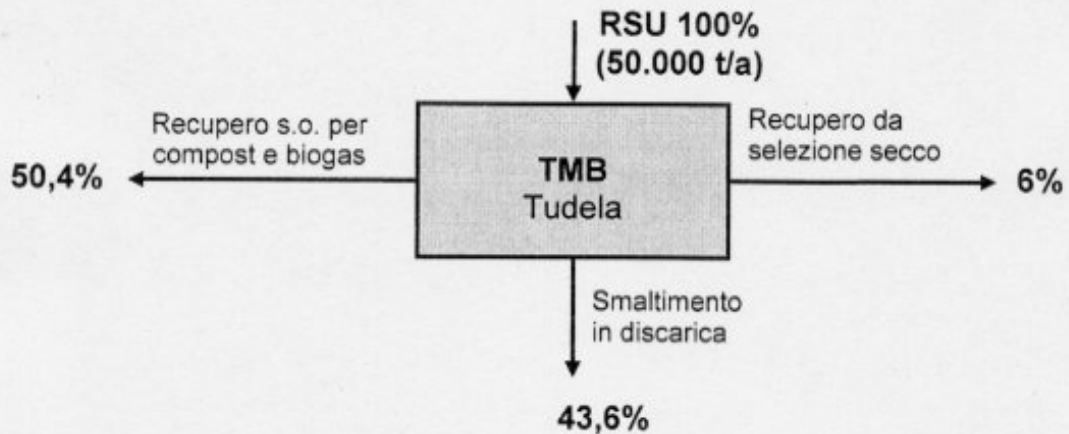
La frazione umida viene avviata a una sezione di digestione anaerobica e produce un gas (biogas) combustibile con un buon contenuto di metano. Questo gas alimenta un motogeneratore che produce circa 1000 kW di corrente elettrica, in parte utilizzata nell'impianto, in parte ceduta alla rete elettrica nazionale. La digestione anaerobica produce fanghi di risulta che vengono trattati in una sezione di compostaggio con produzione di circa 16500 t di ammendante al 30% di umidità.

Bilancio di massa

Di seguito si riporta uno schema del bilancio di massa dell'impianto di Tudela, così come visionato:



Considerando, invece, gli ultimi lavori eseguiti, che hanno migliorato il sistema di selezione, si hanno i seguenti flussi:



4.4.2 Impianto TMB di TEL AVIV

La visita si è svolta il 7 luglio 2008 presso l'impianto di Tel Aviv in Israele. Prima trattava circa 35.000 t/a ed è stato recentemente sottoposto a revamping per elevare la portata trattata a circa 70.000 t/a. La raccolta differenziata è sostanzialmente inesistente per cui il rifiuto è RSU indifferenziato.

L'impianto si compone di due macro sezioni:

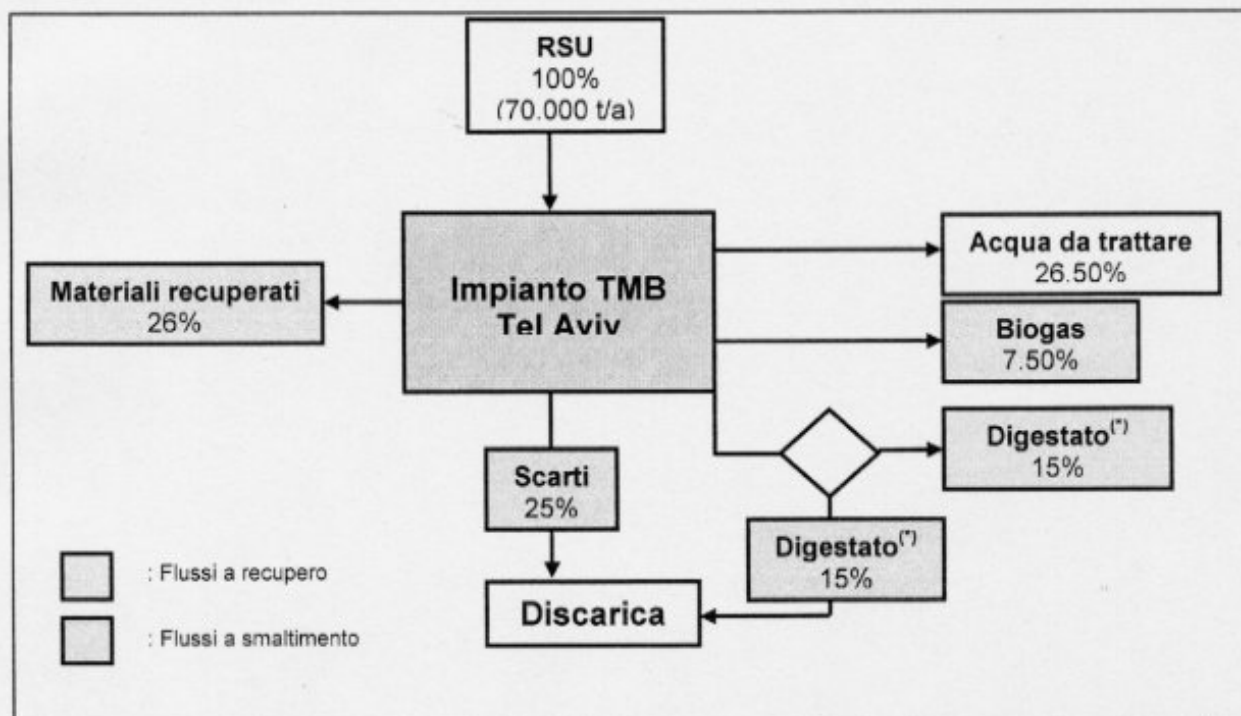
- Separazione secco – umido via *idro-meccanica*;
- Digestione anaerobica dell'umido.

Al momento della visita, la sezione di separazione idro-meccanica del rifiuto era ferma per interventi di manutenzione straordinaria. Non è stato, pertanto, possibile osservare il funzionamento di questo comparto e, in particolare, della parte di separazione con acqua che costituisce l'elemento di maggiore innovatività dell'intero complesso.

La funzione di questa linea di separazione è duplice: rimuovere i rifiuti riciclabili e gli altri materiali non biodegradabili e portare in fase di sospensione i materiali biodegradabili per la digestione anaerobica di tipo UASB.


La sezione di digestione anaerobica tratta, invece, le acque di risulta provenienti dal sistema di idroseparazione e solubilizzazione della frazione putrescibile del rifiuto tal quale. Il sistema di digestione anaerobica produce due flussi: biogas di buona qualità per produzione energetica e un digestato disidratato che, in Israele, viene impiegato come "fertilizzante".

In base ai dati messi a disposizione, il residuo da avviare a discarica risulta pari a circa il 25% in peso riferito al totale conferito, assumendo di avviare a recupero in agricoltura il fango prodotto dalla sezione di digestione anaerobica. Si esprimono, però, forti perplessità in ordine alla possibilità di diretto reimpiego di predetto materiale per usi agronomici visto la concentrazione di alcuni metalli e le modalità di produzione che non rispettano gli standard europei per il compostaggio. Nel caso di impossibilità di riutilizzo del fango, la percentuale di residuo da avviare a discarica raggiunge circa il 40% in peso rispetto al totale conferito.



^(*) il digestato, secondo la normativa italiana, non può essere avviato direttamente in agricoltura (flusso giallo); secondo quella israeliana è possibile (flusso azzurro)

Figura 9 – Schema a blocchi impianto Tel Aviv

	REPORT FINALE	Commissa: C.252
		Rev . 00
		Pag. 30 di 45

4.5 Trattamenti termici

Il trattamento termico dei rifiuti rappresenta una delle tecniche più antiche di trattamento dei rifiuti. Il processo comunemente impiegato è la *combustione*: una ossidazione ad alta temperatura e di norma in eccesso di ossigeno sullo stechiometrico.

Oltre alle tradizionali tecnologie che fanno riferimento alla combustione (termovalorizzatori) sono attualmente disponibili, a vari livelli di applicazione, altre forme di trattamento termico del rifiuto che presentano specifiche particolarità e punti di interesse. Per questa ragione 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" accomunati dall'impiego di un processo *storico* e *consolidato* della chimica industriale: **la piro – gassificazione**. Il termine gassificazione comprende i processi di conversione di qualsiasi combustibile carbonioso in un prodotto gassoso con potere calorifico utilizzabile. Gli impianti di gassificazione (o piro-gassificazione) sono piuttosto diffusi nel mondo: oltre 128 impianti in esercizio, di cui 38 solo in Giappone con una potenzialità media di circa 200 t/g e con punte fino a 720 t/a.

Il processo di piro-gassificazione, come evidenziato nel paragrafo che segue, viene attivato per via termica: il calore necessario per avviare il processo può essere fornito in maniere diverse, a diverse temperature e impiegando diversi vettori termici. Le modalità di innesco e controllo del regime termico del gassificatore hanno determinato la diversificazione delle tecnologie industriali. Nel caso in specie sono stati esaminati e valutati due processi caratterizzati da vettore e regime termico molto diversi:

- 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

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 31 di 45

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 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 in una fase di sviluppo di tipo sperimentale, dal momento che esistono applicazioni in scala industriale in esercizio. Da rilevare, a questo proposito, che, mentre per la gassificazione al plasma sono installati 3 impianti in Giappone operativi dal 2002 (di cui uno con capacità di trattamento di 200 t/g) e che sono in costruzione 2 impianti negli Stati Uniti di capacità molto più alta, per quanto attiene la dissociazione molecolare l'unica applicazione nota è quella dell'impianto di Husavik in Islanda con portata nominale molto più contenuta di quella richiesta per la realtà fiorentina (16.000 t/a contro 136.757 t/a).

4.5.1 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.

Il processo di dissociazione molecolare ha come obiettivo quello di disassemblare le molecole di origine organica complesse per riassellarle

in composti più semplici con produzione di un gas, il *SynGas* costituito principalmente da idrogeno (H₂), metano (CH₄), monossido di carbonio (CO) e biossido di carbonio (CO₂). 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.

Il processo è discontinuo e si sviluppa all'interno di celle di dissociazione dove una combinazione di **pirolisi, termolisi e gassificazione** converte la carica a base carbonica in syngas e cenere inerte.

Il fornitore della tecnologia dichiara i seguenti valori attesi nelle emissioni nell'ipotesi di trattamento di RU:

Inquinante	Limite Mg/m ³	Valori attesi per rifiuti urbani
Dust	10	<1
HCl	10	<5
NO _x	200	<100
TOC	10	<1
CO	50	<10
Hg	0.05	<0.02
PCDD/PCDF	0.1	<0.05 ngTEQ/m ³

Figura 10 – valori di emissione attesi per RU

Tra i punti di forza di questa tecnologia si devono annoverare:

- bassa produzione di residui (circa il 10% in peso sull'influente);
- il vettore termico è un gas combustibile;
- non è necessario un pretrattamento spinto del rifiuto da alimentare;
- la qualità del syngas, in relazione ad alcuni parametri di contaminazione, appare migliore rispetto alle emissioni del termovalorizzatore;
- i costi di investimento risultano più contenuti rispetto a quelli di una unità di termovalorizzazione.



Tra i punti di debolezza, invece:

- tecnologia di gassificazione applicata in 5-6 casi nel mondo (1 solo in Europa) per il trattamento di RU e con capacità contenute (max 50 t/g);
- funzionamento a batch che determina complessità logistica nelle operazioni di carico e scarico delle celle (soprattutto per taglie dimensionali > di 50.000 t/a);
- non risultano disponibili processi di lavaggio e purificazione del syngas che consentano l'impiego in gruppi di generazione ad alta efficienza;
- superfici di ingombro medio alte.

4.5.2 Visita al Gassificatore al plasma di Madison

La visita presso un impianto di gassificazione al plasma è stata effettuata il 3 aprile 2008. L'impianto si trova a Madison, nelle vicinanze della città di Pittsburgh (Pennsylvania), nel nord – est degli Stati Uniti ed 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.

L'incontro in Madison è stato, pertanto, l'occasione per visitare il centro prove della WPC, assistere ad una prova di gassificazione al plasma su rifiuto urbano indifferenziato ed acquisire i dati di funzionamento degli impianti operativi in Giappone. I dati riportati nel seguito, ancorché certificati, sono stati forniti da WPC. La verifica dei dati on-site in Giappone non è stata possibile, in questa fase, a causa dei tempi per la trasferta incompatibili con la scadenza per la consegna del presente report.

Il plasma è un gas ad alta temperatura e ionizzato generato da una apposita torcia 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 massificazione del RU.


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 ₂	ca. 2	vol %
H ₂	ca. 9,5	vol %
H ₂ O	ca. 22	vol %
N ₂	ca. 41	vol %
Altri	ca. 1,5	vol %
PCS	1400	kcal/kg

Le condizioni operative nel reattore di gassificazione (temperatura e atmosfera riducente) sono particolarmente sfavorevoli alla formazione delle diossine ed i valori misurati (si vedano più oltre le conclusioni) lo confermano. Per quanto attiene i metalli, i livelli emissivi possono essere considerati equivalenti a quelli del termovalorizzatore.

Rispetto alle tradizionali tecnologie a caldo (combustione), la gassificazione al plasma presenta elementi di miglioramento che possono essere così riassunti:

- Tecnologia consolidata ed applicata in diversi comparti produttivi (compreso quello di trattamento rifiuti);
- Bassissima produzione di residui (fino al 2-3% in funzione del contenuto di inerti nel rifiuto influente);

	REPORT FINALE	Commessa: C 252
		Rev .00
		Pag. 35 di 45


- il vettore termico è un gas combustibile;
- non è necessario un pretrattamento spinto del rifiuto da alimentare;
- tempo di messa a regime contenuto grazie all'azione della torcia al plasma;
- qualità delle emissioni migliorativa, rispetto alla termovalorizzazione;
- minore occupazione di suolo e contenimento delle dimensioni dei comparti a valle della gassificazione, rispetto alla combustione;
- flessibilità gestionale (mantenimento delle rese di recupero con portate inferiori fino al 50-60% della potenzialità di targa);
- costi di gestione piuttosto contenuti, grazie dal recupero energetico spinto e all'ottimizzazione dell'impiego del plasma.

Le criticità che permangono sono invece:

- tecnologia economicamente non idonea al trattamento di portate < 50.000 t/a;
- costi di investimento in linea con quelli dei termovalorizzatori e superiori rispetto alla dissociazione molecolare;
- poche applicazioni industriali allo specifico settore del trattamento del RU

4.6 Analisi comparata delle tecnologie

La tabella che segue riepiloga in maniera comparata le caratteristiche prestazionali (rese di separazione, rese energetiche, etc.), ambientali (emissioni, produzione di scorie, etc.) ed economiche (costi di investimento e di gestione) delle tecnologie di trattamento RU esaminate, raffrontandole a quelle dell'impianto di termovalorizzazione individuato dal Piano Industriale per la Piana fiorentina. Il comun denominatore che consente il confronto è rappresentato dalla portata influente, pari a quella prevista per il termovalorizzatore (circa 137.000 tonnellate/anno), nonché dalle ipotesi

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 36 di 45

espresse nel Piano in relazione al costo di gestione che comprende, pertanto:


- ammortamento in 10 anni per le opere elettromeccaniche al tasso del 4,00%;
- personale;
- consumi di energia e materiali;
- manutenzioni;
- trasporto (11 €/t) e smaltimento (107 e 200 €/t a seconda della tipologia) delle frazioni residuali non recuperabili;
- indennità di disagio ambientale (7,5 €/ton rifiuto in ingresso);
- spese generali ed utili gestionali, quantificati nella misura del 10% dei costi di gestione (al netto degli ammortamenti e dell'indennità di disagio ambientale).

I costi di investimento sono stati, sempre nella logica di confrontare le diverse tecnologie esaminate, valutati adeguando in modo proporzionale i prezzi offerti dai fornitori alla portata di 137.000 t/a.

I flussi valorizzabili in uscita dagli impianti sono stati, inoltre, computati secondo i seguenti prezzi unitari:

- cessione della corrente elettrica prodotta a partire da biogas da digestione anaerobica della frazione umida, 180 €/MWh;
- cessione della corrente elettrica prodotta a partire da syngas da gassificazione del RU, 85 €/MWh;
- vendita delle frazioni secche recuperate (carta, cartone, plastiche, vetro, metalli), 60 €/t.

Non è stato ovviamente considerato alcun ricavo per il conferimento dei rifiuti presso gli impianti, in conformità con quanto previsto dal Piano e secondo la logica che il costo gestionale dell'impianto deve rappresentare uno dei centri di costo necessari per la definizione della tariffa (insieme ai costi di raccolta, gestione discariche, etc.).

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 37 di 45

I costi di investimento sono computati al netto del valore di acquisto dei terreni e, per gli impianti TMB, al netto dei costi di costruzione dei capannoni (si ipotizza di poter reimpiegare parte delle strutture dell'impianto di Case Passerini).

Per quanto attiene, invece, le specificità delle singole realtà si rimanda al report finale, precisando in questa sede quanto segue:

- per l'impianto con tecnologia TMB della Ros-Rocha (impianto visitato di Tudela) si è assunto di recuperare il 10% in peso rispetto al totale in ingresso come materiali riutilizzabili (il valore dichiarato dal gestore era del 6%);
- per l'impianto con tecnologia TMB della ArrowBio (impianto visitato di Tel Aviv) si è assunto di recuperare il 20% in peso rispetto al totale in ingresso come materiali riutilizzabili;
- per gli impianti termici (dissociazione molecolare e gassificazione al plasma) si è ipotizzato di impiegare il syngas in caldaia con produzione di vapore e conseguente espansione in turbina per la generazione di corrente elettrica.



	TERMO VALORIZZAZIONE	TMB (tecnologia Ros Roca)	TMB (tecnologia Arrowbio)	DISSOCIAZIONE MOLECOLARE (tecnologia Energo)	PLASMA GAS (tecnologia WPC)
Principio funzionamento	Ossidazione frazione combustibile in eccesso di ossigeno	Separazione secco-umido e digestione dell'organico	Separazione <i>watery</i> secco-umido e digestione dell'organico	Piro - gassificazione in difetto di ossigeno a T = ca. 450°C	Piro - gassificazione in difetto di ossigeno a T = ca. 1500 - 1700°C
Esperienza tecnologica	Alta	Media	Media	Bassa	Media
Necessità di pretrattamenti del rifiuto	Si - No	È un impianto di selezione	È un impianto di selezione	Si	Si - No
RU tal quale	Si	Si	Si	Si	Si
CDR	Si	No	No	Si	Si
Organico fresco	Si	Si	Si	Si	Si
Verde urbano	Si	Si	Si	Si	Si
Carta e cartone	Si	Si	Si	Si	Si
Plastica	Si	Si	Si	Si	Si
Costo	Medio - alto, si riduce al crescere della potenzialità	Medio - basso	Medio	Medio	Medio - alto, si riduce al crescere della potenzialità
Recupero energetico diretto con:					
- produzione di elettricità	Si	Si	Si	Si	Si
- produzione di calore	Si	Si	Si	Si	Si
Potenza elettrica netta (MWe)	11,70	0,93	1,10	8,7	15,82

Recupero di materia	Rottami ossidati	Recupero di frazioni secche riciclabili e produzione compost	Recupero di frazioni secche riciclabili	Syngas e metalli parzialmente ossidati	Syngas e metalli dal crogiuolo di fusione
Residui da smaltire in discarica	20% - 35% del rifiuto alimentato	40% - 45% del rifiuto alimentato	25% - 40% del rifiuto alimentato	10% - 20% del rifiuto alimentato	2% - 10% del rifiuto alimentato
Produzione di fumi	4 - 7 Nm ³ /kg rifiuto ⁽¹⁾	0,6 - 0,9 Nm ³ /kg rifiuto	0,6 - 0,9 Nm ³ /kg rifiuto	Minore dell'incenerimento ma non quantificabile a priori	Minore dell'incenerimento (indicativamente 1/3)
COSTI DI INVESTIMENTO E GESTIONE					
Costo di investimento (€)	90.726.190 ⁽⁴⁾	23.000.000	55.000.000	74.050.000	100.000.000
Costo di gestione (€/a)	13.261.495 ⁽⁴⁾	17.634.500	15.436.000	12.741.389	11.269.972
Costo di investimento specifico (€/ton di rifiuto)	663 ⁽⁴⁾	168	402	541	731
Costo di gestione specifico (€/ton rifiuto/a)	96,97 ⁽⁴⁾	129,39	112,87	93,17	82,41

⁽¹⁾ fonte: *Analisi e comparazione delle tecnologie più idonee per il secondo impianto di trattamento dei rifiuti urbani, assimilati e fanghi dell'area nord della provincia di Torino* - Rosanna Laraia, Fulvia Chiampo, Jorg Kruger - Torino, 3 giugno 2006;

⁽²⁾ fonte: *Energio s.r.l.*

⁽³⁾ fonte: *Westinghouse Plasma Corporation*;

⁽⁴⁾ fonte: *Deliberazione nr.4 del 18.07.2007 "Approvazione modifiche ed aggiornamento del Piano Industriale di Ambito"*



5 CONCLUSIONI

La scelta fatta dall'amministrazione comunale di verificare in campo la funzionalità di tecnologie alternative alla termovalorizzazione esistenti 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 alla migliore 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 riassume i dati più salienti relativi alle aree visitate:

	CO.VA.R 14	CEM Ambiente	Consorzio PRIULA
Numero di abitanti	Valore medio RD (2007)	Valore medio RD (2007)	Valore medio RD (2007)
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%	-	-
Valore medio consortile	63,47%	66,22%	77,63
Produzione pro capite	430 Kg/abxa	474 Kg/abxa	364 Kg/abxa

Si evince la tendenza ad un rapporto inversamente proporzionale fra popolazione e percentuale di RD. Il livello di difficoltà all'applicazione delle nuove pratiche aumenta con la densità abitativa. Infatti nelle città capoluogo vicine ai territori esaminati si registrano risultati meno brillanti (Torino 40%, Milano 41,7%, Treviso 44,2%).

Con il sistema di raccolta porta a porta si è riscontrata un 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 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
- 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%.

Tecnologie di trattamento del RU residuale

La frazione di rifiuto urbano raccolto a valle della RD è pur sempre un quantitativo importante. 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 via via che cresce la percentuale di RD.

Le motivazioni che hanno portato alla scelta delle tecnologie da visitare sono sostanzialmente le seguenti:

- tecnologia sviluppata a livello industriale con esempi esistenti di impianti che trattano RSU;
- elasticità e versatilità impiantistica in modo da garantire la corretta funzionalità anche con la progressiva diminuzione di rifiuti residuali a valle dell'applicazione delle buone pratiche
- tecnologie che garantiscono livelli emissivi migliori del termovalorizzatore

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 42 di 45

- costi specifici di investimenti e gestionali confrontabili con i costi del termovalorizzatore tenendo conto del recupero energetico e di materia

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). Inoltre, non è stato possibile vedere l'impianto in funzione dal momento che era fermo per manutenzione.

TMB (Trattamento Meccanico-Biologico)

La tecnologia a freddo TMB presenta aspetti particolarmente interessanti sul processo di trattamento anaerobico della frazione organica il quale produce biogas composto al 60+65% da metano che viene utilizzato per la cogenerazione. Le emissioni in atmosfera sono molto contenute.

Dal sopravaglio (frazione secca) avviato alla selezione si riesce a recuperare fra il 6% (Tudela) ed il 20% (Tel Aviv) in peso del materiale totale in ingresso all'impianto. La selezione avviene attraverso idonee apparecchiature per la separazione del secco quali: separatori magnetici, separatori balistici, separatori ottici e pneumatici, separatori idraulici etc,

Nel caso di Tudela lo scarto residuo, dopo il revamping era di circa 43,6%, mentre nell'impianto di Tel Aviv è stato dichiarato del 25% (che diventa 40% in caso di mancato recupero del digestato). Nel caso di Tel Aviv è da rilevare che la RD è nulla e il contenuto di organico è del 40%. Condizioni molto diverse dallo scenario fiorentino ipotizzato, dato che a

	REPORT FINALE	Commessa: C 252
		Rev .00
		Pag. 43 di 45

fronte di una RD più o meno spinta il contenuto di Organico è nettamente minore. Ne consegue una minore frazione recuperabile intesa come somma fra recupero di materia ed energia.


Ovviamente avremmo avuto dati più certi sulle rese di intercettazione dei materiali se fosse stato possibile visionare la tecnologia TMB operativa su residui da raccolta differenziata confrontabile con lo scenario di studio, così come richiesto in fase di insediamento della commissione tecnica.

La suddetta tecnologia può costituire una alternativa alla termovalorizzazione nella consapevolezza che un flusso significativo del rifiuto in ingresso sarà smaltito in discarica, che la separazione dei materiali recuperabili avviene con l'ausilio della selezione manuale e che il materiale recuperato non sufficientemente pulito potrebbe essere avviato a smaltimento.

II Gas Plasma(*)

La tecnologia al plasma è ormai applicata in scala industriale anche ai RU da oltre 5 anni, in particolare in Giappone. La principale criticità che rendeva conveniente l'uso di questa tecnologia solo ai rifiuti pericolosi era rappresentata dai grandi consumi energetici e, dunque, dagli alti costi di gestione. L'attuale tecnologia al plasma ha superato tale ostacolo riuscendo ad ottenere, nel trattamento dei RU, una produzione netta di energia superiore alla termovalorizzazione del 30+50%.

L'impianto al Plasma visitato è stato realizzato presso il centro prove della WPC (Madison, Pennsylvania) per testare le prestazioni di questa tecnologia su differenti tipi di materiale. La visita è stata, pertanto, un'occasione per assistere ad una prova di gassificazione al plasma su rifiuto urbano indifferenziato ed acquisire i dati di funzionamento degli impianti operativi in Giappone. I dati riportati nel testo, ancorché certificati, sono stati forniti da WPC. La verifica dei dati on-site in Giappone non è stata possibile, in questa fase, a causa dei tempi per la trasferta incompatibili con la scadenza per la consegna del presente report.

	REPORT FINALE	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 44 di 45

Molto interessante è il confronto con le emissioni in atmosfera al camino. Di seguito si riporta il confronto di alcuni parametri con i valori riportati nella VIS (Valutazione di impatto sanitario) relativa al termovalorizzatore della Piana.

	UM	Termovalorizzatore ^[1]	Gas Plasma ^[2]	d.lgs. 33/05	BAT
Polveri	mg/Nm ³	2.27	<3	10	1 – 5
HCl	ppm	6.00	30.5	10	1 – 8
NO _x	ppm	150	72	200	40 – 100
SO ₂	ppm	8	<2	50	1 – 40
CO	ppm	nd	<28	50	5 – 30
Diossine	ng-TEQ/Nm ³	0,05	0,00063	0,1	0,01 – 0,1

^[1] i dati di concentrazione relativi ai fumi emessi dal termovalorizzatore sono stati desunti dalla Valutazione di Impatto Sanitario

^[2] i valori di emissione relativi al gas-plasma sono riferiti alle esperienze degli impianti operativi in Giappone e riportati nel corpo della relazione

Confrontando i dati disponibili risulta che, fatta eccezione per le polveri che registrano valori simili, si hanno valori emissivi significativamente più bassi con il plasma. Caso a parte è rappresentato dall'acido cloridrico: la principale criticità delle emissioni degli impianti operativi in Giappone, dove la normativa prescrive una concentrazione max di HCl pari a 100 ppm, è il tenore di acido cloridrico, come era facile prevedere considerando l'ambiente di reazione riducente (ambiente sfavorevole alla formazione di diossine in quanto l'equilibrio termodinamico del cloro è spostato piuttosto verso la formazione dell'acido). Da rilevare che le tecnologie per l'abbattimento di acidi forti da flussi gassosi sono ormai consolidate e note da tempo e che, pertanto, la presenza di acido cloridrico nell'emissione, a questi livelli di concentrazione, può essere ridotta e resa compatibile con i valori guida delle BAT adottando idonei sistemi di trattamento disponibili sul mercato.

Il quantitativo di fumi emessi da un impianto al plasma è circa un terzo del termovalorizzatore.

Le scorie prodotte sono comprese fra il 2+10% del rifiuto in ingresso contro il 20+25% del termovalorizzatore.



I costi di costruzione ed i tempi realizzativi dell'impianto sono simili al termovalorizzatore.

Un aspetto molto interessante è la flessibilità impiantistica : le rese cambiano in modo ininfluenza anche con una alimentazione pari al 50% del valore di targa, il che consente l'impiego del trattamento del residuo anche su portate compatibili con percentuali di raccolta differenziata maggiori di quelle previste dal piano industriale.

Per le suddette ragioni si ritiene che la tecnologia al gas plasma può costituire una alternativa alla termovalorizzazione.

Considerato il numero contenuto di esperienze in scala industriale nel trattamento dei RU con il gas plasma, nonché la notevole assunzione di responsabilità di chi è chiamato a scegliere la tecnologia impiantistica su cui si basa un sistema di smaltimento rifiuti, sarebbe opportuno verificare le dichiarate performance di recupero ed ambientali attraverso approfondimenti presso gli impianti operativi ovvero attraverso lo sviluppo in loco di esperienze pilota.

(*) *Questa tecnologia non è stata visionata dai tecnici del Comitato.*